



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

28
17

**"CONTROL DE COSTOS EN LA CONSTRUCCION
DE PLANTAS INDUSTRIALES"**

Tesis Profesional

Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a

GUILLERMO DE JESUS ARZATE CABRERA

México, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTROL DE COSTOS EN LA CONSTRUCCION
DE PLANTAS INDUSTRIALES

I N D I C E

I.- INTRODUCCION

- a) Definición de Control de Costos
- b) Importancia del Control de Costos dentro de la Empresa.
- c) Requisitos de un Sistema de Control de Costos.
- d) Aplicación del Control de Costos a las diferentes formas de Contratación.

II.- CATALOGO DE CUENTAS

- a) Definición y Utilidad
- b) Teoría del Abanico
- c) Integración de un Catálogo de Cuentas

III.- ESTIMADO ORIGINAL Y ESTIMADO ACTUAL

- a) Métodos para calcular el Estimado Original
- b) Alteraciones al Estimado y formación del - - Estimado Actual.

IV.- SITUACION ECONOMICA ACTUALIZADA

- a) Compromisos del Proyecto
- b) Costos incurridos

V.- AVANCE FISICO

- a) Definición
- b) Metodología para el cálculo del Avance Físico

VI.- PROYECCION ECONOMICA

- a) Objetivos de la Proyección económica
- b) Cálculo del Estimado para Terminar
- c) Cálculo del Costo Final Estimado.

VII.- REPORTE DE COSTOS

- a) Información que debe tener un Reporte de Costos
- b) Formatos de Reporte de Costos
- c) Reporte Final de Costos

VIII.- ESCALACION E INDICES DE COSTOS

- a) Influencia de la escalación en el Resultado - Económico.
- b) Propiedades de los Indices de Costos
- c) Aplicación de la cláusula de ajuste para Actualización de precios.

IX.- CONCLUSIONES

- a) Interpretación a los Reportes de Costos
- b) A quién va dirigido el Reporte de Costos
- c) La Decisión correcta cuando se cuenta con toda la información.

X.- BIBLIOGRAFIA

I. INTRODUCCION

a) DEFINICION DE CONTROL DE COSTOS

Control de Costos es la disciplina que aplicada en todas las fases de una Construcción, permite la comparación de lo ejecutado y lo pendiente de ejecutar con un plan, - norma o estandar prefijado; con objeto de corregir desviaciones para lograr la consecución de los propósitos marcados, manteniendo a la Obra dentro de las especificaciones establecidas para obtener un máximo beneficio para el cliente y la Empresa.

Se ha llegado a decir que el éxito de un negocio depende del Control de Costos, en efecto, aún cuando los servicios o productos sean de gran calidad, aún cuando las técnicas sean las mejores, si esa Empresa no está ganando dinero, todo lo bueno que tiene no le evitará un fracaso económico.

Por lo tanto para que las Empresas tengan utilidades se debe lograr un perfecto equilibrio entre los factores básicos de la producción:

CALIDAD, TIEMPO Y COSTO

b) IMPORTANCIA DEL CONTROL DE COSTOS DENTRO DE LA EMPRESA

El Control de Costos es de vital importancia en todas las obras de una Empresa Constructora puesto que:

- 1.- Es un mecanismo que señala la situación económica en la que se encuentra cada Obra en cada momento.
- 2.- Es un mecanismo que permite detectar cualquier desviación al plan original dando oportunidad de corregirla cuando ésta así lo requiera.
- 3.- Es un mecanismo que además de indicar la desviación señala en qué parte se localiza.
- 4.- Es un mecanismo tan práctico que permite localizar posibles fallas en el futuro teniendo la opción de corregirlas oportunamente si es procedente.

Al referirnos a desviaciones o fallas debe entenderse Pérdidas ó Ganancias respecto al Presupuesto y atrasos ó adelantos respecto al programa establecido, según sea el caso.

c REQUISITOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS

Cualquier sistema de Control de Costos debe llenar los tres requisitos siguientes:

1.- Fijar los Objetivos, normas ó estándares.

Los objetivos pueden ser la ejecución de una obra en un tiempo determinado y las normas ó estándares los constituyen el conjunto de especificaciones y el estimado de costo que podrá referirse a una obra completa, a una fase de la misma, a un conjunto de operaciones ó a una operación aislada.

2.- Establecer un sistema de medición de los resultados.

Es esencial que al realizar observaciones de Costos en la Obra, se busquen y registren fielmente los factores que influyen en dichos costos, concluyéndose que el control de costos constituye un ciclo cerrado; en efecto, el estimado de costos establece las condiciones de partida y el control de costos, al terminar la Obra, proporciona las condiciones finales que serán utilizadas en un nuevo estimado, mediante una retroalimentación adecuada (archivo de datos, etc.)

3.- Aplicar los medios adecuados para la corrección de desviaciones respecto a los planes ó estándares.

Para que los controles cumplan con los requisitos señalados, se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1.- Los controles deben reflejar la naturaleza y las necesidades de la actividad:

Aún cuando el sistema de control es único sin importar la naturaleza de la actividad, es necesario poder identificar diferencias en el manejo de costos de: Ingeniería de Proyecto, de Operación, de Mantenimiento y de Construcción

2.- Los controles deben indicar rápidamente las desviaciones. El control de costos requiere el establecimiento de un sistema de información ágil y flexible, que permita conocer rápidamente las desviaciones de los planes y apreciar con igual rapidez los efectos de las medidas correctivas.

3.- Los controles deben mirar hacia adelante.

Es necesario establecer sistemas de control de - - costos orientados al futuro ó lo que es lo mismo capaces de predecir las consecuencias de las desviaciones de los planes.

4.- Los controles deben señalar las excepciones en los puntos estratégicos.

Se hace referencia aquí al principio de control por excepción, según el cual el ejecutivo debe concentrar su atención en los casos de excepción, es decir, en aquellos en que lo logrado se aparta de las normas ó planes establecidos.

5.- Los controles deben ser objetivos.

Es necesario subrayar aquí nuevamente, la importancia de basar el control de costos en un estimado de costo. Sin él, la apreciación que pueda hacerse respecto a los costos observados en la Obra se convierte en un proceso totalmente subjetivo y de escasa significación. Cuando el Estimado de Costo se integra con el programa de tal manera que se fija un costo directo para cada actividad, el Control de Costos adquiere máxima objetividad y oportunidad.

6.- Los controles deben ser flexibles.

Con frecuencia, diversas circunstancias fuera de control del ejecutivo hacen que se tenga que cambiar los planes. Los sistemas de Control de Costos deben poder adaptarse fácilmente a éstos cambios - sin perder su validez y utilidad.

7.- Los controles deben reflejar el modelo de organización.

En toda buena organización las responsabilidades de los diferentes puestos están perfectamente definidos. Es indispensable que los sistemas de control provean a cada ejecutivo de una información congruente con sus responsabilidades.

8.- Los controles deben ser económicos.

Hay que establecer un equilibrio adecuado entre la cantidad de datos que conviene generar y el costo de procesarlos y distribuirlos para convertirlos - en información utilizable.

9.- Los controles deben ser comprensibles.

10.- Los controles deben indicar una acción correctiva.

Ya se expresó anteriormente, que si no hay acción correctiva no existe control.

d) APLICACION DEL CONTROL DE COSTOS A LAS DIFERENTES FORMAS DE CONTRATACION.

En la práctica de la construcción, existen una gran cantidad de formas o tipo de contratación, sin embargo de todas ellas las básicas son:

- a) Precio alzado
- b) Administración
- c) Precios unitarios

En los capítulos subsecuentes se indicarán los principales elementos de los que se vale el Control de Costos, éstos son aplicables a cualquiera de las formas de contratación mencionadas, siempre y cuando los alcances de trabajo se encuentren perfectamente definidos.

II. CATALOGO DE CUENTAS

a) DEFINICION Y UTILIDAD

Catálogo de cuentas es un sistema simbólico, generalmente numérico que tiene por objeto ordenar, y clasificar todos los conceptos que intervienen en una obra, - permitiendo llevar un mejor control y una mejor coordinación de las diversas actividades que se desarrollan - en ella.

Es de Utilidad para:

- 1) Que sirva de índice general de todos los conceptos que forman parte de la obra.
- 2) Ordenar todos los conceptos de obra que se pueden considerar en un estimado de costos.
- 3) Suministrar una forma de identificación uniforme para equipos de proceso, materiales, mano de obra y todos los demás gastos que se efectúan en una obra, para efectos de control de costos.
- 4) Ordenar todos los conceptos considerados en un estimado de costos para lograr la formación de un programa de obra efectivo.
- 5) Suministrar datos estadísticos de costos para preparación de nuevos estimados.
- 6) Suministrar una forma correcta de archivo para control de contabilidad y auditoría, etc.

Un Catálogo de cuentas debe tener las siguientes características:

- 1) Debe ser flexible, es decir, si una organización desarrollo diversos tipos de obra, el catálogo podrá ser aplicable en cualquiera de ellas.
- 2) Debe cubrir áreas y conceptos generales e identificar conceptos específicos particulares.
- 3) Debe estar integrado en forma tal que permita la aplicación de sistemas mecanizados.

b) TEORIA DEL ABANICO

Una de las características más importantes del Catálogo de cuentas consiste en que debe cubrir áreas y conceptos específicos y particulares, es decir, debe cubrir de lo más general a lo particular.

Gráficamente se puede expresar de la siguiente manera:

	Orden de trabajo 1	código 1
	Orden de trabajo 2	código 2
Proyecto 1	Orden de trabajo 3	
	Orden de trabajo 1	
Empresa X Proyecto 2	Orden de trabajo 2	
	Orden de trabajo 3	
	Orden de trabajo 1	
Proyecto 3	Orden de trabajo 2	Código 1
	Orden de trabajo 3	Código 2

c) INTEGRACION DE UN CATALOGO DE CUENTAS

A continuación se integrará un catálogo de cuentas que podrá ser usado en cualquier empresa constructora.

El número de cuenta estará integrado por 11 dígitos - colocados en la siguiente forma:

XXX	XXX	X	XXXX
3 dígitos	3 dígitos	1 dígito	4 dígitos

El primer grupo (3 dígitos) representan el No. consecutivo del proyecto.

El segundo grupo (3 dígitos) representan la Orden de - trabajo o el área.

El tercer grupo (1 dígito) corresponden al cargo.

El cuarto grupo (4 dígitos) corresponden al código.

Proyectos

Del 000 al 999 para proyectos contratados ejemplo:

525 Cliente Industrias Alfa

526 Cliente fábricas León, etc.

Orden de trabajo ó área

Del 000 a 996 Ordenes de trabajo ó áreas en obra.

el 997 Costos indirectos

el 998 Contingencias

el 999 Escalación

Ejemplos de órdenes de trabajo en obra:

000 Calles interiores

001 Almacén de producto terminado

002 Almacén de materias primas

003 Area de caldera

004 Area de torre de enfriamiento

005 Oficinas

El número de órdenes de trabajo y los alcances de cada una se deberán fijar desde el diseño, en relación directa con los planos de construcción.

Cargos

1.- Mano de Obra por Administración.

Identificará todos los costos pagados por Mano de Obra a través de listas de raya y nóminas.

2.- Mano de Obra por Destajos.

Identificará todos los costos pagados por Mano de Obra a través de destajos.

3.- Materiales.

Este número se empleará para identificar los costos de materiales integrantes del Proyecto u Obra.

4.- Equipo Permanente.

Este número se empleará para identificar los costos de los equipos integrantes del Proyecto u Obra.

5.- Subcontratos.

Este número se empleará para identificar los costos por Subcontratos de un Proyecto u Obra.

6.- Equipo de Construcción.

Este número se empleará en casos especiales para identificar los costos directos de equipo de construcción.

7.- Herramientas.

Este número se empleará en casos especiales

CODIGOS COSTOS DIRECTOS

Del 0001 al 0999 Obra Civil

0601 al 0099 Disponibles

0100 Preparación y movimiento de tierras

Desmante
Demoliciones
Despalme
Excavaciones
Acarreos
Rellenos y Terraplenes
Drenes y Bombeos

0200

Cimentaciones

Plantilla
 Cimbra y obra falsa
 Acero de refuerzo y preesfuerzo
 Anclas y perfiles abogados
 Concreto
 Otros pilas pilotes etc.

