

152
20j



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería



**IMPORTANCIA DEL ESTIMADO DE
COSTOS EN EL DESARROLLO
DE UN PROYECTO**

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO CIVIL

P r e s e n t a :

Marcelo Javier Zorrilla González



México, D. F.

**TECIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

INDICE

INTRODUCCION

I.	GENERALIDADES	1
I.1	Fases de un proyecto	1
I.2	¿Qué es un estimado de costo?	3
I.3	Papel del estimado de costo en el desarrollo de un proyecto	4
II.	ELABORACION DE LOS ESTIMADOS DE COSTO	6
II.1	Tipos de estimado de costo	6
	Estimado preliminar	6
	Estimado para presupuesto	8
	Estimado definitivo	8
II.2	Precisión de un estimado	9
II.3	Métodos de estimación	12
	Introducción	12
	Prorrateo grueso	17
	Estimado de costo obtenido por medio de curvas	20
	Método por coeficientes o semidetallado	22
	Estimado conceptual o a base de promedios	26
	Método a detalle	28
	Comparación entre los métodos para un estimado de costo definitivo	29
II.4	VARIABLES DETERMINANTES EN LA ELABORACIÓN DE UN ESTIMADO DE COSTO	30
	Productividad de la mano de obra	30
	Establecimiento de la productividad base	31
	Contingencia	39
	Técnicas para calcular la contingencia	43
II.5	FUNDAMENTOS DE PARÁMETROS DE COSTOS	51
	Parámetros de costos globales	53
	Parámetros de costos funcionales	54
	Metodología para el manejo de parámetros de costos funcionales	55

III.	AJUSTES PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS	
III.1	Sistema de costos	59
	Opciones para el almacenamiento de datos	60
	Fuentes de información	61
III.2	Índices e índices de costos	61
	Propiedades de los índices	62
	Índice de costo agregado	64
	Índices de costos en México	67
	Índices de costos de la CNIC	67
	Índices de costos del Banco de México	82
	Índices de costos de la SPP	86
	Comparación entre el índice de costos de edifi- cación de la CNIC y el de El Banco de México	93
	Interpretación de los índices de costos	96
IV.	COMPARACION ENTRE EL ESTIMADO DE COSTO, EL COSTO RESUL- TANTE DE CONCURSO Y EL COSTO RESULTANTE DE OBRA EJECU- TADA PARA LA REMODELACION DE UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO	99
V.	CONCLUSIONES	106
	BIBLIOGRAFIA	108

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

El presente trabajo pretende enfatizar la importancia del conocimiento del costo de un proyecto, previo a su construcción. Y que éste, gobierne los resultados, mas no así, de la forma contraria. Se propone que el estimado de costo es el medio para lograr ese conocimiento.

Bajo esta premisa, se establece, primeramente, las fases que comprende todo proyecto y su relación con el estimado de costo.

Es importante tener en cuenta que no se presenta el estudio de un proyecto en particular para la exposición de los diferentes tipos de estimado de costo y los métodos de estimación, de ahí que las gráficas que se incluyen muestran la tendencia generalizada del aspecto que representan; por lo que algunas carecen de valores numéricos.

Una característica que debe perseguirse en los estimados de costo es su futura aplicación para otros proyectos similares, claro está, haciendo los ajustes pertinentes; ya sea, por cambios respecto al proyecto que sirvió de base para la elaboración original del estimado de costo, y/o por la actualización de los costos a través del tiempo. Para esto último, podemos apoyarnos en los índices de costo, ya sea que provengan de publicaciones o que se establezcan en forma particular, según las necesidades.

En este trabajo se presentan los principales índices de costo publicados en nuestro país, y se hace una comparación entre ellos.

Finalmente, se presenta un estudio comparativo entre el estimado de costo para la remodelación de un centro comercial en la Ciudad de México, y los costos resultantes del concurso de obra y de la obra ejecutada.

CAPITULO I

GENERALIDADES

I.1 FASES DE UN PROYECTO

Cuando hacemos uso de la palabra "proyecto" normalmente nos viene a la mente solo una parte de lo que podríamos llamar la evolución o desarrollo de un proyecto, ya sea éste una simple idea para satisfacer una necesidad personal o hasta la conclusión de la construcción de una gran obra de infraestructura para el país.

En realidad todo proyecto, sin importar el tamaño, comprende las siguientes fases:

Planeación
Diseño
Construcción

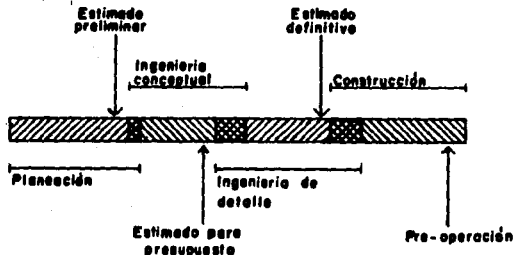
La fase de planeación abarca desde la conceptualización hasta la decisión de un plan definitivo de ejecución. Por ejemplo, el que será construido, dónde y por qué. Dado que en esta etapa se efectúan evaluaciones de mercado, consideraciones políticas y geográficas y se toman decisiones del más alto nivel, ésta, es una fase con muchas variantes, más que las otras fases. Las decisiones que se toman en esta etapa son altamente críticas ya que afectan al valor total del proyecto. Las decisiones en las otras fases, una vez aprobado el proyecto, solo lo afectan parcialmente.

La fase de diseño es la etapa en el desarrollo de un proyecto en la cual se fijan las características específicas para la opción seleccionada de acuerdo con los estudios realizados en la fase de planeación. En la fase de planeación es poco el esfuerzo y tiempo dedicados a establecer las bases para un cuadro de costo total. Es ahora, en la fase de diseño, que el propietario requiere de una información concreta basada en los requerimientos del caso seleccionado. En muchas ocasiones, esta información será la base para la decisión final respecto a la aprobación, cambio o cancelación de la ejecu-

ción de un proyecto.. En esta fase el proceso o diseño básico es -- firmado, la distribución física de facilidades es puesta en consideración, la necesidad de facilidades de soporte (almacenes, caminos, etc.) es revisada, el programa de tiempos es dado con más conciencia y la estrategia del proyecto es también discutida (quién, cuándo, dónde). Esta fase de diseño la podríamos subdividir en dos etapas, que quedan definidas por el alcance de los trabajos que en ellas se desarrollan: la ingeniería conceptual y la ingeniería de detalle. Los estimados de costo se desarrollan, principalmente, en la fase de diseño.

La última fase de un proyecto es la construcción del mismo. En algunos casos y dada la naturaleza del proyecto de que se trate, como las plantas industriales, la puesta en marcha de equipos forma parte de esta fase.

En la gráfica I.1 se esquematiza la relación de las fases de un proyecto entre sí y de éstas con los estimados de costo.



GRAFICA I.1 Fases de un proyecto.

La duración de cada fase es muy variable, e igualmente lo es, el ciclo de un proyecto a otro. Cabe hacer notar el defasaje existente entre el término de una fase con el inicio de la fase subsecuente.

1.2 ¿QUE ES UN ESTIMADO DE COSTO?

Un estimado es una predicción. En el caso de un proyecto, el estimado es una predicción de la manera de como será ejecutado dicho -- proyecto. Para aclarar lo anterior se puede decir que el determi-- narse el costo de un proyecto requiere saber, o al menos dar por bue-- no, un procedimiento constructivo por aplicarse para realizar tal -- proyecto. No tiene el mismo costo, por ejemplo, la elevación de -- concreto por medio de bombeo que por medio de bachadas.

El estimador debe trasladar el estimado a un valor monetario apli-- cando costos unitarios a las cantidades de materiales, mano de obra y equipo de construcción. Para esto debe predecir el pago de cada partida y cuándo será realizada (para efectos de escalación). De -- ahí que se requiere desarrollar un plan y programa para cada proyec-- to en específico.

De lo anterior podríamos decir que un estimado es una propuesta mo-- netaria a un diseño tentativo hecho a base de "hipótesis" y la habi-- lidad de un equipo de estimadores, para interpretar, extraer, visua-- lizar, coordinar y entender los requerimientos del proyecto en estu-- dio; así como las soluciones propuestas, condiciones de campo, etc. de una manera inteligente, real y ordenada.

Sin pretender ahondar en la integración de un precio, pero sí para-- evitar una posible confusión con base a la terminología, se sugie-- ren las siguientes definiciones:

COSTO

Es la suma de los costos directos y de los indirectos. - Siendo los primeros: lo que se paga por materiales, mano de obra, herramienta equipo y fletes. Los segundos, son aquellos que cubren gastos de administración, impuestos, fianzas, financiamiento y todos los conceptos de carácter general no comprendidos por los costos directos.

PRECIO

Es la suma del costo más la utilidad del contratista.

Una vez aclarado lo anterior se reitera que el uso del término Estimado de costo, se refiere a la predicción de la suma de los costos directos más los costos indirectos, aunque estos últimos se expresen como un porcentaje de los primeros por facilidad de cálculo.

Si se ha establecido que un estimado de costo es una predicción, entonces se puede decir que por definición, es inexacto. Sin embargo la exactitud o precisión de un estimado dependerá, en primera instancia, de cuan incompleto e imperfecto sea el diseño en el momento de la realización del estimado.

De ahí los diferentes tipos de estimados, de los que se hablará más adelante, y su relación con las fases del proyecto como se puede apreciar en la gráfica I.1.

1.3 PAPEL DEL ESTIMADO DE COSTO EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO

Como se mencionó anteriormente, la decisión final por parte del inversionista de realizar o no una obra, se basa fundamentalmente en los siguientes factores o elementos de juicio: monto de la inversión, fuente o fuentes financieras y rentabilidad de la inversión. Dichos elementos giran alrededor del estimado de costos, ya que sin éste, no es posible fijar el monto de la inversión y por ende, la rentabilidad correspondiente y con ello la(s) fuente(s) financiera(s).

Por otro lado, en un momento dado, dentro del desarrollo de un proyecto puede presentarse la necesidad de plantear y seleccionar entre dos o más alternativas y para ésto, el realizar un estimado de costo para cada una de ellas se vuelve una herramienta fundamental para escoger la óptima.

Además es indispensable llevar un estricto control sobre el desarro

llo del proyecto, de tal manera que, éste sea siempre gobernado por los resultados del proceso iterativo: monto de la inversión, fuente financiera y rentabilidad de la inversión y no sea nunca el proyecto el que gobierne los resultados. Si fijamos, por ejemplo, el monto máximo de la inversión en función de la fuente financiera, debemos estar siempre seguros de que el costo del proyecto no exceda dicho límite. Esto es: establecer un control de presupuestos.

En pocas palabras, el costo debe guiar al proyecto y nunca el proyecto deberá permanecer fuera de los lineamientos fijados. Si se cumple esta condición se evitarán sorpresas siempre desagradables y en ocasiones muy costosas.