0300

Estructuras de Concreto

Cimbra y obra falsa
 Acero de refuerzo y preesfuerzo
 Anclas placas y perfiles ahogados
 Concreto
 Precolados
 Preesforzados
 Otros

0400

Estructuras Diversas

Acero Estructural
 Rejillas
 Madera
 Techos diversos (excepto los de concreto)

0500

Albañilería y Acabados

Muros (excepto los de Concreto)
 Pisos (recubrimientos y acabados)
 Plafones
 Refractarios
 Recubrimientos y acabados

0600

Varios

Instalación Sanitaria y Muebles
 Herrería
 Cerrajería
 Impermeabilización
 Carpintería
 Vidriería
 Drenajes, Canales, Bajadas y accesorios

1000 a 2999	Obra Mecánica
1000 a 1049	Agitadores y Mezclados
1050 a 1099	Ventiladores
1100 a 1199	Torres de Proceso
1200 a 1299	Deareadores
1300 a 1399	Secadores
1400 a 1499	Transmisores de Calor
1500 a 1599	Cambiadores de Calor
1600 a 1699	Filtros
1700 a 1799	Hornos
1800 a 1899	Eyectores y Sistemas de Vacío
1900 a 1999	Compresores y Sopladores
2000 a 2099	Transportadores
2100 a 2199	Elevadores
2200 a 2299	Equipo Móvil y Grúas
2300 a 2399	Bombas
2400 a 2499	Molinos y trituradores
2500 a 2599	Reactores
2600 a 2699	Separadores y Centrifugadores
2700 a 2799	Tanques y Tolvas
2800 a 2899	Plantas Paquete
2900 a 2999	Disponible
3000 a 3399	<u>Tuberías Válvulas y Accesorios</u>
3000	Tuberías
3100	Accesorios
3200	Válvulas
3300	Tornillos, Espárragos y Empaques
3400 a 3799	<u>Ductos Aislamiento Soportería y Pintura</u>
3400	Ductería
3500	Aislamiento
3600	Soportería
3700	Pintura
3800 a 3999	<u>Pruebas Alteraciones y Cargos a Terceros</u>
3800	Pruebas
3900	Alteraciones
3950	Cargos a Terceros
4000 a 4499	<u>Obra Eléctrica</u>
4000	Tierras y Pararrayos
4200	Fuerza baja tensión y Control
4100	Fuerza alta Tensión y Subestación
4200	Fuerza baja Tensión y Control
4300	Alumbrado y Contactos monofásicos
4400	Sistemas de Comunicación Señalización y Alarma
4500 a 4999	<u>Instrumentación</u>
4500	Aparatos de Control y/o Medición

4600	Tableros de Control de Instrumentación
4700	Conductores de Señales
4800	Líneas de Alimentación
4900	Elementos finales de Control
5000	Consultorías y Estudios

CODIGOS COSTOS INDIRECTOS

9601	Personal Técnico
9602	Personal Administrativo
9603	Personal de Compras
9604	Personal de Control de Costos
9605	Personal de Programación
9606	Personal de Almacén
9607	Personal de Vigilancia
9608	Personal de Operación y Mantenimiento Equipo
9620	Sueldos Oficina Central
9623	Pruebas y Entrenamiento de Personal
9626	Personal en Transito
9628	Prestaciones de Sueldos Oficina Central
9629	Días Feriados
9630	Incapacidades
9631	Permisos con Goce de Sueldo
9632	Otras Percepciones y Viáticos
9634	Vacaciones
9635	Seguro Social Cont. Patronal y Guarderías
9636	Impuesto 1 % Adicional I.S.P.T.
9637	Gratificaciones
9638	Aguinaldos
9639	Vivienda Trabajadores Patronal
9640	Limpieza y Mantenimiento
9641	Honorarios (Terceros)
9642	Gastos de Fin de Año
9643	Disponible
9644	Copias
9645	Rentas de Inmuebles
9646	Instalaciones Provisionales
9648	Renta Equipo y Maquinaria (Propios de la Empresa)
9649	Rentas Equipo Oficina e Ingeniería (Prop. de La - Empresa)
9650	Rentas Equipo y Maquinaria (Terceros)
9651	Rep. Menores y Refacciones
9652	Rep. Mayores y Refacciones
9653	Luz, Fuerza y Agua
9654	Efectos, Útiles de Escritorio y Material de Dibujo
9655	Comunicaciones
9656	Gastos de Viajes
9657	Higiene y Seguridad
9658	Gastos Sindicales
9659	Fletes y Acarreos
9660	Relaciones Públicas y Atenciones
9661	Control de Calidad y Pruebas
9662	Herramienta Consumible
9663	Herramientas Menores

9664	Materiales de Consumo
9665	Depreciación
9666	Otros Impuestos y Derechos
9667	Seguros
9668	Fianzas
9669	Gastos no Deducibles
9670	Donativos Exentos
9671	Otros Gastos
9672	Transportes Locales
9673	Cuotas, Suscripciones y Libros
9674	Disponibles
9675	Gastos de Cafetería y Deportes
9676	Cursos de Capacitación

En el Catálogo de Cuentas que se ha presentado se observa lo siguiente:

El equipo de construcción, la herramienta y el material de consumo se consideran como costo indirecto; concepción diferente si se compara con lo recomendado en las bases y normas generales de contratación de Obras Públicas.

Se observa también que la utilización de equipo de construcción y mobiliario se contrata como renta, es decir, aún cuando el equipo fuera propiedad de la Empresa, se considera que la Obra paga mensualmente una renta, aunque sea sólo para efectos de Control de Costos, lo cual aunque sea una suposición, los resultados por considerarlo así, son satisfactorios.

Ejemplo para aplicación del Catálogo de Cuentas.

- 1.- Dar el número de cuenta para el Proyecto 820 de Caramelos Leon, Orden de Trabajo 001 de Almacén de Producto Terminado, Mano de Obra por Administración en la Cimentación.

820 - 001 - 1 - 0200

III. ESTIMADO ORIGINAL Y ESTIMADO ACTUAL

a) METODO PARA CALCULAR EL ESTIMADO ORIGINAL

En primer lugar, será necesario establecer qué se entiende por Estimado Original, para lo cual utilizaremos la definición dada por Aries y Newton: "Estimado de Costos es el arte de predecir el futuro económico de un Proyecto basado en relaciones empíricas y metódicas." Este Estimado de Costos que sirvió de base para presentar la Oferta y que el cliente acepta como monto total del Proyecto, una vez codificado, constituye el "Estimado Original."

Un Estimado de Costos puede variar desde una rápida conjetura realizada sin ninguna información, exceptuando la capacidad de la planta industrial, a un Estimado detallado preparado a partir de especificaciones y dibujos finales. Obviamente, el grado de aproximación de un estimado variará considerablemente dependiendo de cuánto se conozca acerca del Proyecto y qué tiempo y esfuerzo se emplee en la preparación del mismo.

Entre el Estimado "rápido" y el "detallado" pueden distinguirse numerosos tipos, los cuales varían en aproximación dependiendo de la fase de desarrollo del Diseño. Los diversos tipos de estimados son conocidos por varios nombres, pero son esencialmente muy similares.

La Asociación Americana de Ingenieros de Costos ha propuesto la siguiente clasificación de los tipos de Estimado:

1.- Estimado de Orden de Magnitud

Este tipo de Estimado se puede preparar con muy poca información y el porcentaje de desviación es de más del 30 %.

Información necesaria:

- Tipo, capacidad y calidad de lo que se quiera producir.
- Información general sobre el Proyecto.
- Localización casi definida.

Propósito

Se usa en decisiones ejecutivas sobre la factibilidad de un Proyecto y antes de justificar un estudio más detallado.

2.- Estimado de Estudio

Este tipo de estimado se prepara con una información mayor que el de orden de magnitud, básicamente es una comparación de posibles alternativas, el porcentaje de desviación es de + 30 %.

Información necesaria:

- Tipo Capacidad y Calidad de lo que se quiere producir.
- Información general sobre el Proyecto.
- Dimensiones aproximadas de edificios, equipos, etc. (En general de partidas mayores).
- Localización casi definida.

Propósito

Se usa en decisiones ejecutivas sobre la factibilidad de un Proyecto y antes de justificar un estudio más detallado.

3.- Estimado Preliminar

Este tipo de estimado generalmente es el paso posterior a un estimado de estudio, basado en una mayor cantidad de datos, su desviación es de + 20 %.

Información necesaria:

- Tipo, capacidad y calidad de lo que se quiere producir.
- Necesidades aproximadas de servicios, almacenamiento y manejo.
- Diagramas de flujo preliminares, distribución de áreas.
- Tipo, tamaño y materiales de construcción de edificios y equipos.

- Necesidades de espacio de edificios.
- Localización especificada y condiciones generales definidas.

Propósito

Se usa para ofertas de presupuesto, como primer estimado de un Proyecto y para asignación de fondos en el presupuesto de un Proyecto.

4.- Estimado Definitivo

Este tipo de estimado se basa en datos e información casi completos, faltando únicamente por determinar algunos detalles de dibujos y especificaciones, su desviación es de $\pm 10\%$.

Información necesaria:

- Capacidades de producción definitivas.
- Necesidades definitivas de servicios, almacenamiento y manejo.
- Diagrama de flujo y distribución finales de cada área o sistema.
- Lista completa de equipo con especificaciones.
- Especificaciones de tuberías, estructuras, acabados, etc.
- Planos arquitectónicos preliminares para los Proyectos de construcción con los accesorios especificados, calefacción, acondicionamiento de aire, etc.
- Localización definida de la planta, información local sobre facilidades.

5.- Estimado Detallado

Este tipo de estimado se basa en una Ingeniería - - completa con dibujos y especificaciones totalmente terminados, su desviación es de $\pm 5\%$.

Información necesaria:

- Ingeniería de detalle terminada.
- Programa de Proyecto establecidos.
- Ofertas de subcontratistas.

Propósito

Establecer un precio de contratación.

METODOLOGIA DE ESTIMACION DE COSTOS

Habiendo clasificado los diferentes tipos de estimados y después de estudiar sus principales características, veremos ahora algunos de los diferentes métodos existentes para la elaboración de cada uno de ellos, desde luego el método a aplicar depende de la información disponible, del tipo de estimado que se deseé, de la precisión esperada y del tiempo disponible para su elaboración.

METODO DE LOS SEIS DECIMOS

Es uno de los métodos más conocidos, y se usa ampliamente para estimados de orden de magnitud, consiste básicamente en multiplicar el costo conocido de una planta de proceso por la relación de capacidad, elevada a un exponente que generalmente es de 0.6, la expresión matemática se muestra en la figura No. 1

Estudiando este método más detenidamente, algunos autores han precisado un exponente específico para diferentes productos y procesos, según se muestra en la figura No. 2.

METODO DE COEFICIENTES O RELACIONES

En general estos métodos se aplican en la elaboración de estimados de Orden de Magnitud, los más usuales son los siguientes:

Método gráfico capacidad-costo.- En este método se utiliza información obtenida de plantas similares, graficando capacidad contra costo, hay que hacer correcciones por circunstancias especiales, tales como la disponibilidad o ausencias de infraestructura, se pueden considerar estimaciones promedio, así como niveles de estimación altos y bajos, el resultado será una familia de curvas o de rectas, cuando se utilice papel logarítmico. (Ver Figura - No. 3)

Costo por M2 ó M3 de construcción, por relación de Costo de Equipo contra Mano de Obra.- El primer método es muy usado en la estimación de edificios, en donde el costo por M2 ó M3 es desde luego, por cada piso construido, hay que hacer correcciones por tipo de cimentación, acabados, etc., el segundo método se utiliza cuando se dispone de Costos de Equipo, en este último método la relación de Equipo contra Mano de Obra varía de acuerdo con el tipo de Equipo de que se trate.

Hay que tener en consideración que la inversión de un proyecto no varía en forma directamente proporcional al tamaño del mismo, generalmente la inversión unitaria - por tonelada disminuye a medida que aumenta la capacidad de la planta, Este concepto se conoce como Economía de - Escala.

(Ver Figura No. 4).