Otro aspecto que debe tenerse en mente, es que el estimado de costo de un proyecto debe, en un futuro, servir de base para la elaboración de nuevos estimados, sobretudo los de tipo preliminar; previa-retroalimentación y adecuación, si es el caso, de lo estimado con la realidad. Y con esto, además, se mejorará la precisión de los estimados que se vayan realizando subsecuentemente.

CAPITULO II

ELABORACION DE LOS ESTIMADOS DE COSTO

II.1 TIPOS DE ESTIMADO DE COSTO

Existen muchos tipos de estimados, los cuales pueden ser agrupados en tres categorías. Estas categorías se basan en la información disponible en el momento de la preparación del estimado:

Estimado preliminar o de factibilidad

Estimado de presupuesto

Estimado definitivo o de detalle

En el cuadro 2.1 se puede apreciar la relación entre las fases de un proyecto y los tipos de estimado de costo.

FASES DE PROYECTO	ESTIMADO
Planeación	Preliminar
Diseño	Presupuesto
Construcción	Definitivo

Cuadro 2.1 Relación entre las fases de un proyecto y los tipos de estimado de costo.

A continuación se describen cada uno de los estimados.

ESTIMADO PRELIMINAR

Cronológicamente es el primero de los estimados y con él solo se pretende dar una idea general del costo probable y con éste, permitir al propietario decidir entre continuar con el proyecto, modificarlo substancialmente o cancelarlo.

Un estimado preliminar puede prepararse desde en unas cuantas horas

hasta en algunas semanas, dependiendo de la información disponible.

Para este tipo de estimado, no se toman en cuenta los detalles tales como localización, salarios, programas, etc., excepto en una forma muy general. A pesar de que este tipo de partidas afectan el costo de un proyecto, generalmente son pasadas por alto en este tipo de estimado. Por ejemplo, puede ser suficiente el uso de un costo promedio por tonelada de producto producido, o el costo por kilowatt generado para una planta, o el costo por metro cuadrado de construcción, etc. Estas o muchas otras partidas deben basarse en experiencias de proyectos anteriores.

Los factores antes mencionados (costo por Ton. Kw. o M^2) son llamados factores de costos unitarios.

Otro elemento, llamado factor de aproximación o de precisión, es usado frecuentemente para el ajuste de estimados de costo de partidas o incluso de proyectos completos basados en el costo de partidas o proyectos similares ya construídos. El uso de factores de aproximación debe hacerse con cautela, ya que hacerlo indiscriminadamente es un albur porque puede obtener resultados muy diferentes a la realidad.

Un estimado preliminar nunca debe ser usado como elemento base para un proceso de control.

Existen tres métodos para preparar un estimado de costo preliminar:

prorrateo grueso
por medio de curvas
semidetalle grueso

El método más usado es el de prorrateo grueso, ya que el de por medio de curvas y el de semidetalle grueso, son más bien usados dentro del estimado para presupuesto. Posteriormente se explicarán estos métodos.

ESTIMADO PARA PRESUPUESTO.

Un estimado para presupuesto, como su nombre lo indica, es usado para establecer el presupuesto de un proyecto, como auxiliar para elaborar un flujo de efectivo y puede ser usado en procesos de control de costos.

Este tipo de estimado, es preparado normalmente cuando la fase de diseño tiene un avance del 30% aproximadamente, dado que, para ese momento ya está definido el alcance del proyecto y establecido el programa de obra, se cuenta con algunas cotizaciones base u órdenes de compra e incluso algunos de los equipos más caros ya han sido comprados. Por otro lado ya se puede contar con algunos planos estructurales e incluso la construcción del proyecto puede estar iniciándose o por iniciarse.

Estos estimados están basados en un diseño "congelado" (ya no se consideran otras alternativas del proyecto) y aunque faltan aún muchos detalles y especificaciones por definir, la precisión del estimado de costo aumenta considerablemente. Para aprovechar el incremento de precisión que proporciona el diseño básico "congelado" - existen dos métodos de estimación usados en la preparación de un estimado para presupuestos:

Por medio de curvas

Por factores

Como se mencionó anteriormente, el costo debe guiar al proyecto y de ahí que se requiera establecer un control de costos permanente durante su construcción. Este control de costos, debe encontrar una base sólida en el estimado de costo. Si bien, el estimado de costo definitivo es el óptimo para este fin, el estimado para presupuesto ya puede ser utilizado para ello.

ESTIMADO DEFINITIVO.

Los estimados definitivos son elaborados en forma similar a los estimados de presupuesto, pero la información con que se cuenta es mu

cho más completa.

Este tipo de estimados son los más precisos y los que requieren el mayor esfuerzo para su preparación, mientras que un estimado para presupuesto puede concluirse en cuestión de unos días, un estimado definitivo puede llevarse meses en concluirse.

Existen básicamente dos tipos de estimados definitivos. Uno utiliza el método conceptual o a base de promedios y es usado principalmente por el propietario y/o por su apoyo técnico. En este tipo de estimado se desarrollan los métodos de estimación que se basan en datos históricos o datos de proyectos realizados anteriormente y -- usa valores promedio para su aplicación. Es más o menos una extensión del método por factoreo usado en el estimado para presupuesto, excepto por los detalles más precisos.

El segundo tipo de estimados definitivos son mucho más detallados y son usados principalmente por los contratistas, son los estimados -- denominados "A detalle". En este tipo de estimados cada partida -- cuenta con un avance tal, que permite que el costo calculado quede establecido para su cobro definitivo.

Mientras que en el método conceptual se requiere un esfuerzo muy -- significativo en la recolección de datos y métodos realizados de ap temano; en el método a detalle se requiere de un gran esfuerzo du-- rante la preparación del estimado mismo.

II.2 PRECISION DE UN ESTIMADO DE COSTO.

Se entiende como la precisión de un estimado a la relación entre el costo propuesto y el costo resultante de la construcción del proyec to.

Por supuesto no podemos esperar a que se construya el proyecto para poder definir esta característica de suma importancia, por lo que -- la precisión de un estimado, debe expresarse en función de la proba bilidad de que se presente un sobrecosto, o sea, que el costo real-

exceda al costo estimado.

Conocer la precisión del estimado de costo, es de importancia extrema para la dirección y para la gente involucrada en el proyecto, - por las siguientes razones:

- Sensibilidad para la economía.
- Establecer un flujo de efectivo y presupuestación.
- Determinar el método de estimado.
- Retroalimentación (mejora el desarrollo de método).
- Genera confianza a la dirección para la toma de decisiones.

Para una obra pública, el sobrecosto aceptado es hasta 25% del presupuesto aprobado originalmente. Para una obra privada, esta tolerancia dependerá de la exigencia y capacidad económica del propietario.

Si se desarrolla un método que nos permita determinar por adelantado la precisión de un estimado realizado a un cierto tiempo dentro del desarrollo de un proyecto, entonces podemos probar la sensibilidad del nivel de inversión propuesto por el estimado y determinar el impacto sobre la economía calculada para el proyecto. Por ejemplo, si es conocido (de análisis de proyectos anteriores) que un estimado preparado durante la fase de planeación tiene un rango de variación de $\pm 30\%$, la economía calculada para el número base debe ser probada para un sobrecosto potencial del 30% en inversión.

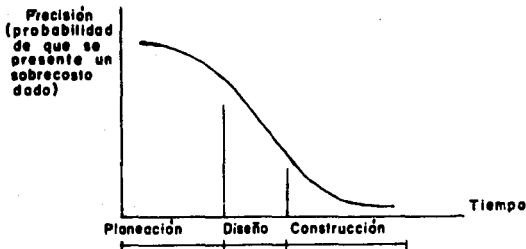
La gráfica 2.2 representa la probabilidad de un sobrecosto para un cierto porcentaje, en este caso el 10%. Por ejemplo, la probabilidad de que se dé un sobrecosto de más de un 10% durante la fase de planeación puede ser del 75% pero durante la fase de construcción es solo del 10%. Esto nos indica que nunca deben tomarse grandes decisiones basadas en un estimado preliminar.

Si el chequeo de sensibilidad muestra que el proyecto no puede permanecer en el rango mínimo de recuperación de la inversión, la di-

rección puede reconsiderar, cancelar o cambiar el objetivo del proyecto.

El conocimiento de la precisión del estimado, también puede aplicarse para la predicción de un flujo de efectivo para la vida del proyecto.

De igual manera, la selección apropiada de los métodos y herramientas a utilizar para el desarrollo de un estimado más exacto o el mejoramiento de éstos, estará en función del conocimiento de los límites de la exactitud lograda. Sin embargo, la razón más importante de conocer la precisión de un estimado es el impacto de ese conocimiento en la dirección, así como en la política y filosofía respecto a la ingeniería de costos. Si la dirección y el personal de una empresa, están familiarizados con el principio básico, de que la -- precisión de un estimado, es función del momento por el que pasa la vida de un proyecto al realizarse dicho estimado, un cambio radical puede ocurrir. Por ejemplo: la dirección puede ahora, de antemano, predecir a groso modo, que se espera de un estimado al momento que se le presenta para su revisión. Así pues, presionará a los responsables, de presentar bases para que éstas sean estudiadas más a fondo y más completas, aún en los principios de la vida de un proyecto y en el caso de tener que tomar decisiones, preferiría hacerlo hasta la etapa de diseño, o al menos tomará conciencia de los riesgos que implican el hacerlo durante la fase de evaluación de un proyecto.



GRAFICA 2.2 Precisión de un estimado vs. tiempo

Hagamos ahora un breve análisis de la Gráfica 2.2. que viene siendo la representación de la relación entre la precisión de un estimado, expresada como una probabilidad de que se presente un sobrecosto, - sobre el eje de las ordenadas; y el tiempo de desarrollo de un proyecto dividido en sus tres fases: Planeación, diseño y construcción, sobre el eje de las abscisas.

Nótese que la probabilidad de que se presente un sobrecosto, va disminuyendo según se avanza en el desarrollo del proyecto.

Cabe señalar algunos aspectos importantes referentes a esta gráfica:

a) La fase de planeación, es un período de inexactitud, generalmente, para desarrollar un estimado de costo. La dispersión de datos usados para trazar la gráfica en este período, es muy amplia y errática y no solo la probabilidad de un sobrecosto es grande, sino que su magnitud es difícil de predecir.

b) Hay un cambio dramático en la pendiente de la curva, el momento - en que el diseño es fijado y ocurre un incremento significativo en la precisión del estimado según se avanza en el desarrollo del diseño.

c) A una probabilidad mayor de que se presente un sobrecosto, menor será la precisión del estimado de costo.

II.3 METODOS DE ESTIMACION INTRODUCCION.