METODO DEL FACTOR DE LANG

Este método se basa en la correlación de costo total del equipo de proceso investigadas por el Dr. Lang y consiste básicamente en la aplicación de un factor al costo total del equipo, el - cual varía, según la naturaleza de la planta y el proceso de - que se trate.

La expresión de este método es la siguiente:

$$C_t = F_L \times E \text{ Donde:}$$

C_t = Costo total

F_L = Factor de Lang

E = Costo del Equipo

Los factores de Lang para diferentes tipos de plantas, se - muestran en la Figura No. 5.

METODO DE DETALLE

Con pequeñas variaciones se puede usar para estimados definitivos (+ 10 %) ó para estimados detallados (+ 5 %).

Equipo:

Obtener cotizaciones preliminares ó en firme de los proveedores y/o de los subcontratistas.

La Mano de Obra, se calcula en base a Horas Hombre ó - tomando costos unitarios de instalación, para equipos - similares obtenidos en otras plantas.

Materiales:

Se obtienen cantidades aproximadas y se valúan, los precios unitarios base deben estar de acuerdo con especificaciones.

La Mano de Obra se calcula igual que para Equipo.

Para Edificios:

Se obtienen las cantidades aproximadas de concreto, acero estructural, acabados, etc., y se valúan en base a precios unitarios.

Se valúan detalladamente los accesorios.

Se aplican factores por localización y tiempo, si son - - necesarios.

Los costos indirectos deberán ser incluidos sólo cuando el alcance esté completamente definido.

Nota: Para estimados detallados, se deben tener en cuenta los - siguientes puntos:

- 1.- Las cotizaciones de equipo y materiales deben obtenerse en firme.
- 2.- Las listas de materiales deben obtenerse de planos u especificaciones definitivos.
- 3.- Los costos indirectos se calculan en detalle, para evitar omisiones se recomienda tener una lista que abarque todos los costos indirectos y aplicar los que correspondan al proyecto en estudio.

b) ALTERACIONES AL ESTIMADO Y FORMACION DEL ESTIMADO ACTUAL

Cualquier cambio al alcance del Contrato que tenga repercusión en el Costo del Proyecto, constituye una Alteración: por lo tanto, en Obras a precio alzado y por administración únicamente se podrá variar el importe del Estimado Original cuando exista una alteración aprobada por el cliente.

Además, se pueden efectuar movimientos en las partidas de Costo que constituyen el Estimado Original sin afectar la suma total, es decir, se realizan "traspasos" de dinero de una cuenta a otra, tal caso se presenta cuando al efectuar el Estimado se supone que será subcontratada una parte de la Obra y en realidad no es así, será necesario entonces traspasar el Estimado de Subcontratos a Mano de Obra, Materiales e Indirectos.

La suma algebraica del Estimado Original más las alteraciones y mas los traspasos, constituyen el Estimado - - Actual.

METODO DE LOS SEIS DECIMOS

=====

$$C_t = C(r) 0.6 + ipc$$

C_t = Costo Total

C = Costo conocido de una planta corregida por índice de costo

r = Relación de capacidades de las plantas

ipc = Intereses durante el periodo de construcción.

FIGURA No. 1

FACTORES EXPONENCIALES PARA ALGUNAS PLANTAS
 =====

QUIMICAS
 =====

<u>TIPO DE PLANTA</u>	<u>FACTOR EXPONENCIAL (n)</u>
Oxido de Etileno	0.79
Etanol (Sintético)	0.60
Estireno	0.68
Butadieno	0.59
Formaldehido	0.55
Benzeno	0.61
Acido Nítrico	0.56
Oxígeno	0.64
Acetileno	0.75
Metanol	0.83
Alcohol Butílico	0.55
Alcohol Isopropílico	0.60
Sosa Caústica	0.35
Acido Fosfórico	0.58
Nitrato de Amonio	0.54
Urea	0.59
Acido Sulfúrico (Contacto)	0.62
Cloro (Electrolítico)	0.35
Acido Cianhídrico	0.71
Amoniaco	0.74
Etileno	0.58
Poli-etileno (baja presión)	0.67
Poli-etileno (alta presión)	0.90

FIGURA No. 2

CURVA COSTO-CAPACIDAD PARA POLIETILENO DE ALTA PRESION COSTOS DE 1960

10 100
MILONES DE LIBRAS POR AÑO

COSTO
EN
MILES
DE
DÍAS.

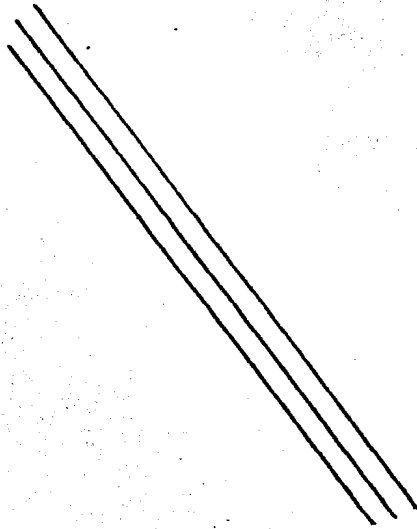


Fig N° 3

COSTO
POR
TON
ANUAL

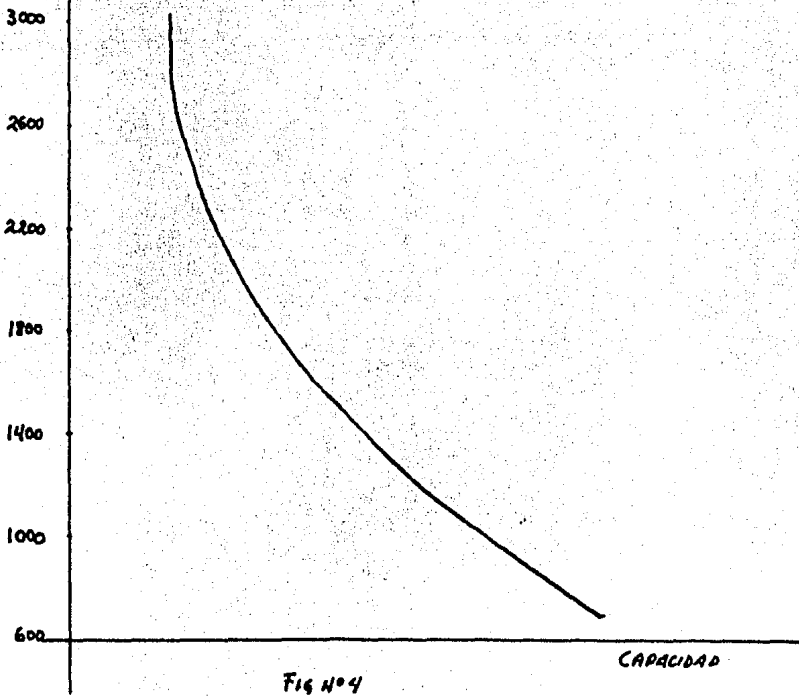


Fig N°4

CAPACIDAD

FACTORES DE LANG

=====

	<u>FACTOR</u>
<i>Procesamiento de sólidos</i>	3.1
<i>Procesamiento de sólidos y fluidos</i>	3.63
<i>Procesamiento de fluidos</i>	4.74

FIGURA No. 5

IV. SITUACION ECONOMICA ACTUALIZADA

a) COMPROMISOS DEL PROYECTO

De Materiales y Equipo:

La suma de todos los pedidos u órdenes de compra, constituyen los compromisos de Materiales y Equipo.

De Mano de Obra:

La suma de todas las listas de rayas y nóminas forman el compromiso de Mano de Obra.

De Subcontratos:

La suma de todos los Subcontratos otorgados constituyen los compromisos de Subcontratos.

De los Costos Indirectos que no generan pedido, subcontrato o listas de raya:

La suma de los pagos efectuados por la Obra, tal es el caso del pago al I.M.S.S., Infonavit, etc.

b) COSTOS INCURRIDOS

Costos de Materiales y Equipo:

Dependiendo de lo que se desee considerar como costo se puede definir el Costo de Materiales y Equipo como sigue:

- 1) Los pagos o proveedores, en cuyo caso las facturas serán los Documentos de respaldo.
- 2) Los Materiales y Equipo recibidos en el almacén, el Documento de respaldo será el aviso de recibido en el almacén.
- 3) Los Materiales y Equipo instalados, el Documento de apoyo será el aviso de salida del almacén.

Se recomienda por Tipo de Contrato lo siguiente:

- 1) En caso de Proyecto a Precio Alzado, por Administración y a P.U. cuyo alcance está bien definido que el costo lo constituyan los Materiales y Equipo recibidos en el almacén.
- 2) En caso de que se trate de un Contrato a Precio - Unitarios cuyo alcance no está bien definido; para poder comparar directamente con las Estimaciones - aprobadas, que el costo lo constituyan los Materiales y Equipo instalados.
- 3) Si se desea conocer las erogaciones reales de Materiales y Equipo, el costo será la suma de los pagos a proveedores.

Costos de Mano de Obra:

Igual al compromiso.

Costos de Subcontratos:

Las liquidaciones a Subcontratistas serán los Costos de Subcontratos.

Costos de Indirectos que no generan Pedido, Subcontrato o Lista de raya:

Igual al compromiso.

V. AVANCE FISICO

a) DEFINICION

Se entiende como Avance Físico el avance real, y objetivo, calculado por medios empíricos de la relación entre el volumen de obra ejecutada, en un momento dado y el volumen de obra total.

El Avance Físico no se relaciona con los precios, costos y otros parámetros, sino únicamente con volúmenes o cantidades de obra y se da en porcentajes relativos. El 100 % de Avance Físico se tiene sólo cuando el Proyecto se ha terminado y es recibido por el Cliente.

El objeto de determinar el Avance Físico en un momento dado, es el de dar un parámetro de referencia para la verificación de los estados económicos de un Proyecto y permitir predecir su costo final.

b) METODOLOGIA PARA EL CALCULO DEL AVANCE FISICO

Para el cálculo del Avance Físico en un Proyecto, y debido a la gran cantidad de conceptos distintos que intervienen en él, es necesario seguir una serie de pasos intermedios que hemos denominado en la siguiente forma:

Calificación

Valor como Unidad

Avance Global.

La definición de cada uno de estos conceptos es:

CALIFICACION: Es el porcentaje que representa cada - - área, cuenta, sub-cuenta o cualquier concepto con relación al total del proyecto.

La suma de las "Calificaciones" de cada área en que - - haya sido dividido el Proyecto será de 100 % y representa el total del mismo.

Para facilidad de cálculo, tal como se verá más adelante, cada área se considerará como una unidad compuesta de un grupo de cuentas, es decir, que la suma de las - "Calificaciones" de las cuentas de un área será de - - 100 %. El mismo criterio se sigue con la "calificación" de cada una de las sub-cuentas que forman una cuenta.

VALOR COMO UNIDAD: Es el porcentaje de "Avance Físico"

que se ha alcanzado en cada área, cuenta o sub-cuenta, considerando a éste como una unidad. Es decir, que en cuanto ha sido terminado el trabajo que se encuentra incluido en cada una de ellas, se alcanza el 100 %.

AVANCE GLOBAL: Representa el Avance Físico de un Proyecto en un momento dado con respecto al total del mismo.

La suma de esta columna será 100 % para el caso del avance global de una de las áreas en que ha sido dividido el Proyecto, cuando el área ha sido terminada y recibida por el Cliente. El mismo criterio se sigue para el caso de las cuentas en que se ha dividido cada área y para las sub-cuentas en que ha sido dividida cada cuenta.

c) CALCULO DE LA CALIFICACION

El Avance Físico debe representar siempre el avance real y objetivo del Proyecto, en el lugar de su ejecución.

Por lo tanto, tomaremos como punto de referencia para calcular las "calificaciones" la mano de obra, que de acuerdo al Estimado, se requiere para ejecutar un determinado trabajo en el campo.

Ahora bien, tenemos mano de obra en los trabajos que ejecutamos directamente así como en los trabajos que se encarguen a subcontratistas, por lo que haremos las siguientes consideraciones:

- Únicamente la Mano de Obra correspondiente a conceptos de "Costo Directo" produce avance físico, por lo que solo ésta se tomará en cuenta.
- Los Subcontratos requieren también de mano de obra, la que generalmente es difícil de calcular. Por experiencia se considera que, en promedio el 25 % del valor de un subcontrato, es la mano de obra necesaria para su ejecución, por lo que este valor será el que consideraremos en el cálculo de las "Calificaciones". Desde luego, debe aclararse que solo los subcontratos en que se ejecuten trabajos incluidos dentro del "Costo Directo" de un Proyecto, serán tomados en cuenta.

En la figura No. 1 se observa un ejemplo del cálculo de las "Calificaciones" de las áreas que forman un Proyecto cualquiera. Para este cálculo se han seguido los siguientes pasos:

Del Estimado Actual tomamos la información correspondiente a:

- a) Número de Área.
- b) Nombre del Área.
- c) Valor de la obra de mano y de los subcontratos correspondientes a cada una de las áreas.

Para obtener las cifras que aparecen en el grupo de columnas titulado "Cifras de Cálculo", procederemos en la siguiente forma:

- a) Mano de Obra.- Se escribe el mismo valor que tenemos para este concepto en el Presupuesto Actual.
- b) Subcontratos.- Se calcula el 25 % del valor de los subcontratos que se encuentran en cada área, escribiendo el valor obtenido en esta columna.
- c) Total.- Aquí se anotará el resultado de sumar las dos columnas anteriores. Este valor servirá para calcular la calificación de cada área.

Para obtener las cifras que aparecen en el grupo de columnas tituladas "Calificación", se procederá en la siguiente forma:

Se divide el valor de la mano de obra más el 25 % del valor de los subcontratos en el área que se está "calificando" por la suma total de la mano de obra más el 25 % del valor de los subcontratos de toda la obra y se multiplica el resultado por 100.

Ejemplo: Utilizaremos el área 0042.

Calificación del Área.

$$\frac{267,773}{2'307,213} \times 100 = 11.6 \%$$

Lo anterior quiere decir que los trabajos que se ejecutarán en el Área de Hidrogenación representan el 11.6 % del trabajo total a realizar hasta la terminación del Proyecto.

Cuando se esté utilizando un Sistema Mecanizado, la computadora calculará estas "Calificaciones".

El valor de las "Calificaciones" se verá afectado cada vez que se modifique el estimado actual en función de alternaciones que hayan sido aprobadas por el Cliente.

En la Figura No. 2 podremos ver el cálculo de las "Calificaciones" correspondientes a las cuentas que forman un área y en la Figura No. 3 el mismo cálculo para las subcuentas que forman otra cuenta cualquiera. El procedimiento de cálculo es idéntico al explicado anteriormente para el caso de las "Calificaciones de las Áreas".

En el caso de la calificación de las cuentas correspondientes a tuberías, accesorios y válvulas, dada su gran complejidad debido a la variedad de materiales, cédulas, tipos de juntas, diámetros, etc., que intervienen en un proyecto consideramos que debe ser analizado con mayor detalle siguiendo el procedimiento indicado a continuación:

Las cuentas de tubería, accesorios y válvulas se agrupan obteniendo un valor total y único para la obra de mano - estimado y los subcontratos si los hubiese. Este valor es la suma de los porcentajes correspondientes a esta cuenta y que de acuerdo a los datos que aparecen en la Figura No. 2 es de 30.2 %. Este valor representa la calificación de la cuenta con relación al área que ha sido considerada como una unidad.

Para la calificación de las subcuentas, seguiremos los pasos que se muestran en la Figura No. 4, a saber:

a) La información contenida en las columnas:

Línea, Ø, Material, Cédula, Tipo de Junta y Longitud, se toma de la información contenida en planos, isométricos y especificaciones correspondientes.

b) En la columna titulada "No. de Accesorios" se anotará el número de conexiones y válvulas que tenga cada línea.

Esta información se obtiene de los planos o isométricos.

- c) En la columna "Longitud Ø", se escribe el valor - que se obtenga de multiplicar la longitud de la - tubería en metros por el diámetro de la misma en pulgadas.
- d) A continuación tenemos una serie de columnas que se agrupan bajo el título genérico de "Factores de Corrección".
Estos factores de corrección tratan de hacer equivalentes las diversas tuberías que se encuentran - en un área, tomando en cuenta los diferentes materiales, cédulas, tipos de juntas y el número de - accesorios contenidos en cada línea.
- En la columna "Global" se incluye el resultado de la multiplicación de los diversos factores de corrección tomando en cuenta así a todos los factores mencionados anteriormente.
- En la Figura No. 5, incluimos la relación de los - diversos factores de corrección.
- e) "Longitud Equivalente", es el producto de multiplicar la longitud Ø por el factor de corrección global. Con este valor hemos igualado o hecho equivalentes todas las tuberías que componen o forman un área. La suma de las longitudes equivalentes será la base para el cálculo de la "Calificación" que - corresponde a cada línea.
- f) La "Calificación" se calcula dividiendo la longitud equivalente de cada línea entre la longitud equivalente total y multiplicando el resultado por 100.

Ejemplo:

Calificación de la Línea PR-0B-111.

$$\text{Long. Equiv. de la Línea} \quad \frac{9,713}{25,909} \times 1000 = 37.5 \%$$

Por lo anterior queda descrito el procedimiento para calcular las "Calificaciones" de cada una de las áreas, - - cuentas y subcuentas que forman un Proyecto.

d) CALCULO DEL AVANCE COMO UNIDAD

Vamos a recordar que el Valor de Calificación calculado en el punto anterior es independiente del avance físico que en un momento dado tenga una área, cuenta o subcuenta. La calificación es un valor obtenido para ser utilizado posteriormente como un punto de referencia o de comparación.

El cálculo del Avance como Unidad es más simple y no es más que una comparación entre los volúmenes ejecutados y los volúmenes de obra total en cada área, cuenta o subcuenta.

Estas relaciones en forma de % nos dan el avance mencionado.

Para calcular el Avance como Unidad hay que tener muy en cuenta que a la terminación de los trabajos hay que hacer detalles, pruebas, reparaciones, etc. Esto nos obligará a considerar siempre un "factor de previsión", que variará según el tipo de obra (Civil, Mecánica, etc.), según la especialidad dentro de un mismo tipo de obra y según las condiciones propias de la construcción por analizarse. El Factor de Previsión puede expresarse en tablas o gráficas, según el avance real de la obra y no será fácil determinarlo cuando se lleva un 10 ó 20 % de avance, pero sí con mayor facilidad cuando se tiene más de un 50 % de avance.

En la obra civil es relativamente sencillo obtener el Avance (Real) como Unidad en un momento dado. En obra mecánica es más complicado, por la ingerencia de múltiples variables; por lo tanto, es conveniente hacer tablas de referencia como auxiliares de cálculo de avance en mención. También, se usan gráficas y tablas de equivalencia, pero todas ellas son producto de la experiencia y de la investigación en diversas obras y en ningún caso son invariables y exactas; hay que recurrir al buen juicio para su manejo y utilización.

Obra Civil. Con algunos ejemplos se va a explicar mejor este punto que es el más sencillo de la obra de tipo industrial.

Supongamos que la cubicación real de la obra nos indica que tenemos 1200 M². de cimbra en zapatas. En un momento dado se tienen ejecutadas las siguientes cantidades de obra:

- 520 M². de superficie cimbrada y descimbrada.
- 185 M². de superficie cimbrada.
- 60 M². de cimbra habilitada.

¿Cuál es el avance como unidad del concepto?.

Solución: El trabajo descimbrado está compuesto por tres etapas o pasos principales, a saber: habilitación, cimbrado y descimbrado. Asignando calificaciones a las tres etapas tendremos:

Habilitado	0.20
Cimbrado	0.70
Descimbrado	<u>0.10</u>
Trabajo Terminado:	1.00

Para el caso de este ejemplo se tendrá:

$$\begin{array}{l} \text{Superficie Cimbrada} \\ \text{y Descimbrada.} \end{array} \frac{520}{1,200} \times 100 \times (0.20+0.70+0.10) = 43.3\%$$

$$\begin{array}{l} \text{Superficie Cimbrada} \\ \text{Superficie Total:} \end{array} \frac{185}{1,200} \times 100 \times (0.20+0.70) = 13.9\%$$

$$\begin{array}{l} \text{Cimbra Habilitada} \\ \text{Superficie Total} \end{array} \frac{60}{1,200} \times 100 \times 0.20 = 1.0\%$$

$$\text{Avance como Unidad: } 58.2\%$$

Supongamos que se tienen que colocar 180 Tons. de acero de refuerzo, de las cuales se han habilitado 69 Tons. y se han colocado 68 Tons. ¿Cuál es el Avance como Unidad del concepto?.

Solución: Las etapas principales de este trabajo las calificaremos de la siguiente forma:

Habilitado	0.60
Armado	<u>0.40</u>
	1.00

De dónde:

$$\begin{array}{l} \text{Acero Habilitado} \\ \text{Acero Total:} \end{array} \frac{69}{180} \times 100 \times 0.60 = 22.99\%$$

$$\begin{array}{l} \text{Acero Armado} \\ \text{Acero Total:} \end{array} \frac{68}{180} \times 100 \times (0.60+0.40) = 37.77\%$$

$$\text{Avance como Unidad: } 60.76\%$$

El sistema seguido en los ejemplos anteriores, es - - aplicable a todos y cada uno de los conceptos de Obra Civil.

En la Figura No. 6 incluimos el criterio de calificar algunos tipos de trabajos civiles y que pueden aplicarse cuando no se requiera una mayor exactitud.

Obra Mecánica. Se puede dividir los trabajos correspondientes a la Obra Mecánica en la siguiente forma:

Equipo Fabricado y Armado en Taller.

En la obra mecánica es símbolo de avance, el montaje del equipo, es decir, que cualquier equipo que se encuentre en los patios o almacén de la obra no produce ningún "avance físico", en tanto no se inicia el montaje.

Para el montaje del equipo se siguen una serie de pasos de modo que se podrá asignar un porcentaje a cada uno de ellos, y se considerará que cuando se ha ejecutado el trabajo correspondiente a cada etapa, se habrá alcanzado el porcentaje de avance físico que le fué asignado. En la Figura No. 7, se muestran las etapas y porcentajes correspondientes al montaje de los equipos más comunes.

Los valores ahí mostrados podrán servir de guía para fijar porcentajes en el caso de equipos que no se encuentren incluidos en los listados.

Equipo Armado en Campo.

Cuando se trata de equipos complejos que van a ser montados en campo, como puede ser el caso de tanques, torres de enfriamiento, etc., tendremos que recurrir a un desglose en todos los conceptos principales que forman el equipo en cuestión, asignando puentes a cada uno de ellos, en función del importe de la obra de mano requerida para su ejecución.

En la Figura No. 8 se incluye un ejemplo. En una forma similar se puede manejar la determinación del avance físico en la instalación de cualquier equipo, por complejo que sea.

Desde luego, será necesario el conocimiento al detalle del trabajo en cuestión, así como el buen juicio de la persona que asigne las calificaciones a cada concepto.

Cada vez que se desea calcular el avance físico en un equipo, se procede a estimar el porcentaje de avance en cada concepto y multiplicándolo por el número de -

puntos asignados a él, obtendremos la puntuación correspondiente al avance logrado. La suma de los puntos dividida por la puntuación total nos dará el - - avance físico.

Este procedimiento podrá utilizarse para medir también el avance en la fabricación del equipo en taller.

Tubería.

Debido a que en el cálculo de la "calificación" de las tuberías se han tomado en cuenta todos los "factores de corrección", el cálculo del avance físico en la instalación de tuberías será relativamente sencillo, ya que sólo se requerirá de medir la longitud instalada, la cual se afectará por los siguientes valores, según el estado de avance en que se encuentra y el lugar en que ha sido fabricada la tubería.

Tubería prefabricada en taller.

Prefabricación	0.5
Montaje	0.3
Soldadura	0.1
Pruebas	<u>0.1</u>
	1.0

Tubería fabricada y montada en campo.