Un estimado de costo está compuesto por dos elementos esencialmente: cantidades y precios unitarios. El estimado de un precio unitario, para ser aplicado a las cantidades, se logra a través de la recolección y análisis de datos. El estimado de las cantidades, se logra por la utilización de métodos de estimación.

Para examinar qué es un método de estimación, veamos varios acercamientos, actualmente en uso dentro de la industria.

Uno de ellos, que no es recomendable, pero que desafortunadamente es el más usado para permitir establecer un sistema, se dá de una manera fortuita o casual. Cuando un ingeniero de costos es contratado - en una empresa, trae consigo su experiencia a menudo en forma de colección de notas, copias de estimados que ha elaborado, datos publicados, etc.. Este tipo de información llega a convertirse en la esencia de los métodos de estimación de la empresa. Dado que esta información no es centralizada o formalizada, se le llama "datos de fondo de escritorio", por la localización del banco de información - para el grupo de ingeniería de costos encargado de la elaboración de los estimados de costo.

La experiencia ha mostrado que un acercamiento más formal y sistemático para la recopilación de datos y el desarrollo de métodos de estimación son más que justificados para muchas empresas.

La posición contraria, es la adoptada por aquellas empresas que dentro de su organización tienen a un grupo de personas cuyo único fin es el de desarrollar y mantener métodos de estimación.

Pero ¿Qué hace este grupo? Por ejemplo, sistemáticamente examinan cada partida de un estimado y desarrollan un método de preestimación - para esa partida, la cual podrá ser usada por todos los estimadores de la empresa. El método refleja la manera en que la compañía ejecuta un trabajo y se basa en trabajos realizados por ella misma.

En el caso de que la empresa desee aprovechar algunos métodos desarrollados por otros, deberá analizarlos y, si es necesario modificarlos de tal manera que concuerde con las necesidades y experiencias propias; es decir, que esté acorde con la manera particular de construir de la empresa. Lo anterior es indispensable para que se cumpla con la definición que se ha dado de que un estimado debe reflejar el como se construirá el proyecto analizado.

Hay muchas razones por las que los métodos de estimación son importantes y justifican el esfuerzo para elaborarlos:

- Consistencia

- Confiabilidad

- Exactitud
- Ahorro en tiempo
- Ahorro económico
- Disponibilidad
- Moral
- Adiestramiento
- Computarización

Haciendo unos breves comentarios de cada una, tenemos lo siguiente: dado que los métodos desarrollados podrían usarse por todos los ingenieros de costos de la empresa, todos sus estimados serían consistentes en formato y acercamiento y, como tal, harán mucho más fácil el análisis de los resultados (construido contra estimado). Esto es importante para el incremento del nivel de precisión de los estimados-preparados por la empresa. Como las deficiencias quedan establecidas, pueden corregirse basándose en la retroalimentación; y este afine también originará una mayor precisión en el estimado.

Dado que un método de estimación es un pre-estimado basado en datos-históricos, el estimador no tiene que "descubrir el hilo negro" cada vez que elabore el estimado de una cimentación de concreto o el soporte estructural de un tanque elevado, por ejemplo. Una vez que se establecen formatos que permiten al estimador agilizar en la pre-estimación, los ahorros en tiempo, en la mayoría de los casos, más que en compensación de costos adicionales, a la larga, son los de los métodos del grupo. Esto también da al estimado, una pronta disponibilidad con todas las ventajas que ello ofrece a la dirección y al control de trabajo.

Es de hecho, para la dirección y los ingenieros de costos, que las grandes ventajas provienen del uso de un buen método de estimado. Una vez que la dirección comprende el método que está siendo usado, y con el apoyo de los ingenieros de costos, se puede analizar objetiva y rápidamente un estimado y determinar si existe algún problema y cual es su naturaleza. El efecto neto, es una mayor confiabilidad de la dirección y soporte para la función de la ingeniería de costos y un incremento en la moral del ingeniero de costos.

Los métodos de estimación, también sirven de entrenamiento para el personal con poca o sin experiencia.

Otra ventaja, es que un método bien documentado y determinado, facilita por sí solo su computarización con todas sus ventajas en tiempo, costo y consistencia.

Si se desea desarrollar métodos de estimado de costo, es importante tener en cuenta evitar al máximo los siguientes aspectos:

- Sobrecosto, significativo en el valor real contra el valor estimado
- Resultados Inconsistentes (costos muy por encima y muy por abajo de la realidad dentro de un mismo estimado)
- Falta de detalles, especialmente donde son necesarios
- Documentación escasa

Hay muchas razones para un mal estimado, desafortunadamente la mayoría son por nociones erróneas. Algunas de ellas son:

- Estimador incompetente
- Datos de estimación escasos
- Métodos de estimación no apropiados
- Estimador "desligado" de la realidad

Los principales elementos con que debe contar un estimador, para aspirar a lograr un estimado confiable son:

- Bases sólidas, que no estén sujetas o propensas a cambios de último momento
- Plan ejecutivo realístico
- Distribución de tiempos adecuados
- Métodos de estimación confiables
- Información

Hay varios aspectos que deben ser considerados y tener muy presentes cuando se trabaje con métodos de estimación:

- El incremento del tamaño de la inversión en proyectos: tanto en capacidad/volumen como en costo total.
- El creciente nivel de competencia
- La disminución del tiempo disponible para la toma de decisiones.

Estos aspectos demandan que las técnicas de estimación empleadas --- sean continuamente mejoradas de tal manera que el riesgo de error -- sea minimizado.

En un principio, esta precisión era obtenida por la comparación previa de partidas o de proyectos completos ya construidos, pero una -- complicación es que no hay dos proyectos completos enteramente idénticos. Esto es debido al hecho de que factores tales como el tiempo, - la inflación, condiciones locales, avances técnicos, incremento en - la capacidad de producción e incluso algunos materiales básicos ha-- cen imposible comparar proyectos existentes.

Como resultado, es necesario dividir los proyectos en partidas tales que, permitan una comparación que logre obtener la precisión requerida a un costo razonable.

La experiencia ha mostrado que las siguientes directrices deben ser seguidas en el desarrollo de métodos de estimado:

- Escoger el método más simple de acercamiento. Entre más complejo, mayor la posibilidad de cometer error.
- Utilizar computadora.
- Mantener métodos y datos por separado. Hay dos funciones diferentes.
- El método debe abarcar todas las partidas y evitar finalizar con márgenes vagos de estimado por omisiones.
- Crear y mantener un sistema de retroalimentación para afinar los métodos después de desarrollados.
- Hacer todo lo posible por asignar ingenieros de costos en tiempo-completo al desarrollo de métodos.

Al hablar de los tipos de estimado de costo se mencionaron los métodos de estimado y la relación existente entre ellos, la cual se resume en la tabla 2.3

ESTIMADO	METODO
PRELIMINAR	Prorrateo grueso Curvas Semidetallado o por coeficiente
PRESUPUESTO	Curvas Factoreo
DEFINITIVO	Conceptual o promedios A detalle

Tabla 2.3 Relación existente entre los tipos de estimado y los métodos de estimación usados para cada uno.

A continuación se explican los métodos de estimación.

PRORRATEO GRUESO.

Considerando que la mejor forma de entender este tipo de método es - por medio de un ejemplo, a continuación se desarrolla uno pero con la particularidad de que se ponen de manifiesto dos enfoques; el primero de ellos es un enfoque erróneo, pero que desgraciadamente es el - que se presenta con mayor frecuencia; el segundo, corrige los errores del primero e indica la manera en que debe prepararse un estimado de costo por prorrateo grueso.

Supongamos que se desea llevar a cabo una ampliación dentro de una - refinería en las afueras de Filadelfia, consistente en la construcción de una nueva torre de destilación. El problema es el determinar la inversión que se requiere para construir la nueva torre.

Problema: Obtener el estimado de costo de una torre de destilación - con una capacidad de 100.000 barriles diarios que se construirá en - Filadelfia, prorrateando una planta que tiene una capacidad de - - - 150.000 barriles diarios y que fue construida en Rotterdam hace tres años teniendo un costo final de \$50 millones de dolares.

Aplicando la fórmula
$$C.P. = \frac{C_1}{C_0} \times \frac{F.P.}{C.A.}$$

Donde C.P. = Costo Prorrateado

C_1 = Capacidad de la planta nueva

C_0 = Capacidad de la planta ya construida

(C_1/C_0) = relación de capacidades

F.P. = Factor de prorratio

C.A. = Costo por ajustar

Un primer enfoque para obtener el estimado de costo sería:

$$C.P. = (110/150)^{0.55} \times 50 = 40 \text{ millones}$$

El segundo enfoque quedaría de la siguiente manera:

- Costo final de la torre en Rotterdam	= \$50 millones
- Descontando costos piloteado, costos del propietario, almacenaje, etc.	= <u>-10 millones</u>
	= 40 millones
- Escalamiento para actualizar costos = +20%	= 48 millones
- Ajuste por cambio de localidad = x 1.25	= 60 millones
- Costo prorratioado C.P. = $(100/150)^{0.55} \times 60$	= 48 millones
- Incrementar costo por requerimientos anticontaminantes	= + 5 millones
- Deducción para obtener mayor competitividad en el mercado	= <u>- 5 millones</u>
COSTO TOTAL	= 48 millones

La diferencia entre los dos enfoques es que, en el segundo, el estimador se preocupó en pensar de que manera el trabajo será realizado. Con ésto logró un estimado más preciso y real. Veamos que es lo que hizo.

Primeramente reconoció que, a pesar de que las plantas son similares, hay algunas diferencias significativas. La planta en Rotterdam tiene algunas partidas que no se requieren para la planta de Filadelfia; piloteado, costos del propietario, almacenaje. Todas son partidas - con un costo considerable. Después de descontar lo anterior, hizo - un ajuste debido al hecho de que la planta de Filadelfia se construí

rá tres años después de concluída la de Rotterdam, ésto es, agregando un costo de actualización considerando una escalación promedio para el tiempo transcurrido. El siguiente aspecto importante, tomando en cuenta, es la diferencia de localización de las plantas, considerando que son dos partes diferentes del mundo, con situaciones económicas diferentes y por lo tanto una diferencia en el costo de las plantas. En el siguiente paso hizo la corrección por la diferencia de capacidades, único elemento tomado en cuenta en el primer enfoque, en este caso se uso un "factor de prorratio" de 0.55. Este valor proviene del análisis del comportamiento de costos para plantas similares pero de diferentes capacidades.

Los factores de prorratio son de gran importancia, no solo en el cálculo de estimados por el método de prorratio grueso, sino también para el desarrollo y preparación de estimados por curvas, factorio o semidetallados.