Instalación	0.5
Soldadura	0.4
Pruebas	<u>0.1</u>
	1.0

En la Figura No. 9 se podrá ver un ejemplo de la forma en que calcula el avance físico. La longitud equivalente instalada se calculará en la siguiente forma:

Supongamos que la línea SI-OC-01 está siendo prefabricada en taller e instalada en el campo, teniendo a la fecha las siguientes cantidades asentadas:

Tubería instalada, soldada y probada	96 m.
Tubería instalada y soldada	110 m.
Tubería instalada.	180 m.

La longitud equivalente instalada será:

Tubing.

- | | | |
|----|---|------|
| a) | Canastilla. | 40 % |
| b) | Tubing instalado y conectado a la caja de conexión. | 50 % |
| c) | Pruebas. | 10 % |

Haz de Tubos.

- | | | |
|----|---|------|
| a) | Haz colocado y caja de conexión montada. | 40 % |
| b) | Conectado al panel y a la caja de conexión. | 50 % |
| c) | Pruebas. | 10 % |

e) CALCULO DEL AVANCE GLOBAL

Como hemos venido viendo, se van considerando como unidades a fin de calificaciones, primero el Proyecto - - total, el cual se divide en áreas; segundo, cada área, la cual a su vez se divide en cuentas. Esto requiere - que todos los avances se vayan integrando hasta llegar a obtener el "Avance Físico Global" del proyecto. Vamos a explicar un ejemplo utilizando todos los valores que hemos venido usando hasta ahora, para lo cual nos referiremos a la Figura 1, 2 y 9.

En la Figura No. 9 se muestra el cálculo del "Avance Global" de la Cuenta de Tuberías. Este es igual al producto de multiplicar el valor de la "calificación" correspondiente a la línea por el avance correspondiente al "Valor de la Unidad".

En el caso de la línea SL-0C-01 tendremos:

$$9.1 \times 66 \% = 60.01 \% \text{ de Avance Global.}$$

La suma de los valores así obtenidos para cada una de las líneas nos da el valor correspondiente al "Avance Global" de la Cuenta de Tuberías.

Procediendo en idéntica forma se obtiene el "Avance Global" de todas y cada una de las cuentas en que se ha - - dividido un área, el cual se multiplica por la calificación que le corresponde dentro del área. Siguiendo este procedimiento, se obtienen los Avances Globales de cada una de las cuentas que forman el Área 42, hasta ahora, - para lo cual nos referiremos a la Figura No. 10.

La suma de los Avances Globales correspondientes a cada cuenta nos da el "Avance Global" del Area que en este caso es de 62.4 %.

Repetiendo el procedimiento descrito, se calculan los Avances Globales de cada Area. A fin de obtener el "Avance Global" de cada Area dentro del Proyecto (Fig. 11). La suma de estos valores nos indican el Avance Global del Proyecto, que en este caso es de 69.92 %.

**AVANCE FISICO
CALCULO DE LA "CALIFICACION"
AREAS**

AREA Nº CUENTA	PRESUPUESTO ACTUAL		CIFRAS DE CALCULO			CALIFICA CION.
	O. M.	S. C.	O. M.	25% S.C.	TOTAL	
023	159,313	75,694	159,313	18,924	178,237	8.2
088	423,827	358,217	423,827	89,554	513,381	22.2
030	41,305	134	41,305	34	41,339	1.8
TOTAL DE SERVICIOS	624,445	434,045	624,445	108,512	732,957	32.2
041	209,756	123,789	209,756	30,947	240,703	10.4
042	238,443	117,318	238,443	29,330	267,773	11.6
043	165,468	33,674	165,468	8,419	173,887	7.5
044	494,608	60,954	494,608	15,239	509,847	21.7
045	351,105	123,763	351,105	30,941	382,046	16.6
	1'459,380	459,498	1'459,380	114,876	1'574,256	67.8
	2,083,825	893,543	2'083,825	223,388	2'307,213	100 %

Figura 1

**AVANCE FISICO
CALCULO DE LA CALIFICACION
CUENTAS**

AREA Y CODIGO	CONCEPTO	Presup. Actual		Cifras de Cálculo			Califi- cación
		M.O	S.C	M.O	25% SC	Total	
042-1000	Prep. y mov. tierras	132		132		132	0.1
042-1100	Cimentaciones	3'902		3,902		3,902	1.5
042-1300	Estrc.Divers.	8 900	55,148	8,900	13,787	22,687	8.5
042-2000	Equip. Vent. y Aire Acond.	12,616		12,616		12,616	4.7
042-2500	Bombas	6,165		6 165		6,165	2.3
042-3000	Torres Proc.	12,830		12,830		12,830	4.8
042-3400	Filtros	8,759		8,759		8,759	3.3
042-3900	Separadoras clasificad.	5,346		5,346		5,346	2.0
042-4000	Eyec.y Sist. de vacío	10,692		10,692		10,692	4.0
042-4100	Sist.de sag. y venteo.	1,069		1,069		1,069	0.4
042-5000	Tuberías	35,140		35,140		35,140	13.1
042-5100	Accesorios	43,500		43,500		43,500	16.2
042-5200	Válvulas	2,270		2,270		2,270	0.9
042-5400	Aislamiento		44,316		11,079		
042-5500	Soporteria	23,096		23,096		23,096	8.6
042-5600	Pintura		17,854		4,464		1.7
042-5700	Empaques y Tornillos	6,000		6,000		6,000	2.2
042-6000	Sist.de -- tierr.y para rrayos.	2,427		2,427		2,427	0.9
042-6200	Fza.baja ten- sión y Cont!	4,037		4,037		4,037	1.5
042-6300	Alumbrados y contactos	6,224		6,224		6,224	2.3
	O t r o s	45,338		45,338		45,338	16.8
Total de Area		238,443	117,318	238,443	29,330	267,773	100%

Figura 2

AVANCE FISICO CALCULO DE LA CALIFICACION SUBCUENTAS

N° de Cuenta	C O N C E P T O	O.M.	S.C.	O.M.	25%S.C.	Total	Total
042-1100	Excavación en mat "A" de 0 a 2 metros	680		680		680	7.7
	Cimbra de contacto en - zapatas de cimentación	1,010		1,010		1,010	11.4
	Fierro de refuerzo fy - 4000	1,800		1,800		1,800	20.2
	Concreto f'c 210 en za- patas de cimentación	5,410		5,410		5,410	60.7
	TOTAL	8,900		8,900		8,900	100.0%

figura 3

AVANCE FISICO CALCULO DE LA CALIFICACION TUBERIAS

LINEA	Ø	MATERIAL	CEDULA	TIPO DE JUNTA	Nº DE ACCESORIOS	LONGITUD TOTAL(M)	LONGITUD Ø	FACTORES		DE CORRECCION			LONGITUD EQUIVALENTE	CALIFICACION
								MAT	TIPO CED.	Nº JUN	ACC.	GLO.		
PR-OB-11	1½"	A.C.	80	Roscada	1,300	3,700	5,550	1.0	1.25	0.7	2	1.75	9,713	37.5%
PR-OB-92	1 "	A.C.	80	Roscada	162	360	360	1.0	1.25	0.7	2	1.75	630	2.4%
PR-OB-81	4 "	S.S.	10	Sol tope	56	330	1,320	1.57	0.5	1.0	1	0.79	1,043	4.0%
PR-OB-01	20"	A.C.	20	Sol tope	10	300	6,000	1.0	0.8	1.0	1	0.80	4,800	18.5%
SM-OB-01	14"	A.C.	20	Sol tope	26	380	5,320	1.0	0.8	1.0	1	0.80	4,256	16.4%
NP-OC-07	2 "	S.S.	5	Sol tope	145	220	440	1.57	0.4	1.0	3	1.88	827	3.2%
SL-OC-01	6 "	A.C.	40	Sol tope	10	400	2,400	1.0	1.0	1.0	1	1.00	2,400	9.3%
SE-OC-01	8 "	A.C.	40	Sol tope	73	280	2,240	1.0	1.0	1.0	1	1.00	2,240	8.7%
T O T A L E S												25,909	100%	

Figura 4

FACTORES DE CORRECCION EN TUBERIA

POR MATERIAL

Acero al carbón negro	1.00
Acero al carbón galv. (roscado)	1.14
Hierro forjado galv. (roscado)	1.14
Red Brass (roscado)	1.21
Aluminio 3001 o' 6061	1.86
Aleación Aluminio bronce	2.00
Acero Inoxidable	1.57
Mónel	1.86
Nickel	2.00
Cromo molibdeno	1.74
Polipropileno	1.74
Havek	1.80

POR CEDULA

Cédula 5	0.40
Cédula 10	0.50
Cédula 20	0.80
Cédula 40	1.00
Cédula 80	1.25

POR TIPO DE JUNTA

Embutida (socket weld)	0.60
Soldada a tope	1.00
Roscada	0.70
Bridada	1.50
Cementada	0.50

POR NUMERO DE ACCESORIOS

hasta 30 juntas por 100 m.l. tubería	1.00
de 31 a 60 juntas po 100 m.l. tubería	2.00
más de 61 juntas por 100 m.l. tubería	3.00

GUIA PARA DETERMINAR EL AVANCE FISICO EN TRABAJOS CIVILES

1	CIMENTACIONES	
	a) <u>de pilotes</u>	
	A) fabricación	50%
	B) hincado	50
	b) <u>de concreto</u>	100%
	A) excavación	20%
	B) cimbrado y armado	40%
	C) colado	20%
	D) decimbrado y detalles de terminación	10%
	E) rellenos	10%
2	ESTRUCTURAS DE CONCRETO SIN INCLUIR CIMENTACION	100%
	A) cimbrado y armado	60%
	B) Colado	20%
	C) Decimbrado	10%
	D) Detalles de terminación	10%
3	ESTRUCTURAS DE ACERO (FABRICADAS EN TALLER)	100%
	A) Montaje (EN BASE A PESO)	70%
	B) Soldadura	30%
4	ESTRUCTURAS PRECOLADAS	100%
	a) Por unidades precoladas	50%
	B) Por unidades montadas	30%
	C) Junteo	20%
5	EDIFICIOS	100%
	a) <u>estructuras de cubierta</u>	
	A) estructura montada	45%
	B) muros y techo completo	45%
	C) Detalles Terminación	10%
	b) <u>albañilería gruesa</u>	100%
	A) Muros y piso	50%
	B) Techos	30%
	C) Herrería	10%
	D) Detalles terminación	10%
		100%

Figura N° 6

GUIA PARA DETERMINAR EL AVANCE COMO UNIDAD
EN MONTAJE DE EQUIPO
FABRICADO EN TALLER.

46

	COLUMNAS O RECIPIENTES SIN INTERNOS		COLUMNAS O RECIPIENTES CON INTERNOS		TANQUES FABRICADOS EN TALLER SIN INTERNOS		TANQUES FABRICADOS EN TALLER CON INTERNOS		CAMBIADOR DE CALOR, CARGAZA Y TUBOS		CAMBIADOR DE CALOR, TUBOS ALETEADOS		CAMBIADOR DE CALOR ENFRIADOR DE CAJA		CAMBIADOR DE CALOR, ENFRIADOR ALETEADO		CALENTADOR VERTICAL DE FUEGO DIRECTO O PAQ.		CALENTADOR VERTICAL DE FUEGO DIRECTO C.M.CAMP		BOMBA Y MOTOR. UNIDAD PAQUETE		BOMBA Y MOTOR UNIDADES SEPARADAS		
SUBESTRUCTURA MONTADA														20			20								
COLOCADO EN SU LUGAR	60	30	60	30	60	60	60	25	10	50	20	45	25												
NIVELADO Y RECIBIDO	30	15	30	15	30	30	25	10	20	10	35	20													
INTERNOS MONTADOS		45		45																					
SERPENTINES INSTALADOS								40	20																
TUBOS INSTALADOS																	20								
VENTILADOR Y MOTOR ENSAMBLADO									20																
VENTILADOR BALANCEADO									10																
CHIMENEA INSTALADA										20	10														
QUEMADORES INSTALADOS											10														
ALINEAMIENTO VERIFICADO																			10						
MOTOR INSTALADO																								15	
ACOMPLAMIENTO Y NIVELACION																								30	
PRUEBAS	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ENTREGA AL CLIENTE	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
TOTAL.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Figura 7

CALCULO DE AVANCE COMO UNIDAD.

EQUIPO MONTADO EN EL CAMPO

CONCEPTO	Califi. cación	avance como unidad		
		ep.2350A	ep.2350B	
1 PLACA DE FONDO COLOCADA Y PUNTEADA	100	100	100	
2 PLACAS 1er. ANILLO COLOCADA Y PUNT.	105	105	105	
3 PLACAS 2do. ANILLO COLOCADA Y PUNT.	100	90	90	
4 PLACAS 3er. ANILLO COLOCADA Y PUNT.	105	100	0	
5 PLACAS 4o. ANILLO COLOCADA Y PUNT.	105	105	0	ANILLO
6 PLACAS 5o. ANILLO COLOCADA Y PUNT.	105	105	0	
7 PLACAS 6o. ANILLO COLOCADA Y PUNT.	105	105	0	
8 PLACAS 7o. ANILLO COLOCADA Y PUNT.	105	105	0	
9 ANGULO DE CORONAMIENTO	20	20	0	
10 PLACAS DE TEBHADO COLOCADO Y PUNT.	350	350	0	TECHADO
11 SOLDAR FONDO	450	450	0	SOLDAR
12 SOLDAR PRIMER ANILLO	580	580	580	
13 SOLDAR 2o. ANILLO	500	500	100	
14 SOLDAR 3er. ANILLO	420	420	0	
15 SOLDAR 4o. ANILLO	300	300	0	
16 SOLDAR 5o. ANILLO	210	210	0	
17 SOLDAR 6o. ANILLO	190	190	0	
18 SOLDAR 7o. ANILLO	180	180	0	
19 SOLDAR ANGULO	20	10	0	
20 SOLDAR TECHO	860	86	0	
21 COLOCAR Y SOLDAR ESCALERA	50	0	0	
22 COLOCAR Y SOLDAR BOQUILLA	150	0	0	
23 ESMERILAR CORDONES DEL FONDO	275	0	0	
24 ESMERILAR CORDON ENVOLVENTE	800	0	0	
25 ESMERILAR CORDONES DE TECHO	745	0	0	
26 PRUEBA HIDROSTATICA	60	0	0	
27 LIMPIEZA	20	0	0	
SUMA	7'000	4'206	1'070	
AVANCE %	100 %	60.1 %	15.3 %	

Figura 8

CALCULO DE AVANCE FISICO GLOBAL

TUBERIAS

LINEA	LONGITUD TOTAL (M)	CALIFICACION (*)	LONGITUD INSTALADA	VALOR DE LA UNIDAD	AVANCE GLOBAL
PR-OB-111	3,700	37.5 %	2,609	72.7 %	27.3 %
PR-OB-93	360	2.4	360	100.0	2.4
PR-OB-81	330	4.0	180	54.5	2.2
PR-OB-01	300	18.5	300	100.0	18.5
SM-OB-01	380	16.4	80	21.1	3.5
NP-OC-07	220	3.2	110	50.0	1.6
SL-OC-01	400	9.3	264.4	66.1	6.1
SE-OC-01	280	8.7	280	100.0	8.7
TOTAL		100. %			70.3

(*) Valores tomados de la figura 4

Figura 9

**CALCULO DEL AVANCE GLOBAL
DEL AREA 042**

No. de cuenta	CONCEPTO	Califi. cación	avance de la unidad	avance global
42-1000	PREPARACION Y MOVIMIENTO DE TIERRA	0.1	100.0	0.1
42-1100	CIMENTACION	1.5	100.0	1.5
42-1300	ESTRUCTURAS DIVERSAS	8.5	95.6	8.1
42-2000	EQUIPO VENT. Y AIRE ACONDICIONADO	4.7	50.3	2.4
42-2500	BOMBAS	2.3	90.4	2.1
42-3000	TORRES DE PROCESO	4.8	80.1	3.8
42-3400	FILTROS	3.3	61.8	2.0
42-3900	SEPARADORES Y CLASIFICADORES	2.0	93.2	1.9
42-4000	EYECTORES Y SISTEMAS DE VACIO	4.0	30.1	1.2
42-4100	SISTEMAS DE SEGURIDAD Y VENTEOS	0.4	63.2	0.3
42-5000	TUBERIAS, ACCESORIOS, VALVULAS	30.2	70.4	22.6
42-5400	AISLAMIENTO	4.2	0.0	0.0
42-5500	SOPORTERIA	8.6	94.6	8.1
42-5600	PINTURA	1.7	0.0	0.0
42-5700	EMPAQUES Y TORNILLOS	2.2	43.2	1.0
42-6000	SISTEMAS DE TIERRAS Y PARARRAYOS	0.9	71.6	0.6
42-6200	FUERZA BAJA TENSION Y CONTROL	1.7	18.2	0.3
42-6300	ALUMBRADO Y CONTACTOS	2.3	36.1	0.8
42-6400	SISTEMA DE COMUNICACIONES	0.8	0.0	0.0
42-7000	APARATOS DE CONTROL Y/O MEDICION	7.3	0.0	0.0
42-7300	LINEAS DE ALIMENTACION	6.5	86.1	5.6
42-7400	ELEMENTOS FINALES DE CONTROL	2.2	0.0	0.0
AVANCE GLOBAL DEL AREA		100.0		62.4 %

Figura N° 10

CALCULO DEL AVANCE GLOBAL DEL PROYECTO

Area	califi. cación	avance de la unidad	avance global
023	8.2	46.1	3.78
028	22.2	84.9	18.85
030	1.8	76.3	1.37
	32.2		24.00
041	10.4	56.1	5.83
042	11.6	62.4	7.23
043	7.5	81.3	6.09
044	21.7	94.2	20.44
045	16.6	36.3	6.03
	67.8		45.62
AVANCE GLOBAL DEL PROYECTO	100.0 %		69.62

Figura 11

VI. PROYECCION ECONOMICA

a) OBJETIVOS

Tal como se mencionó en el Capítulo I: los controles de bien mirar hacia adelante y precisamente el objetivo de la proyección económica, es ver hacia el futuro, por lo tanto, basándose en la Situación Económica actualizada del proyecto se pretende saber en determinado momento que sucederá si el proyecto se mantiene como está. En otras palabras, se pretende saber en el momento del análisis como va a terminar el proyecto con objeto de:

Detectar, corregir y prevenir desviaciones.

De tal manera que el proyecto siempre se conserve dentro del plan establecido.

b) CALCULO DEL ESTIMADO PARA TERMINAR

Se entiende por estimado para terminar, al pronóstico de los compromisos por contraer en una etapa predeterminada y perfectamente definida del proyecto, para tener el total cumplimiento del alcance actual del contrato, considerando para el cálculo de este pronóstico la experiencia adquirida en la parte desarrollada del proyecto - - (rendimientos, precios actuales, últimas cotizaciones, etc.).

Determinación del Estimado para terminar de la mano de Obra.

Normalmente se debe obtener por dos ó más procedimientos diferentes y cotejar los resultados, algunos de estos procedimientos son los siguientes:

1) Análisis en base al Costo Unitario.

El método consiste en la aplicación de los precios unitarios obtenidos por actividades similares ya ejecutadas, a las cantidades de obra por ejecutar.

La obtención de estos precios unitarios puede lograrse por medio de un análisis similar al realizado para calcular el estimado original, sólo que

ahora corrigiendo Volúmenes y Rendimientos por medio de nuevas Cubicaciones y nuevos rendimientos. El inconveniente de este método es que resulta muy laborioso, ya que es necesario analizar cada actividad que hay que ejecutar, sacrificando con ello, la oportunidad del estudio.

- 2) Una variante a este procedimiento consiste en agrupar las actividades en partidas representativas, por ejemplo, en longitud total de tuberías sin importar diámetros, ni número de accesorios, indicando un diámetro promedio y densidad promedio de accesorios por unidad de longitud.

Esta variante sacrifica la precisión a favor de una mayor oportunidad.

Hay que tomar en cuenta para la aplicación de estos métodos que la erogación al ejecutar las primeras unidades de obra es diferente a la erogación de las últimas. Generalmente la última es mayor, la razón es que durante la ejecución de estas unidades, se tiene un porcentaje mayor de detalles por ejecutar.

- 3) Análisis en función al personal necesario.

Este método consiste en la determinación de la cantidad de personal necesario para terminar el trabajo, clasificándolo por categoría y aplicar a las cantidades resultantes el tabulador de salarios.

Su aplicación debe hacerse por partidas o grupos de partidas ya que de aplicarse a actividades sería demasiado laborioso y tardado, cayendo en un método de análisis de costos unitarios, indicado en el punto (1).

- 4) Análisis en base al Avance Físico.

Supongamos que se tiene lo siguiente:

Importe de la mano de obra a la fecha	\$	100,000
% de Avance Físico		40 %

Estimado para terminar = $\frac{(100,000 - 100,000)}{0.40} \cdot 1.10 = \$165,000$

Determinación del estimado para terminar de materiales.

1) Análisis General

En base a las cubicaciones, se deberá llevar un control, partida por partida del material obtenido por medio de alguna orden de compra y los precios unitarios, de tal manera que en cualquier momento se puede obtener, por simple diferencia de lo cubicado contra lo comprado, lo pendiente de comprometer, lo cual multiplicado por el precio unitario obtenido en la compra, nos da el estimado para terminar de materiales.

Determinación del estimado para terminar de Subcontratos.

Deberán existir también cubicaciones de los conceptos que serán subcontratados y en función del tipo de contrato que será otorgado se procederá de la siguiente manera:

Subcontrato a precios unitarios.

- 1º Si el contrato ya ha sido otorgado, simplemente se comparan los volúmenes de las cubicaciones contra los pagados según estimaciones y a la diferencia se le multiplica por el precio unitario otorgado.
- 2º Si el contrato no ha sido otorgado pero ya se cuenta con varias cotizaciones:
El EPT se obtendrá con el producto de las cubicaciones por los precios unitarios del subcontratista que probablemente gane el concurso.
- 3º Si el contrato no ha sido otorgado, ni hay cotizaciones.
En este caso, el estimado para terminar será igual al estimado actual.

Subcontrato a precio alzado.

Al otorgarse el contrato se tendrá automáticamente el costo final estimado, si no se ha dado el contrato la cotización más viable y si no hay cotizaciones, se conserva el estimado para terminar igual al estimado actual.

Subcontrato por administración.

Se procede igual al subcontrato a precio alzado.

Determinación del Estimado para terminar de gastos indirectos o distribuibles.

Para calcular el EPT de los gastos indirectos se procederá a calcularlos exactamente igual a como se hizo en el estimado original sólo que ahora corregidos por la información actualizada es decir:

- 1º Formar una lista de todos y cada uno de los gastos indirectos.*
- 2º Analizar cada uno de estos conceptos por ejemplo:*

Para personal técnico se hará un programa de personal indicando el tiempo que estará en la obra y los sueldos que perciben, etc.

Será necesario en varios de éstos conceptos utilizar la información de experiencias anteriores para que sean calculados en función de porcentajes y en otros ya se tendrá información específica para hacer el cálculo más cercano a la realidad.

c) CALCULO DEL COSTO FINAL ESTIMADO

El estimado para terminar adicionado a los compromisos contraídos a la fecha de su estudio recibe el nombre de Costo final estimado.

La comparación de este resultado con el estimado actual mostrará las tendencias a variación de los costos reales respecto a los estimados.

El estimado para terminar al ser obtenido siguiendo el mismo catálogo de cuentas del estimado dará origen a un costo final estimado también por cuentas, lográndose información acerca de donde se localizan las desviaciones al plan original.

VII. REPORTE DE COSTOS

a) INFORMACIÓN QUE DEBE TENER UN REPORTE DE COSTOS

De acuerdo a la definición de Control de Costos, se habla de un plan, norma o estándar prefijado, por lo tanto, un Reporte de Costos debe mostrar cuál es este plan, en el caso de la Construcción, el Estimado Original y el Programa constituyen dicho plan, es decir, todo Reporte de Costos debe mostrar el Estimado Original y los valores de la curva de Avance Programada.

Se habló también que se debe establecer un Sistema de Medición de los resultados, en nuestro caso tendremos:

- 1) Un Catálogo de Cuentas
- 2) Un conocimiento preciso de la Situación Económica del Proyecto.