El factor de prorratio, es la pendiente de la curva que puede trazarse para reflejar la diferencia en costo de una obra, en relación al cambio de alguna característica. Usualmente el trazo de la curva se basa en el costo total de proyectos previamente construídos. La pendiente de la curva para un proyecto, es realmente el resumen o efecto neto de una multitud de pendientes de cada uno de los componentes del proyecto. Así, por ejemplo, puede haber elementos o partidas con una pendiente muy baja, del orden de 0.3 ó 0.4, dado que su costo no se incrementa significativamente para un aumento en su tamaño. Sin embargo puede haber otras partidas con pendientes del orden de 0.7 y 0.8. Por medio del análisis y peso dentro del costo total de los componentes en forma aislada se puede llegar a la pendiente representativa de cada proyecto.

Pero, regresando al ejemplo del estimado de costo por prorratio grueso, otro punto tomado en cuenta se refiere a los requerimientos anti contaminantes, que son más estrictos en Filadelfia que en Rotterdam.

Y, finalmente, se hace una consideración dado el nivel de competitividad dentro del mercado y se decide sacrificar posibles utilidades para lograr un nivel más alto de competitividad.

Aunque en este ejemplo teórico las dos últimas consideraciones se -- compensan una con otra, se podría cuestionar su inclusión, pero son necesarias.

A continuación se enuncian algunas características del prorrateo --- grueso:

- Requiere de datos históricos de proyectos similares.
- Los proyectos (base y por construirse) deben ser razonablemente equiparables.
- Debe analizarse la pendiente crítica de prorrateo.
- Debe ajustarse para cambios de lugar.
- Debe ajustarse para diferencias de ejecución (predicción).
- Debe escalarse, ajuste para el lugar y el momento de ejecución.
- Ventajas: Rápido
 Visión generalizada (global)
- Desventajas: Alto grado de variación
 Fácil desuso
 Falso sentido de seguridad

Una mejor comprensión de lo anterior se logrará al analizar los estimados para presupuesto y el definitivo.

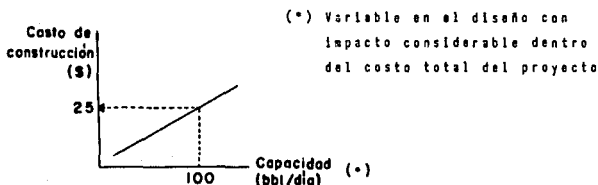
ESTIMADOS DE COSTO OBTENIDOS POR MEDIO DE CURVAS.

Como todos los otros estimados de costo, los estimados obtenidos por el uso de curvas predicen la ejecución del proyecto en cuestión, por lo que, la selección de un punto dentro de una curva representa a -- cierta cantidad y tipo de equipo y/o características asociadas a los proyectos que sirvieron de antecedente para la elaboración de la curva. Es importante tener presente esta idea, ya que en la medida de que uno domina los detalles involucrados para llegar al estimado de costo, se podría comparar el propio estimado con la realidad, así como el uso adecuado de las curvas.

El costo obtenido de la curva deberá ser indizado para su actualización en el tiempo. Posteriormente se explicará lo relativo a la indización.

A continuación, se presenta un ejemplo esquemático para dar una idea de como funciona este método:

Volviendo a hacer mención de la planta de destilación con una capacidad de 100,000 barriles/día podríamos contar con una curva como la - de la gráfica 2.4 en la que se representa la relación del costo total de construcción (costo directo) con la capacidad de producción - de la planta. Esta curva debe ser el resultado de un análisis detallado de la mayor cantidad de proyectos similares y cuyos costos debenser referidos a un año base.



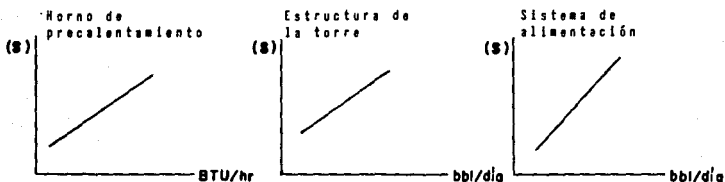
GRAFICA 2.4 Ejemplo de curva global para la obtención de - un estimado de costo.

Suponiendo que la Gráfica 2.4 refleja el comportamiento y/o relación entre el costo directo de construcción para un cierto tipo de planta de destilación y su capacidad de producción, teniendo como base 1977; se podría obtener el siguiente estimado de costo:

Costo directo de construcción (de la curva)	=	\$25 millones
Costos indirectos (30%)		<u>7.5 millones</u>
Costo del proyecto base a 1977		32.5 millones
Indexación a 1989: (x 1.76)		57 millones
Incremento por requerimientos anticontaminantes	+	5 millones
Deducción para obtener mayor competitividad en el mercado	-	<u>5 millones</u>
Costo total		\$57 millones

Las gráficas 2.5 muestran como podría dividirse la gráfica 2.3 de -- tal manera que en lugar de tener una sola curva que nos dé el costo-

total del proyecto, tener varias curvas que, dividiendo el proyecto, logran una mayor precisión en lo individual y por lo tanto se obtendrá una mayor precisión en el resultado global. La principal diferencia estriba en que estas últimas, en lugar de proporcionar el costo de los materiales y mano de obra requeridos para la construcción del área o partida de que se trate. Existen otros costos que deberán añadirse para obtener el costo total de construcción del proyecto. Estos son los costos indirectos y normalmente se expresan como un porcentaje de los costos de los materiales y de la mano de obra, ya sea en forma individual para cada curva -si se cuenta con datos- "históricos" de proyectos anteriores- o un porcentaje global único.



GRAFICA 2.5 Ejemplos de gráficas parciales para la obtención de un estimado de costo.

Las principales características de este método se resumen en:-

- Requiere de datos históricos relevantes.
- Se apoya en la suposición de equipo.
- Puede ser sofisticado.
- Puede ser preciso.
- Las ventajas que presenta son: rapidez, razonablemente preciso y global.
- Las desventajas son: rango de variación ($\pm 20\%$), no proporciona detalles.

MÉTODOS POR COEFICIENTES O SEMIDETALLADOS

En la mayoría de los casos, un estimado por coeficientes es elaborado en una etapa, dentro del desarrollo de un proyecto, que es posi--

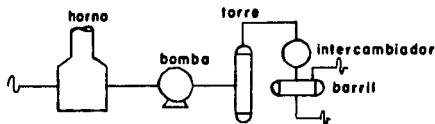
ble contar con información precisa de ciertos elementos y equipos y que, con su aplicación se logra aumentar la precisión del estimado de costo.

Estos métodos funcionan a base de paquetes y partidas y la suma de éstos, se dan como resultado el estimado de costos de presupuesto.

Los principios básicos del método por coeficientes son:

- Determinar el precio de compra del equipo requerido en la construcción de una unidad de producción. Este costo es del equipo desnudo, sin considerar su instalación o conexión.
- Estos costos forman la base, a la cual se asociará un "coeficiente de estimación". Este coeficiente es un valor basado en información histórica; por el cual, el costo del equipo desnudo se multiplicará para obtener el costo del equipo incluyendo instalación y conexión.
- Se puede decir que el coeficiente representa la relación, expresada en función del valor monetario, entre el equipo desnudo y la cantidad de tiempo y de material necesario para que el equipo opere adecuadamente.
- Obviamente existe una diferencia entre la definición o establecimiento de un coeficiente y sus relaciones con los costos, con el tiempo y materiales.
- Los costos están relacionados con el tiempo y deben estar actualizados. Por lo tanto, los coeficientes serán válidos por poco tiempo, esto dependerá principalmente de las circunstancias económicas.
- La cantidad de tiempo empleado y materiales que se requieran para la instalación son, más o menos, independientes del tiempo. La relación entre el tamaño de las piezas de un equipo y la cantidad de tiempo y materiales necesarios para la instalación tienen una vigencia mayor y están influenciados principalmente por el desarrollo tecnológico.
- Debe quedar claro que el coeficiente de estimación está basado, no solo en costos actualizados, sino también en cantidades de material y tiempo requeridos.

Para ejemplificar lo anterior y usando parcialmente lo que podría -- ser un plan de flujo de la anteriormente mencionada planta destiladora, tenemos:



GRAFICA 2.6 Plan de flujo (parcial)

Suponiendo que el estimador cuenta con la información necesaria, tal como: tamaño de equipo, presión y temperaturas de diseño y materiales de construcción y, ya sea que por medio de sus propios métodos de estimación, o por el depuramiento de estimados de costos preliminares, o por la utilización de cotizaciones de proveedores, llega a la siguiente información:

Estimado de costo del horno	=	\$650.000
Estimado de costo de las bombas	=	50.000
Estimado de costo de la torre de estimación	=	120.000 etc.

Para cada una de las partidas de equipo existe un coeficiente de estimación, diferente para cada partida, y cuyo producto da como resultado el costo total de materiales y mano de obra correspondiente a cada una de ellas. La suma de los productos será el costo total de materiales y mano de obra del proyecto. A lo anterior habrá que agregarle el costo indirecto para obtener el costo total del proyecto.

	\$En miles
Costo total de Mat. y M. de O. del horno 650×2.2	= \$ 1,430
Costo total de Mat. y M. de O. de las bombas 50×3.0	= \$ 150
Costo total de Mat. y M. de O. de la torre 120×2.9	= \$ 348

Etc. para todas las partidas	
Costo total de materiales y mano de obra	<u>\$43 millones</u>
Costos indirectos	17 millones
Costo total del proyecto:	\$60 millones

Aunque el ejemplo anterior sea muy simple, nos ilustra de como opera el método por coeficientes. Se puede obtener una mayor sofisticación en el uso de coeficientes si se aplican una o más de las siguientes condiciones:

- Variación de los coeficientes en función del tamaño del equipo.
- Reflejar diferencias para materiales específicos de construcción.
- Desarrollar coeficientes por separado para materiales y para mano de obra.
- hacer ajustes para cambios significativos en la instrumentación y/o control de los equipos.
- Hacer ajustes para diferencias de sitio (condiciones geográficas, climatológicas, accesos, etc.)
- Desarrollar coeficientes para partidas que incluyan equipamiento completo.

Las principales características del método por coeficientes son:

- + Requiere como mínimo información precisa de equipos.
- + "Predice" sub-partidas interrelacionadas con partidas primarias.
- + Ventajas: Parte de un proceso constructivo específico
Requiere de menos tiempo, que un estimado definitivo, para su elaboración.
Incremento en la precisión del estimado de costo ($\pm 15\%$)
- + Desventajas: Debe enumerar todas las partidas de equipo.
Tiende a no ser adaptable a otros proyectos.
Falta de detalles en el uso de materiales.

La desventaja principal de un estimado por coeficientes, contra un estimado por medio de curvas, -la alternativa común en esta etapa del desarrollo de un proyecto- consiste en que el estimado por curvas es global (todo incluido), dado que se basa en costos finales

o estimados detallados de proyectos terminados y muy probable que no excluya alguna partida importante. Además el estimado por coeficientes es producto de la suma de diferentes partidas. Si alguna partida es omitida y ésto puede suceder porque la división entre algunas partidas no es muy definida, el estimado dará un resultado inexacto en costo.