Por lo anterior, se deberá incluir en el Reporte de Costos un nivel de información suficiente para lograr que se indiquen rápidamente las desviaciones sin llegar al extremo de refinamiento, puesto que los controles deben ser económicos.

Se deberá incluir también los valores de los compromisos y los Costos hasta la fecha del Análisis.

Va se ha mencionado que los Controles deben mirar hacia adelante por lo tanto, el Reporte deberá contener el Estimado para Terminar y el Costo Final Estimado.

Por último se señaló que los Controles deben indicar rápidamente las desviaciones, la forma más común es por Comparación, en efecto, con la simple Comparación del Estimado Actual y el Costo Final Estimado se pueden identificar desviaciones. De la misma manera se procede con el Avance Programado y el Avance Físico, por lo tanto, nuestro Reporte debe contener también estas comparaciones.

Resumiendo el Reporte de Costos debe indicar:

- Estimado Original
- Alteraciones y/o Transferencias
- Estimado Actual
- Compromisos
- Costos
- Estimado para terminar
- Costo final estimado
- Avance físico
- Avance programado

Obviamente que un Reporte de Costos debe contener a los conceptos básicos de Costo:

- Mano de Obra Directa
- Materiales Directos
- Subcontratos Directos
- Costos Indirectos

6) FORMATOS DE REPORTES DE COSTOS

En hojas anexas se están proponiendo algunos formatos para Reportes de Costos, los cuales podran ser preparados en diferentes periodos.

REPORTE SEMANAL DE COSTO DE MANO DE OBRA

CODIGO	CONCEPTO	ESTIMADO	ESTIMADO	COSTO DE M. DE O. EN LA SEM. ACUM.	COSTO PROMEDIO	COSTO FINAL ESTADO	(AHORRO) SOBRECOSTO
		ORIGINAL	ACTUAL		DE.H.H. EN LA SEM. ACUM.		

REPORTE SEMANAL DE CONSUMO DE HORAS HOMBRE

CODIGO	CONCEPTO	ESTIMADO	ESTIMADO	HRS.H. CONSUMIDAS	% DE	AVANCE FISICO	HRS. FINALES
		ORIGINAL	ACTUAL	EN LA SEM. ACUM.	HRS. CONSUMIDAS EN LA SEM. ACUM.	EN LA SEM. ACUM.	ESTIMADO

VIII. ESCALACION E INDICES DE COSTOS

a) INFLUENCIA DE LA ESCALACION EN EL RESULTADO ECONOMICO

Es de todos conocido, que la Escalación es el incremento de Costos de un Proyecto a través del tiempo, provocado por el aumento de los precios de los insumos necesarios para su ejecución.

Los insumos en el caso de la Construcción Industrial, son:

La Mano de Obra
 Los Materiales y
 Los Equipos para Proceso
 y Servicios

b) PROPIEDADES DE LOS INDICES DE COSTOS

Se dice que un número Índice es la medida estadística, diseñada para mostrar los cambios de una variable o de un grupo de variables, a través del tiempo y de factores distintos al tiempo pero que afectan también a dichas variables.

Es decir, un Índice de Costos es el resultado del cociente del Costo de un bien en un periodo dado, entre el Costo del mismo bien en otro periodo.

Expresado algebraicamente decimos:

$$Ic = \frac{Cn}{Ca}$$

Donde:

Ic = Índice de Costo
 Cn = Costo de un Periodo
 Ca = Costo en el Periodo Base

1.- Propiedad de Identidad

Un Índice de Costo en un periodo dado, con base en el mismo periodo es igual a la Unidad.

En efecto:

$$I_c = \frac{C_a}{C_a} = 1$$

2.- Propiedad de Tiempo Inverso

Cuando dos periodos se intercambian, sus correspondientes índices son recíprocos entre sí.

Es decir:

$$\frac{C_a}{C_b} = \frac{1}{\frac{C_b}{C_a}} \quad \text{ó bien} \quad \frac{C_a}{C_b} \times \frac{C_b}{C_a} = 1$$

3.- Índices en Cadena ó Enlazados

El Índice de Costo para un periodo dado, con respecto a otro periodo tomando como base, puede expresarse siempre en términos de Enlace relativos.

Por ejemplo:

$$\frac{C_n}{C_{n-1}} \times \dots \times \frac{C_d}{C_c} \times \frac{C_c}{C_b} \times \frac{C_b}{C_a} = \frac{C_n}{C_a}$$

4.- Reconversión del periodo Base

Cuando ya se tiene fijado un periodo base, ó por algún motivo se cambia a otro periodo base, se ha reconvenido el periodo y funciona de la siguiente manera:

Periodo a Base	Índice Base a	Índice Base C	Reconversión
Periodo b	$\frac{C_b}{C_a} = I_{ba}$	$\frac{C_b}{C_c} = I_{bc}$	$I_{bc} = \frac{I_{ba}}{I_{ca}}$
Periodo c	$\frac{C_c}{C_a} = I_{ca}$	$\frac{C_c}{C_c} = I_{cc}$	$I_{cc} = \frac{I_{ca}}{I_{ca}}$

$$\begin{array}{l} \text{Período } d \quad \frac{C_d}{C_a} = I_{da} \qquad \frac{C_d}{C_c} = I_{dc} \qquad I_{dc} = \frac{I_{da}}{I_{ca}} \\ \text{Período } e \quad \frac{C_e}{C_a} = I_{ea} \qquad \frac{C_e}{C_c} = I_{ec} \qquad I_{ec} = \frac{I_{ea}}{I_{ca}} \\ \text{Período } f \quad \frac{C_f}{C_a} = I_{fa} \qquad \frac{C_f}{C_c} = I_{fc} \qquad I_{fc} = \frac{I_{fa}}{I_{ca}} \end{array}$$

5.- Operación de Índices entre distintos períodos

Como corolario de todo lo anterior debemos establecer algo muy importante: Los Índices no pueden restarse entre sí, es decir, si nos interesa el aumento relativo de un bien en dos períodos.

Lo correcto es:

$$\frac{C_b}{C_a} = I_c$$

Lo incorrecto:

$$C_b - C_a = I_c$$

c) APLICACION DE LA CLAUSULA DE AJUSTE PARA ACTUALIZACION DE PRECIOS

Debido a una Circular girada por las Secretarías de - Hacienda y Crédito Público y del Patrimonio Nacional - a Dependencias del Gobierno Federal, organismos Descenralizados y Empresas de participación estatal que realizan Obra Pública, en relación con la aplicación de - la Cláusula de ajuste; se inició la implantación oficial en los Contratos de esta Cláusula.

Se establezca que a partir del 1º de Septiembre de 1975 podrá ser incorporada a los Contratos y para su correcta aplicación se debe utilizar una fórmula escalatoria de tipo trinomial como la siguiente:

$$Pa = Po \left(a \frac{Mof}{Moi} + b \frac{Maf}{Moi} + c \frac{Egf}{Egi} \right)$$

En donde:

Pa Es el Precio Unitario o Precio Global actualizado.

Po Es el Precio Unitario o Precio Global que se busca actualizar.

a, b y c Son los pesos de los elementos o grupos de insumos de la Construcción, los cuales cumplen con la característica de que:

$$a = b = c = 1.0$$

Mof Es el costo de la Mano de Obra en la fecha de actualización.

Moi Es el costo de la Mano de Obra en la fecha de Contratación.

Maf Es el costo de Materiales en la fecha de actualización.

Mai Es el costo de la Mano de Obra en la fecha de Contratación.

Egf Es el costo del Equipo de Construcción en la fecha de actualización.

Egi Es el costo del Equipo de Construcción en la fecha de Contratación.

Con el objeto de que el análisis matemático sea un fiel reflejo de la realidad; en este trabajo se recomienda transformar la fórmula antes expuesta a la que sugerimos a continuación, puesto que contempla la variación de los Índices a través del tiempo, característica que no tiene la anterior.

$$Fa = \frac{1}{100} (X1 \quad II \quad + \quad X2 \quad 12 \quad + \quad \dots \quad + \quad Xn \quad In)$$

en que F_a es el Factor Dinámico de actualización - -
para:

Mano de Obra (Famo)

Materiales (Fam)

Maquinaria (Fama)

X1, X2, X3 Xn = Porcentaje de Avance de Obra
o Compra de Mats., según es
el caso.

11, 12, 13 In = Índice General de Costos - -
aplicable al respectivo Avan
ce de Obra, o de Compra de -
Mats., según el caso.

$P_a = P_{mo} (F_{amo}) + P_m (F_{am}) + P_{ma} (F_{ama})$

En que:

P_a = Porcentaje de ajuste al Costo Directo.

P_{mo} = Porcentaje en que interviene el Costo Directo
de Mano de Obra en el Costo Directo Total.

P_m = Porcentaje en que interviene el Costo Directo
de Materiales en el Costo Directo Total.

P_{ma} = Porcentaje en que interviene el Costo Directo
de Maquinaria en el Costo Directo Total.

F_{amo} = Factor Dinámico de actualización para Mano de
Obra.

F_{am} = Factor Dinámico de actualización para los - -
Materiales.

F_{ama} = Factor Dinámico de actualización de Maquinaria.

$P_a = P_a (CD) + P_a (CI) + U$

En que:

P_a = Porcentaje de ajuste al precio anterior.

P_a = Porcentaje de ajuste al costo directo.

- CD = Porcentaje que representa el Costo Directo respecto al Precio Unitario.
- CI = Porcentaje que representa el Costo Indirecto respecto al Precio Unitario.
- U = Porcentaje que representa la Utilidad respecto al Precio Unitario.

Con el objeto de simplificar lo más posible el desarrollo del ejemplo que se resolverá a continuación se harán las siguientes consideraciones:

- 1.- El Estimado del Proyecto asciende a \$ 2'750,483
- 2.- El Índice de Mano de Obra está dado por el salario mínimo.
- 3.- El Índice de Materiales está dado por el Banco de México en su publicación de indicadores Económicos Cuadro III-3 columna de Materias primas general, considerando su variación cada 3 meses.
- 4.- La duración de la Obra es desde Julio de 1975 - hasta Enero de 1978.
- 5.- La Obra se realiza en México, D.F.
- 6.- El 21 % del Estimado de Costo Directo es Mano de Obra Directa, el 79 % son Materiales Directos y no se estima utilización de Maquinaria.
- 7.- El 60 % del Estimado es Costo Directo, el 30 % es Costo Indirecto y el 10 % es Utilidad.