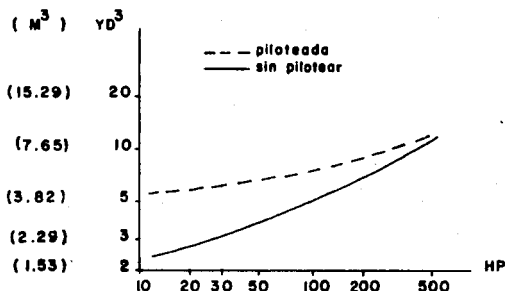
El que el resultado de un estimado sea inexacto es una condición común en las primeras fases del desarrollo de un proyecto, pero el punto más vulnerable del estimado por coeficientes.

Aunque este tipo de estimados pueden originar un falso sentido de seguridad dado que requieren mayor tiempo y proporcionan más detalles en comparación con el estimado por medio de curvas, es común que, una vez conocidas las deficiencias y tomadas en consideración, el estimado por coeficientes se convierta en el método más sólido o consistente dentro de la organización de métodos de estimado para presupuesto.

ESTIMADO CONCEPTUAL O A BASE DE PROMEDIOS

Dentro de los métodos de estimación para obtener un estimado de -- costo definitivo, el más usado es el estimado conceptual o a base de promedios. Este concepto se explica mejor por medio de un ejemplo:

La gráfica 2.7 da un método para estimar la cantidad de concreto requerido para cimentaciones de bombas. La curva fue desarrollada a partir de la determinación de que variable, asociada con la bomba, tiene el impacto más significativo con su cimentación; ésta fue el tamaño de la bomba expresada, para mayor facilidad, de acuerdo con su potencia en caballos de fuerza (Hp).

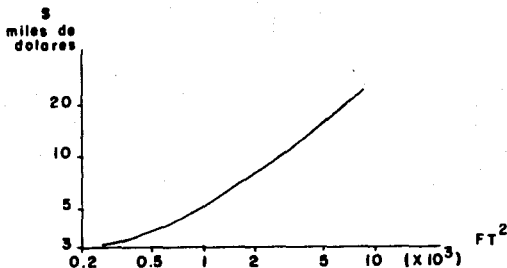


GRAFICA 2.7 Cimentación de bombas centrífugas.

Examinando un gran número de diseños de cimentación de bombas de proyectos pasados, la relación potencia- M^3 de concreto y la curva fueron desarrollados. Por supuesto, de la investigación de datos, se descubrió una diferencia significativa entre las cimentaciones-piloteadas y las no piloteadas, por lo tanto, una segunda curva -- fue desarrollada.

Naturalmente, lo anterior implicó algún esfuerzo pero solo hay que hacerlo una vez. Al concluirse la curva se puede utilizar una y otra vez para estimados futuros.

La gráfica 2.8 es otro ejemplo, en esta ocasión para un intercambiador de calor, pero con la diferencia de que los datos para el desarrollo de la curva, se obtuvieron de ordenes de compra pasadas, escaladas y ajustadas a un punto base común y tiene como variables el costo del intercambiador contra el área de contacto del intercambiador por tubo.



GRAFICA 2.8 Costo de un intercambiador de calor

Cabe hacer notar que la gráfica 2.8 es para un particular material de construcción (acero al carbón), cierto tamaño de tubo y disposición, así como condiciones de presión y temperatura dadas.

El ingeniero de costos debe desarrollar una tabla de factores de corrección para ajustar las diferencias.

Se pueden desarrollar métodos similares para otro tipo de partidas. Por ejemplo: para estructuras de acero, el tonelaje requerido en función del tamaño o volumen de la estructura o de la carga a soportar. Cantidades de alumbrado (número de salidas) puede relacionarse al metraje del área por iluminarse, etc.

En todos los casos, un sistema de retroalimentación efectivo podría usarse para asegurar que el método arroja resultados razonables y si es el caso hacer los ajustes que se requieran.

METODO A DETALLE

Este método es el más preciso, dado que se basa principalmente en los requerimientos específicos para el proyecto en estudio, en contraposición con otros métodos que se basan en condiciones promedio

de proyectos anteriores.

Para poder realizar un estimado de costo definitivo por el método "a detalle" es porque ya se cuenta con un nivel de información tal, que el costo de cada partida puede ser calculado con toda certeza. Es en este momento que la experiencia del ingeniero de costos o -- del estimador juega un papel importante para hacer y contestar interrogantes tales como:

¿Qué tan representativa y competitiva resulta la cotización - de un proveedor?

¿De qué magnitud se debe agregar una escalatoria?

¿Cómo se debe realizar un cierto trabajo?

-¿Por subcontrato?

-¿Por contratación directa?

¿Cuál debe ser la productividad de la mano de obra y de los - equipos?

¿Qué contingencias deben ser consideradas?

Estas y muchas otras preguntas deben ser contestadas, así como hacer ajustes a los datos arrojados en primera instancia, del análisis de la información disponible.

COMPARACION ENTRE LOS METODOS PARA UN ESTIMADO DE COSTO DEFINITIVO

A) Ventajas del método a detalle

El método "a detalle" es más preciso que el conceptual o a base de promedios. Datos específicos vs datos promedio respectivamente. Dado que el contratista mismo puede haber preparado el estimado "a detalle", estará más abierto a su uso como un estimado para control; en contra de uno preparado por el cliente y basado en promedios.

El método a detalle se puede ajustar para financiamiento y presupuestos; además cada proyecto se paga por sí solo, en lugar

de invertir grandes sumas de dinero en métodos desarrollados -- inicialmente para un uso futuro.

B) Desventajas del método conceptual a base de promedios

El método conceptual o a base de promedios permite preparar estimados definitivos con una precisión satisfactoria en mucho menos tiempo y con menos horas-hombre. Los estimados quedan disponibles en una etapa temprana dentro de la ejecución de un proyecto y ésto es una consideración importante dentro del control de costos.

Proyectando los resultados del método a base de promedios, el estimado es un buen punto de comparación para calificar los resultados realizados por el contratista y además una excelente herramienta - de control. Dado lo anterior, el uso de un determinado método depende de la decisión de la dirección en cuanto a la información - que se requiera manejar y su precisión, así como del tiempo disponible para la elaboración del estimado de costo.

Sería muy positivo el desarrollo de los métodos conceptuales o a base de promedios por parte de los contratistas, a pesar de su alto costo inicial, porque con su aplicación, el costo de preparar - futuros estimados decrece considerablemente debido a que requieren menos horas-hombre para su elaboración.

11.4 VARIABLES DETERMINANTES EN LA ELABORACION DE UN ESTIMADO DE COSTO

PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

Existen determinados proyectos en los que el impacto de la mano de obra sobre el costo es muy alto. Por ejemplo, el costo de tendido de tubería puede llevarse de un 25 a 30% del costo total por concepto de materiales y de un 70 a 75% por concepto de mano de obra directa. Es indudable, pues, que en estas circunstancias un factor clave para el desarrollo de un buen estimado de costo es la -

productividad de la mano de obra en campo.

El costo de la mano de obra se obtiene multiplicando las horas-hombre por el salario aplicable a cada categoría.

La definición de las horas-hombre solo puede realizarse después de establecer o predecir la productividad que se logrará en el proyecto; desafortunadamente la producción de la mano de obra en campo es muy variable y difícil de estimar.

Un mal estimado de las horas puede tener un impacto desastroso sobre un proyecto, no solo en el costo final, sino que, dada la íntima relación entre las horas-hombre y el programa de obra, se retrasará la fecha de término del proyecto.

Métodos de estimación pueden desarrollarse basándose en el uso de las horas-hombre requeridas en proyectos ya concluidos.

ESTABLECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD BASE

El primer paso para establecer un método para estimar la productividad de la mano de obra, es definir la productividad base para el área en la cual el proyecto será construido.

La productividad base representa las horas-hombre que pueden esperarse en un lugar bajo condiciones normales o promedio, para obtener una determinada unidad de obra.

El criterio a usarse para establecer esas condiciones normales o promedio queda enmarcado, en primera instancia, examinando las variables que afectan la productividad base: clima local, características poblacionales, tales como: idiosincracia, disponibilidad y destreza de la mano de obra local; mezcla de mano de obra (local y foránea), atmósfera de unión, grado de utilización de equipo, grado de mando intermedio o supervisión.

Estos son factores o variables que bajo circunstancias normales --

tienden a mezclarse, al menos en periodos relativamente largos. - Por ejemplo, generalmente es aceptado que el rendimiento en clima tropical es más bajo que en otros climas.

En ocasiones, la utilización de equipo es pobre, ya sea por las -- condiciones en que se encuentra o por falta de tecnología, por lo que la utilización de mano de obra es mayor.

A través de los años, dados los factores antes mencionados, un nivel de productividad base puede ser establecida para una localidad dada, como ejemplo tenemos China y Japón que han desarrollado una industria con alta productividad como característica nacional.

Pero, ¿cómo se puede establecer esta productividad base?

Algunas fuentes de información son las publicaciones de datos por parte del gobierno, agrupaciones de contratistas y publicaciones - particulares. Desafortunadamente esta fuente suele ser escasa y a veces difícil de analizar y aplicar a las necesidades específicas de una compañía.

Aunque se cuente con las publicaciones, son mejores los datos históricos propios de proyectos construidos anteriormente. Estos datos, por supuesto, tienen que ajustarse a las condiciones del proyecto actual, como lo veremos posteriormente.

La productividad base obtenida de esta manera puede mantenerse actualizada por los Ingenieros de costos y gente de construcción de la propia empresa en intervalos regulares.

¿Por qué ajustar la productividad base?

Si las condiciones normales o promedio se dieran todo el tiempo, podríamos usar la productividad base para cada uno de los proyectos. Desafortunadamente, al menos una o dos condiciones anormales se presentan casi siempre, para un proyecto específico y esto debe ser considerado, si queremos predecir razonablemente las horas requeridas para dicho proyecto.

La productividad base puede ser ajustada en una o más de las siguientes condiciones específicas de trabajo: horas extras trabajadas, tamaño del trabajo, disponibilidad de la mano de obra, tipo de contratación (subcontrato, contra empleo directo).

Cada una de estas condiciones puede tener un impacto significativo en el rendimiento de la mano de obra y, combinados, pueden tener un efecto multiplicado.

Hagamos un breve análisis de cada una de ellas:

A) Condiciones específicas de trabajo.

Las condiciones físicas para un proyecto pueden afectar el rendimiento de la mano de obra si esas condiciones no son normales (refiriéndonos como normales a las condiciones en las que se dió el proyecto base).

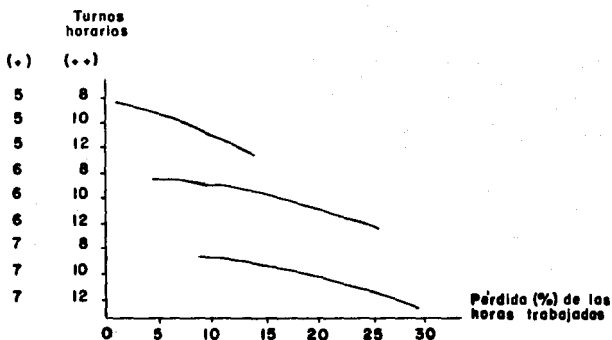
Por ejemplo, no es lo mismo la ejecución de un proyecto sobre un terreno libre, que si es parte de una ampliación o remodelación de un proyecto. En el caso de una remodelación, la productividad base puede disminuirse hasta en un 30 o 40%.

B) Impacto de las horas extras.

Es bien sabido que la eficiencia o productividad disminuye según se incrementa el número de horas trabajadas.

El plan de trabajo o programa de los turnos de trabajo, debe tomarse en cuenta para la elaboración de un estimado de costos. Si ese plan de trabajo coincide con la práctica laboral de la zona, no es necesario hacer ajustes a la productividad base; pero será necesario ajustarla si se sabe que se requerirá trabajar horas extras.

La gráfica 2.9 ilustra la pérdida de productividad según se incrementa el número de horas y el número de días trabajados a la semana.



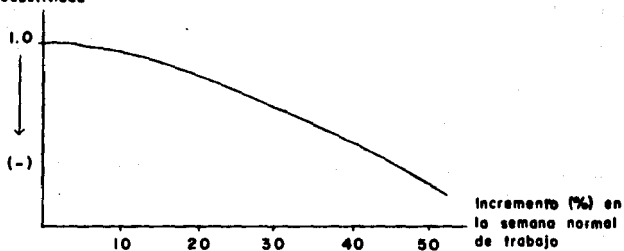
(+) Días trabajados a la semana

(++) Horas extras trabajadas a la semana

GRAFICA 2.9 Horas extras contra productividad

Esta misma pérdida se muestra en la gráfica 2.10, pero ahora la -- pérdida de productividad es expresada como un factor de ajuste a -- la productividad, según el porcentaje de incremento de las horas-- hombre trabajadas.

Ajuste en la productividad

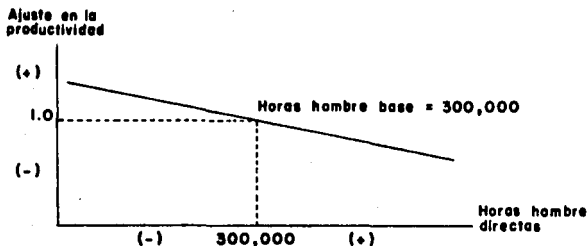


GRAFICA 2.10 Tamaño del proyecto contra la productividad

De estas gráficas se deduce que la alternativa del uso de horas extras, para ganar tiempo, puede ser costosa y con un beneficio o ganancia reducidos.

C) Tamaño del proyecto contra la productividad.

El tamaño de un proyecto expresado en función de las horas-hombre necesarias para su conclusión puede tener un impacto significativo en la productividad de la mano de obra, como se muestra en la gráfica 2.11.



GRAFICA 2.11 Tamaño del proyecto contra la productividad

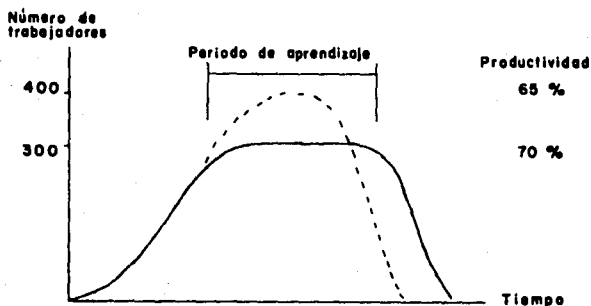
En esta gráfica se considera que el proyecto base requirió 300,000 horas hombre directas para concluirse, consecuentemente, la productividad para este tamaño es del 100% o 1.0.

La gráfica muestra como el tamaño del proyecto es inversamente proporcional a la productividad, si el tamaño aumenta la productividad disminuye y viceversa. Según los proyectos crecen se vuelven más complejos. Tanto el mando intermedio, como el personal técnico están diseminados, las líneas de comunicación se alargan, la logística de mantener hombres y materiales a nivel y tiempo adecuados se dificultan, etc. El resultado neto es: menor eficiencia y la fuerza de trabajo menos productiva. Por el contrario, los pro-

yectos más pequeños se simplifican y son más fáciles de controlar, consecuentemente se mejora la productividad. Cabe aclarar que en algunos casos la relación tamaño-productividad es directa ya que los trabajos se vuelven "artesanales" en proyectos pequeños, mientras que en proyectos grandes se pueden lograr rendimientos altos.

D) Disponibilidad de la mano de obra.

La gráfica 2.12 muestra el impacto de la disponibilidad de personal contra el tiempo de ejecución.



GRAFICA 2.12 Disponibilidad de la mano de obra

La curva segmentada es la distribución de horas hombres típica para un proyecto, es lo que uno puede esperar que sea el fundamento para la productividad base. Sin embargo, una condición anormal que puede ocurrir dentro de un proyecto es que: la planeación inicial y el análisis del programa de ejecución, prevea una limitación en la fuerza de trabajo. Por ejemplo, el pico normal de requerimientos de fuerza de trabajo no pueda lograrse por alguna res

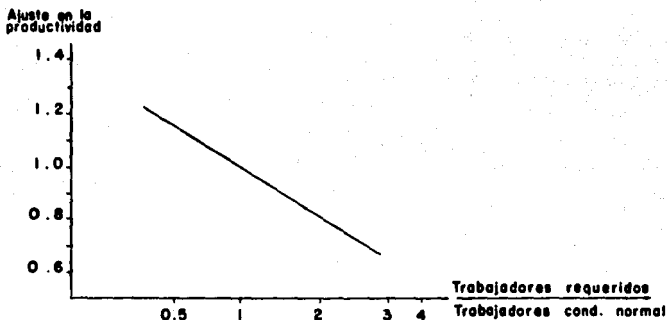
tricción, como la disponibilidad de mano de obra calificada, o algunas condiciones del sitio de la obra que restrinjan el número máximo de trabajadores. En esos casos, la única solución es extenderse en el tiempo de ejecución como se muestra en la gráfica 2.12. Sin embargo, esta restricción se compensa parcialmente con la productividad de la mano de obra, que resulta de extender el periodo del pico de número de trabajadores y su relación con el adiestramiento o aprendizaje dentro de los trabajos por realizar. Esta situación se ha vuelto más común recientemente, ya que los proyectos se han incrementado en tamaño y alcance y tienen más limitantes en la fuerza de trabajo.

E) Actividad económica contra la productividad

Uno de los factores más significativos que afectan la productividad base, es la actividad económica existente en el área durante el periodo de construcción. Si la actividad es alta, y hay muchos proyectos en construcción en la misma área y al mismo tiempo, la demanda de mano de obra se incrementa considerablemente. Esta demanda tiene doble impacto en la productividad base local. Primero, probablemente, toda la mano de obra local disponible estará empleada y el proyecto solo conseguirá un número limitado de oficiales y ayudantes. Esto reducirá en conjunto la productividad con respecto a los niveles obtenidos durante periodos de actividad económica normal. Segundo, dada la gran demanda de mano de obra, se genera una inestabilidad en la permanencia del personal dentro de la obra, los trabajadores renuncian fácilmente para irse a otro proyecto -- dentro de la misma área, ocasionando una baja en la productividad. Normalmente, durante periodos de alta actividad económica, la mano de obra local no es suficiente para satisfacer la demanda, por lo que se tiene que conseguir fuera de la localidad. La experiencia ha mostrado que cuando esto ocurre, la productividad local disminuye, incluyendo la productividad de los oficiales locales. La razón de esto no es clara, a pesar de que la mano de obra "importada" sea igual o de mejor calidad que la local.

La gráfica 2.13 muestra el impacto que puede tener un incremento -

en la actividad económica sobre la productividad de un proyecto. - La gráfica se refiere al cociente del número de trabajadores requeridos en un área, entre el número de trabajadores en condiciones normales, contra el factor que debe ser usado para ajustar la productividad base.



GRAFICA 2.13 Actividad económica contra productividad

F) Subcontratación o contratación directa contra productividad.

La subcontratación, en general, logra una productividad mayor en un 5 a 10% más que la contratación directa. Lo anterior se puede afirmar en el caso de existir un contratista principal para la ejecución de un proyecto y que, para ciertas actividades o partidas del proyecto, se subcontraten por parte de aquel. Esto se debe a que el subcontratista cuenta con una fuerza de trabajo experimentada.

A pesar de que el resultado final sea mayor productividad, eso no

significa necesariamente un costo menor.

Por otro lado, la subcontratación puede ocasionar duplicidad en algunos costos, tales como herramienta y equipo de construcción, instalaciones provisionales e incluso personal de residencia.

Un fenómeno peculiar se da en la contratación directa, es decir, - **El Destajo.**

El destajista normalmente se rodea de trabajadores de su confianza o con experiencia, a los que exige el mayor volumen de obra posible (rendimiento) pero sin que esto se asocie a una mayor remuneración. Esto implica un incremento en la productividad sin encarecimiento.

Otra forma de contratación directa, es la relación de trabajos por administración. Normalmente se da cuando los trabajos presentan dificultades particulares que implican una productividad muy baja y por lo tanto encarecimiento de la obra.

La decisión de efectuar un trabajo por medio de contratación directa o subcontratación solo debe tomarse después de analizar los pros y contras existentes en cada caso.

CONTINGENCIA

Probablemente el elemento más conflictivo de un estimado de costo es la contingencia. La experiencia ha demostrado que la mayoría - de los propietarios ven con desconfianza a la contingencia, e incluso la consideran como una licencia para gastos injustificados. Para el consultor o para el contratista, es una protección contra eventos imprevistos y por lo tanto muy importante.

La Asociación Americana de Ingenieros de Costos (AACE) define a la contingencia de la siguiente manera: "Provisión específica para - elementos de costo imprevisibles dentro del alcance de un proyecto definido; particularmente importante donde experiencias previas re

lativas a costos estimados y actuales, han mostrado que eventos imprevisibles, que son probables que ocurran, incrementan los costos".

La contingencia debe tenerse en cuenta para evitar o disminuir la posibilidad de que un estimado de costo de un proyecto, quede por debajo del costo real. Sin embargo, el manejo inadecuado de la -- contingencia es un problema doble, ya que una contingencia demasiado alta, deja fuera de competencia al contratista por tener un precio elevado y, por el contrario, un contratista puede enfrentarse a grandes pérdidas si algo inesperado pasa.