Obtención de los factores de actualización de las gráficas de las láminas 1 y 2 ("Gráficas Dinámicas de Actualización"), se obtendrán los factores de actualización de Materiales y de Mano de Obra de la siguiente manera:

- 1) Para Mano de Obra (ver lámina No. 1)

$$F_{mo} = \frac{1}{100} (X_1 I_1 + X_2 I_2 + X_3 I_3 \dots + X_n I_n)$$

X1	4.00	I1	1.67
X2	28.00	I2	2.06
X3	22.00	I3	2.54
X4	46.00	I4	2.80
	<hr/>		
	100.00		

$$Famo = \frac{1}{100} (4 \times 1.67 + 28 \times 2.06 + 22 \times 2.54 + 46 \times 2.80)$$

$$Famo = 2.4904$$

2) Para Materiales (ver lmina No. 2)

X1	2.00	I1	0.987
X2	2.00	I2	1.011
X3	4.00	I3	1.077
X4	4.00	I4	1.097
X5	20.00	I5	1.149
X6	22.00	I6	1.370
X7	18.00	I7	1.500
X8	20.00	I8	1.591
X9	4.00	I9	1.643
X10	4.00	I10	1.647
	<hr/>		
	100.00		

$$Fam = \frac{1}{100} (2 \times 0.987 + 2 \times 1.011 + 4 \times 1.097 + 20 \times 1.149 + 22 \times 1.370 + 18 \times 1.500 + 20 \times 1.591 + 4 \times 1.643 + 4 \times 1.647 + 4 \times 1.077)$$

$$= \frac{1}{100} (137.792)$$

$$Fam = 1.3779$$

$$Pa = Pmo (Famo) + Pm (Fam) + Pma (Fama)$$

$$Pa = 0.21 (2.4904) + 0.79 (1.3779)$$

$$= 0.5229 + 1.0885$$

$$Pa = 1.6114$$

$$Pa = 1.6114 (0.60) + 1.6114 (0.30) + 0.10$$

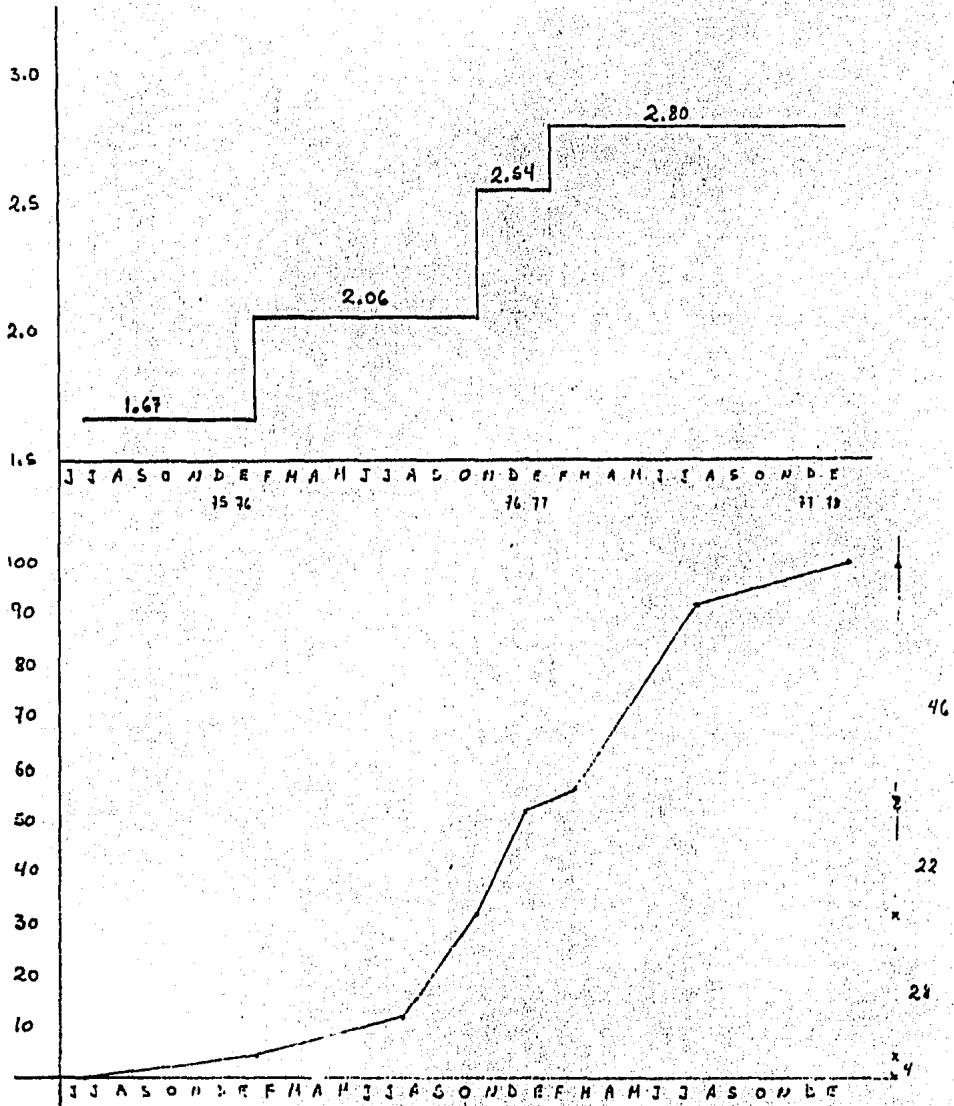
$$Pa = 1.4503 + 0.10$$

$$Fa = 1.5503$$

$$\text{Precio actualizado} = \$ 2'750,483.00 \times 1.5503$$

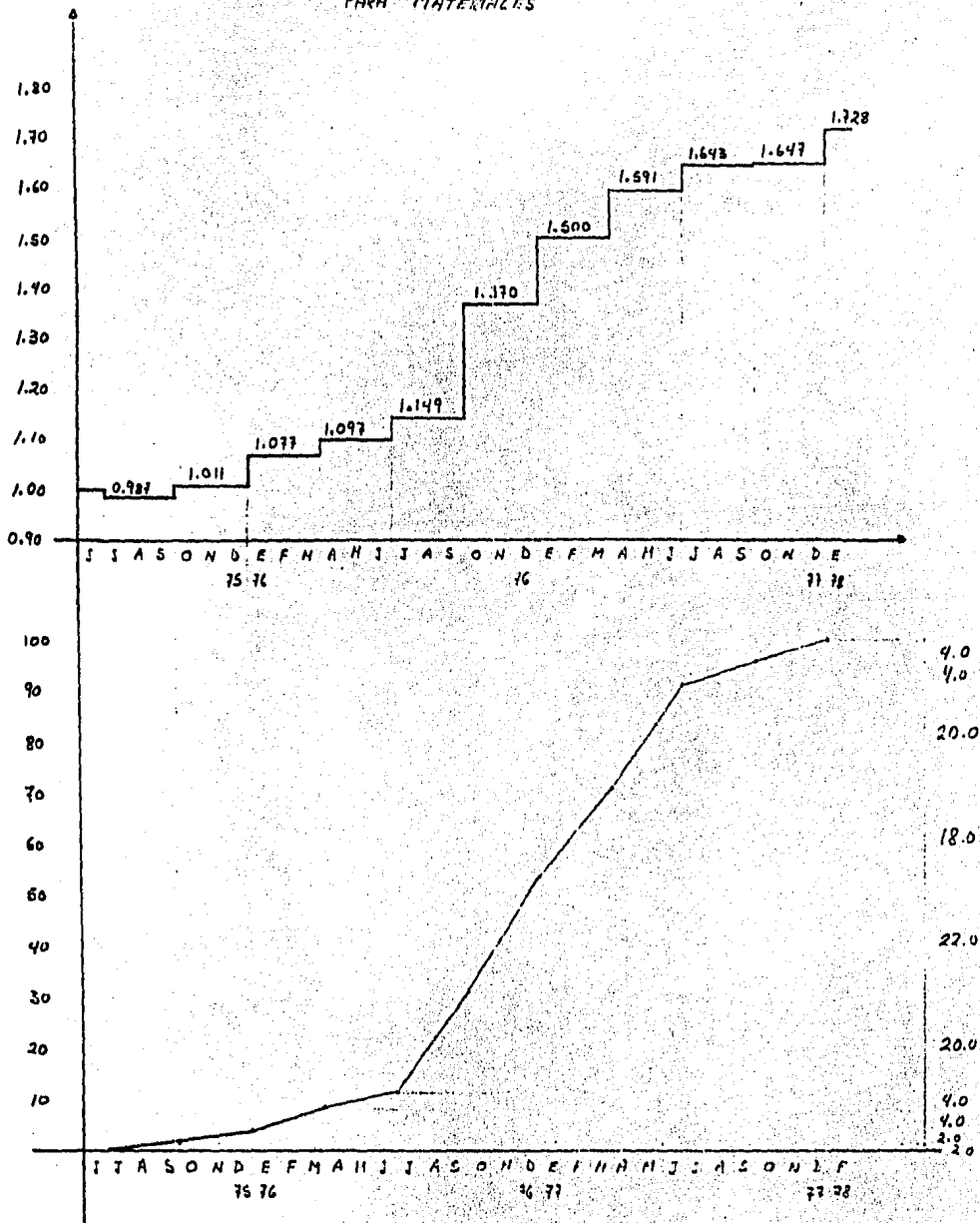
$$= \$ 4'264,074.00$$

GRAFICA DEL FACTOR DINAMICO DE ACTUALIZACION 68
 PARA MANO DE OBRA



Unidad: %

GRAFICA DEL FACTOR DINAMICO DE ACTUALIZACION
PARA MATERIALES



30.0.0.1.2

INDICES DE LA MANO DE OBRA

SALARIO MINIMO

FECHA BASE: ENERO, 1972

SALARIO BASE: \$ 38.00

MES	AÑO	SALARIO MINIMO	INDICE
ENERO	1972	38.00	1.00
SEPTIEMBRE	1973	44.85	1.18
ENERO	1974	52.00	1.37
OCTUBRE	1974	63.44	1.67
ENERO	1975	78.60	2.06
OCTUBRE	1976	96.70	2.54
ENERO	1977	106.40	2.80
ENERO	1978	120.00	3.15

IX. CONCLUSIONES

a) INTERPRETACION DE LOS REPORTES DE COSTOS

La información obtenida de la Comparación del estimado actual y el costo final estimado es de suma importancia para los responsables del proyecto, ya que les permite tomar medidas preventivas en el sentido de reducir los posibles sobrecostos y conservar las tendencias al - - ahorro.

Para la empresa también resulta de gran importancia el reporte de costos por que le permite planear mejor sus finanzas y en el caso de proyectos por administración, al propietario le permitirá efectuar las decisiones financieras con oportunidad.

b) A QUIEN VA DIRIGIDO EL REPORTE DE COSTOS

Todo el personal técnico y administrativo que interviene en el desarrollo de la construcción debe tener acceso al Reporte de Costos, sin embargo el nivel de información no debe ser el mismo para todas las jerarquías, es decir deberá dirigirse de la siguiente manera:

Al Dueño de la Empresa Muy general; solamente resumen de resultados incluyendo comentarios y aclaraciones sobre lo mas relevante.

Al Director de la Obra Mayor detalle: el resumen y además un desglose al nivel de las áreas u órdenes de trabajo también incluyendo comentarios y aclaraciones.

A2 ejecutor de la Obra

Con todo detalle; debe tener conocimiento exacto de donde se localiza el problema para corregirlo, también debe incluir comentarios, aclaraciones y recomendaciones.

c) LA DECISION CORRECTA CON TODA LA INFORMACION

El objetivo del Control es que los resultados sean iguales al plan original, de aquí la importancia de tomar las decisiones correctas que eliminarán las desviaciones, es necesario, por lo tanto, contar con la información suficiente, esta información se obtiene de los reportes.

Resumiendo:

"Control de Costos no es un Reporte de Costos."

"Control de Costos es la acción correctiva, consecuencia de una decisión, que permite que la Obra resulte como se ha planeado."

X. BIBLIOGRAFIA

- 1) *Memorias del 1er. Congreso Nacional de Ingeniería de Costos Sept. 1970*
 Ponencia: "Filosofía del Control de Costos en Obras"
 Autor: Ing. Teodoro Segura Rulz Esparza
- 2) *Revista de Ingeniería de Costos Vol. No. 16 Oct. Nov. Dic. 1973.*
 "Control de Costos."
 Autor: Ing. Edgar Fernández Gómez.
- 3) *Memorias del 1er. Congreso de Ingeniería de Costos - Sept. 1970.*
 Ponencia: "Catálogo de Cuentas"
 Autor: Ing. Vladimir Estivill R.
- 4) "Técnicas de Estimación de Costos de Instalaciones Mecánicas en Plantas Industriales."
 Tesis Profesional que para obtener el Título de Ingeniero Industrial en Mecánica presentó el ahora Ing. Arturo Díaz Vázquez (1979).
- 5) *Memorias del 1er. Congreso Nacional de Ingeniería de Costos Sept. 1970.*
 Ponencia: Estimación de Costos de Plantas de Proceso
 Autores: Ing. Francisco Mondragón M.
 Ing. Anuar Karam A.
- 6) *Revista "Ingeniería de Costos Vol. No. 15 Jul. Ago. - Sept. 1973.*
 "Determinación del Avance Físico en la Construcción Industrial"
 Autor: Ing. Manuel Reta Petterson

- 7) Memorias de la Reunión Nacional "Los Costos en la Construcción" Julio/Agosto 1978.

Ponencia 26: "Criterio de Actualización de Precios Unitarios a partir de la cláusula de Escalación, y aplicación de índices de Costos"

Autores: Ing. Juan Morales Vera
 Ing. Pedro Ramos Mauricio

- 8) Revista Ingeniería de Costos Vol. No. 16 Oct. Nov. - -
 Dic. 1973

"Estimado para Terminar"

Autor: Ing. Manuel Reta Petterson