A pesar de su importancia, rara vez la contingencia es analizada a detalle, usualmente es tomada como un número al azar.

Las principales razones por las que hay que tomar en cuenta la contingencia son:

- Imprecisiones en la definición del alcance del proyecto
- Imprecisiones en los métodos de estimado
- Cubrir escalación
- Cubrir puntos o áreas dudosas
- Disminuir la posibilidad de que el estimado de costo resulte bajo comparado con el costo real
- Procesos no tomados en cuenta

Haciendo un breve análisis de cada uno de estos puntos:

Contingencia por imprecisión en la definición del alcance del proyecto.

En realidad el alcance final de un proyecto no está definido sino hasta que se concluye la construcción del mismo. Entre la fecha -- de la concepción del proyecto y la del término de construcción, -- existe un periodo de desarrollo del proyecto en el cual se da un estado de cambio continuo. Según va pasando el tiempo, la defini-

ción del alcance del proyecto se va haciendo más clara y estable. Dado los cambios que ocurren a través de las fases de un proyecto, para cualquier etapa en que se realice el estimado, el alcance estará por definición incompleto.

Como no se conocen el número de cambios que se darán y su costo, - no es posible contemplarlos dentro del estimado sino a través de - agregar un costo adicional.

La magnitud de contingencia por considerar, varía dependiendo de - en qué fase del desarrollo del proyecto se dé el estimado. El porcentaje de incremento puede alcanzar un valor hasta de un 50% para un estimado en los inicios de la evaluación y planeación de un proyecto, pero puede verse reducido hasta un valor del 2 o 3% para - proyectos en la etapa final de ejecución.

Probablemente, la más común y válida razón para añadir costo den--tro de un estimado, es la contingencia que cubre las insuficien--cias de la definición del alcance.

Contingencia por el método de estimado usado.

Esta contingencia cubre un costo por conceptos que no son tomados en cuenta por los métodos de estimado. Estos conceptos pueden ser conocidos pero no están suficientemente definidos a detalle, o el método aplicado no tiene la suficiente cobertura para tomarlos en cuenta. Consecuentemente una contingencia debe ser agregada, la - magnitud varía normalmente entre el 1 y 10%. Este tipo de contin--gencia debe evitarse siempre que sea posible.

Contingencia por escalación u otras áreas dudosas.

En ocasiones, un margen o contingencia es agregado a un estimado - porque existe alguna parte del mismo en que la información es es--casa, o que la experiencia ha demostrado que es de un alto grado - de variabilidad, como por ejemplo: posibles escalaciones, el deter--minar la productividad, etc. Este tipo de contingencia, también -

debe evitarse al máximo y de hecho procurar que las áreas conflictivas queden documentadas lo más posible, para poder predecir su costo más probable.

Contingencia para minimizar la posibilidad de que el estimado de costo quede por debajo del costo real.

Frecuentemente se agrega un porcentaje por contingencia para minimizar la posibilidad de que el estimado de costo quede por debajo de la realidad. Por ejemplo, es normal agregar un 10% por este concepto y la posibilidad de que el sobrecosto exceda ese 10% es de 1 en 5.

Ante el deseo de evitar la necesidad de requerir más dinero que el presupuestado, se puede caer en la práctica de elaborar estimados "inflados"; situación que no es recomendable ya que crea estimados que no son una predicción realista del trabajo a ejecutar. Estos estimados inflados pueden aniquilar un proyecto, dado el panorama pesimista que se crea desde el punto de vista rentabilidad o en -- caso de aprobarse el proyecto, se crea una base para el control de costos tal, que seguramente se gastará el excedente de costo estimado. En todo caso, es preferible usar un estimado de costo más preciso.

Contingencia por procesos no tomados en cuenta.

El ajuste o acondicionamiento sobre la marcha de métodos constructivos y equipos, es frecuente en los casos en que el proyecto estimado no cuente con antecedentes de construcción u operativos, ya sea en la etapa de proyecto o en la de construcción.

Para cubrir esta incertidumbre en ocasiones es agregado la contingencia por proceso. La magnitud de esta contingencia es determinada usualmente por un análisis de riesgo. Por ejemplo el estimador y el diseñador de proceso analizan aquellos puntos o áreas dudosas y el diseñador predice la probabilidad de que se realice alguna mg

dificación y de que tipo puede ser. Usualmente el producto de la probabilidad de que se presente la modificación por el costo estimado de la misma, nos indica la magnitud de la contingencia por --añadir.

Dado que la mayoría de los procesos y proyectos tienen alguna experiencia previa, este tipo de contingencia no es muy común.

Como se mencionó anteriormente, la contingencia puede variar desde un 2% hasta un 50% del costo estimado. En promedio, la contingencia añadida es del orden del 10 al 15%. De ahí que debe considerarse como una partida, dentro de un estimado, digna de atención y esfuerzo; no solo en el análisis y desarrollo de bases para una adecuada valoración, sino también debe ser monitoreada y controlada durante la ejecución del proyecto. Para esto, debe existir toda la documentación de las razones por las que la contingencia fue considerada y las bases de como se predijo la cantidad incluida.

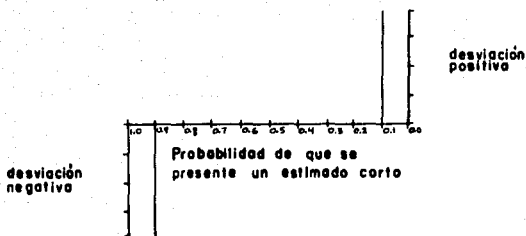
Un buen seguimiento a la contingencia dentro de la ejecución de un proyecto proporciona una excelente retroalimentación para futuros estimados. Además, es importante la revisión periódica de los conceptos tomados en cuenta dentro de la contingencia, según se vaya avanzando en el desarrollo del proyecto y, por ende, se vaya definiendo cualquier aspecto que en un principio no lo estuviera y con esto evitar que la contingencia quede demasiado "gorda".

TECNICAS PARA CALCULAR LA CONTINGENCIA

A) Técnica "one Shot"

Existe un método sencillo llamado "one Shot" para determinar una contingencia razonable.

El diagrama base de esta técnica es como el señalado en la gráfica 2.14.



GRAFICA 2.14 Diagrama base para la técnica "one shot"

Veamos un ejemplo ilustrativo para explicar el método. Supongamos un estimado de costo que arroja un valor de 100 millones de pesos.

Cabe señalar que para cualquier estimado de costo se puede determinar una precisión razonable, ya sea en términos de porcentaje o de pesos (\$).

Los pasos a seguir son los siguientes:

- En el diagrama base sobre la línea vertical correspondiente al valor 0.0, se marca el importe de la suma de desviaciones positivas o sobrecostos probables máximos por partida. Digamos 20 millones de pesos.
- Sobre la línea vertical del 0.1 se marca la mitad del valor de la desviación positiva. Diez millones de pesos, en este caso.
- Inversamente, hay que marcar el importe de la suma de desviaciones negativas o subcostos probables mínimos por partida sobre la línea vertical del 1.0. Digamos 10 millones.
- Ahora se marca sobre la línea del 0.9 la mitad del valor de la

desviación negativa, cinco millones.

- Uniendo los puntos resultantes tenemos una gráfica como la 2.15.

El diagrama resultante representa la probabilidad de que el estimado de costo del proyecto en cuestión, quede por debajo del costo real para varias contingencias.

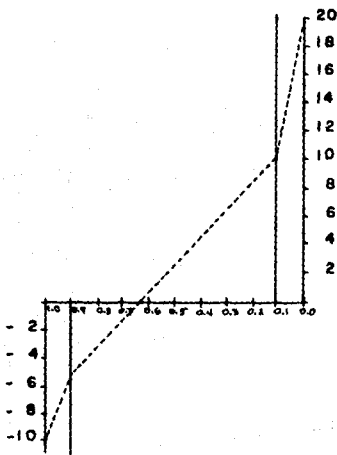


DIAGRAMA 2.15 Ejemplo del cálculo de la contingencia

El eje horizontal representa la probabilidad de que el estimado de costo quede corto con respecto al costo real; por ejemplo, la probabilidad de que el costo real del proyecto de nuestro ejemplo, exceda de 120 millones de pesos es nula (0.0). Por otro lado, la probabilidad de que sea mayor de 90 millones es del 100% o 1.0.

Existen dos puntos de interés particular en el diagrama. Uno es - la intersección de la línea con el eje horizontal, representa la probabilidad de que el costo real sea igual al costo estimado. Para nuestro ejemplo, la probabilidad de que el costo sea real sea - de 100 millones es 0.63 o 63%. El otro punto de interés, está sobre la línea, correspondiente a una probabilidad de 0.5; ya que re presenta el costo más probable para el proyecto. En este ejemplo es de 102 millones.

De la gráfica se puede deducir que la contingencia es una función de la probabilidad de que un "sobrecosto" sea tolerado. Por ejemplo, si el riesgo de un sobrecosto no debe ser mayor del 20%, una contingencia de ocho millones debe añadirse al estimado de costo.

B) Técnica de "análisis de componentes".

Un estimado de detalle proporciona información razonablemente sólida para calcular la contingencia con más exactitud que la obtenida por el método "one Shot".

En este método es necesario calcular la contingencia de las partes básicas de un estimado: mano de obra directa o indirecta, subcontratos, materiales y trabajos de oficinas centrales. Lo anterior se logra valorando la variación de cada una de las partes del esti mado y calculando la contingencia necesaria basada en esa varia- ción.

El primer parámetro que se requiere es llamado "precisión total - del estimado", el cual es efecto de la precisión alcanzada en la etapa de Ingeniería sobre el resto del estimado. Existen dos elementos que son importantes en este cálculo: el primero, es que el procedimiento entero está basado en horas hombre y el porcentaje - de progreso faltante; esto es debido a que la contingencia siempre debe basarse en lo que está pendiente en el proyecto. El otro ele miento es la exactitud de Ingeniería. Esta es la magnitud del cambio que podrá darse durante los trabajos de diseño pendientes y es una función de que tanto se espera que el diseño cambie por proble mas del cliente, falta de definición en el alcance del proyecto, -

errores de diseño y otros.

Los primeros puntos requeridos para el cálculo de la "precisión total del estimado" son: el peso de las horas hombre faltantes (columna 1), el diseño faltante por completar (columna 2) y la precisión de ingeniería (columna 3). Ver la tabla 2.16.

El siguiente paso, es el cálculo de la precisión de la sección, -- que se obtiene con el producto del diseño restante por completar -- por la precisión de ingeniería (columna 2 x columna 3 = columna 4).

La precisión ponderada de la sección, es el producto del peso de las horas hombre faltantes por la precisión de la sección (columna 1 x columna 4 = columna 5).

La "precisión total del estimado" es la suma de las precisiones -- ponderadas de las secciones.

Los otros elementos requeridos para los cálculos, son determinados por la confianza del ingeniero de costos en cada una de las secciones del estimado en estudio.

En la tabla 2.17 se pueden ver los rangos típicos de precisión para un avance del 50% para completar el diseño. Cada categoría es dividida en los elementos de mayor importancia; sin embargo, estos elementos pueden completarse con otros tantos de acuerdo a las necesidades requeridas.

Cabe señalar que las horas extras son dadas como un valor estandar del 3% y no como un rango.

La tabla 2.18 es un ejemplo del cálculo de la contingencia para un cierto estimado de costo.

Nótese que cada una de las categorías antes mencionadas, es dividida en las principales partidas que las integran, así mismo, se indican los costos asociados a cada una de ellas y que, al ser multiplicados por el "factor de precisión", se obtiene la contingencia

Individual.

Para explicar el "factor de precisión" tomaremos como ejemplo un error de estimado de $\pm 10\%$. Ahora, como no sería posible hablar de una contingencia negativa solo consideraremos el error positivo (+10%). Estadísticamente no sería correcto agregar el +10% en su totalidad, ya que representa el límite máximo, sino que el valor más probable corresponde, al de "una desviación estandar de error", ó 68% del valor máximo; de ahí que el "factor de precisión" sea el 0.68 de la precisión del estimado. Sin embargo, como las horas extras son consideradas como un valor estandar y no como un rango, su "factor de precisión" es el mismo que la precisión del estimado.

Para finalizar, podemos decir que el uso de estos métodos, hace posible determinar un buen valor para la contingencia de acuerdo al riesgo dispuesto a tomarse y a la cantidad de información disponible.

TABLA 2.16 Cálculo de la precisión total del estimado

Secciones	Horas hombre faltantes	peso de las H.H.faltantes	Diseño por completar	Precisión		
				de ingeniería	de la sección	ponderada de la sección
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Civil	50	0.05	20%	20%	4%	0.2%
Estructural	50	0.05	20%	20%	4%	0.2%
Edificación	50	0.05	30%	20%	6%	0.3%
Mécanica	100	0.10	10%	20%	2%	0.2%
Tendido de tubería	300	0.30	50%	20%	10%	3.0%
Eléctrica	300	0.30	50%	20%	10%	3.0%
Instrumentación	100	0.10	60%	20%	12%	1.2%
Pintura aislamiento	50	0.05	40%	20%	8%	0.4%
Totales	1,000	1.00				8.5%

Precisión total del estimado de costo

TABLA 2.17 Rangos típicos de precisión para un avance del 50% para completar el diseño.

		RANGO DE PRECISION
Directos:	Mano de obra	Precisión total del estimado
	- Error del estimado	5% - 10%
	- Horas hombre	3%
	Subcontratos	Precisión total del estimado
	- Todos	
	Materiales	
	- Equipo mayor	2% - 6%
	- Materiales	Precisión total del estimado
Indirectos:	Mano de obra	Precisión total del estimado
	- Error del estimado	3%
	- Horas extras	
	- Campamento/abastecimiento	Depende de la M. de O directa e indirecta
	- Otros	
	Materiales	5% - 10%
	- Todos	Precisión total del estimado
Oficina central	- Cambios de diseño	Precisión de Ingeniería

TABLA 2.18 Cálculo de la contingencia. Técnica de "Análisis de componentes"

CATEGORIA	PARTIDA	PRECISION DEL ESTIMADO (%)	FACTOR DE PRECISION (%)	COSTO PARA LA EMPRESA	CONTINGENCIA (%)
Horas hombre	Error del estimado	8.5	5.78	50'000 (+)	2'
	Horas hombre	3.5	2.38	50'000	1'
	Horas extra	3.0	3.00	50'000	1'
Subcontratos	Error del estimado	8.5	5.78	20'000	1'
Materiales	Equipo mayor	2.0	1.36	30'000	
	Materiales	8.5	5.78	30'000	1'
Horas hombre	Error del estimado	8.5	5.78	15'000	
	Horas extra	3.0	3.00	15'000	
Subcontratos	Componente/abastecimiento	8.5	5.78	15'000	
	Otros	3.0	2.04	5'000	
Materiales	Todos	8.5	5.78	5'000	
GENERAL	Cambios de diseño	20.0	13.60	10'000	1'
CONTINGENCIA TOTAL					12'

) En miles

II.5 FUNDAMENTOS DE PARAMETROS DE COSTO.

Los parámetros de costo son una herramienta formidable para la elaboración de estimados de costo, siempre y cuando se tenga información estadística suficiente, procesada y validada con experiencias previas.

A manera de definición, podemos decir, que un parámetro de costo - es un costo fijo, que resulta de la operación de un sistema de costos variables, propios de los elementos o conceptos que integran un conjunto, al que puede darse una unidad de medida común. En otras palabras, si tomamos un grupo de conceptos o elementos, sumamos sus costos y esta suma la dividimos entre una cantidad que los agrupa como medida común obtenemos un parámetro de costo.

Los elementos de costo principales que integran una obra son:

- Materiales de construcción
- Mano de obra
- Equipo de construcción
- Herramientas menores
- Prorratables
- Indirectos

Los materiales, mano de obra y equipo de construcción, son los elementos o componentes que predominan en la ejecución de una obra.

Las herramientas menores, son las herramientas manuales y representan aproximadamente el 3.0% de la mano de obra.

Los costos prorratables, son los costos indirectos en el campo, - que incluyen principalmente lo siguiente: campamentos, caminos de acceso, tomadura de tiempo, mantenimiento de vehículos, servicios de obra y oficina, teléfono, telégrafo, correos, viáticos y gastos de personal de campo y supervisión de construcción.

Indirectos. Se refiere a los costos que se tienen en las oficinas centrales.

La utilidad de los parámetros de costos, se debe principalmente, a que éstos se ajustan en forma sencilla y rápida, a las variaciones entre el proyecto base y el que esté en estudio.

El criterio a seguir para la determinación de los parámetros de - costos es el siguiente:

A) Si hablamos de un conjunto de conceptos correspondientes del catálogo que integra el costo de una obra, tenemos:

$$P.C. = \frac{c_1 q_1 + c_2 q_2 + c_3 q_3 + \dots + c_n q_n}{Q} \quad \text{ó} \quad P.C. = \frac{\sum c_n q_n}{Q}$$

donde:

- P.C. es el parámetro de costo en cuestión;
- $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ son los costos directos unitarios para cada - concepto de los que integran el conjunto;
- $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ son las cantidades de obra para cada concepto de los que integran el conjunto, expresadas - en la unidad de medida propia de cada uno de ellos; y
- Q es la cantidad de obra común y más adecuada - al conjunto de los conceptos, expresada en su propia unidad de medida.

O bien, refiriéndonos al mismo conjunto de conceptos, pero ahora - expresado como la suma de los elementos de costo, tales como materiales, mano de obra, maquinaria, etc., que lo componen, encontramos lo siguiente:

$$P.C. = \frac{p_1 v_1 + p_2 v_2 + p_3 v_3 + \dots + p_n v_n}{Q} \quad \text{ó} \quad P.C. = \frac{\sum p_n v_n}{Q}$$

donde:

- P.C. es el parámetro de costo para el conjunto en cuestión;
- $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ son los costos unitarios de cada uno de los - elementos que integran el conjunto;

- $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ son las cantidades que se consumen de cada uno de los elementos del conjunto; y
- Q es la cantidad de obra común y más adecuada al conjunto de conceptos, expresada en su propia unidad de medida.

PARAMETROS DE COSTOS GLOBALES.

Entre los parámetros de costos globales, hablando de edificación, el más conocido es el "costo por metro cuadrado construido". Este parámetro de costo es sumamente sensible, a menos que se use para proyectos de características perfectamente definidas y homogéneas. Aunque su uso es generalizado, el hacerlo indiscriminadamente es muy riesgoso, ya que con él es muy difícil reflejar diferencias -- substanciales entre los proyectos, los cuales significan importantes variaciones de costo.

Si la principal aplicación de los parámetros de costos, es la elaboración de estimados de costo a partir de experiencias previas, no se deben usar estos parámetros de costos globales o de superficie, a menos que el o los proyectos de los que derivamos tales experiencias, sean homogeneizados con el proyecto al que pretendemos aplicarlos.

Un ejemplo de una mala aplicación de un parámetro de costo, sería el pretender generalizar el costo por metro cuadrado de la vivienda de interés social sin diferenciar si es unifamiliar o plurifamiliar. Igualmente lo sería el hablar del costo de una presa, medido éste por metro cúbico de embalse, pero incluyendo obra de toma, vertedor, túneles de desvío, ataguías y hasta la casa de máquinas. Obviamente, este dato no tendrá nada que ver con el correspondiente de otra presa.

A continuación se enlistan algunos de los conceptos de edificación cuyas características inciden fuertemente en el costo por metro -- cuadrado construido, razón por la cual las diferencias que resulten al introducir cambios en ellos lo harán variar también en for-

ma considerable:

- Cimentación, incluyendo la presencia o ausencia de pilotes, la relación cimentación-número de niveles, y el tipo de terreno;
- Altura y claros de la estructura, así como los materiales o sistemas empleados en la misma;
- Densidad de muros;
- Desarrollo y características de las fachadas;
- Concentración y dispersión de la instalación hidráulica y sanitaria;
- Presencia o ausencia y características, en su caso, de elevadores y equipos en general;
- Características de algunas instalaciones tales como aire acondicionado o clima artificial;
- Cargas muertas, etc.

PARAMETROS DE COSTOS FUNCIONALES

Los parámetros de costos funcionales son en esencia iguales y operan de la misma forma que los parámetros de costos globales. Las únicas diferencias radican en la manera de agrupar los conceptos o elementos y, claro, en la selección de la cantidad común de obra, así como de la unidad de medida que hace afines a dichos conceptos o elementos; pero tienen la ventaja de dar una mayor precisión en los resultados y proporcionar una considerable facilidad de manejo.

Una vez conocido y actualizado un parámetro de costo funcional - - cualquiera de una obra terminada, puede ser utilizado posteriormente para una obra de características similares en lo esencial aunque, y ésta es su mayor ventaja, puede ajustarse en función de los cambios en algunas características secundarias.

Al describir los parámetros de costos globales, se mencionaron algunos de los conceptos de edificación que tienen una incidencia importante en el costo por metro cuadrado construido si son modificados; pero que, por la naturaleza de dichos parámetros, son difíciles de reflejar. Conceptos como éstos marcan la pauta para el - -

agrupamiento adecuado dentro de los parámetros de costos funcionales. Es decir, los conceptos deben ser seleccionados atendiendo a la necesidad de agrupar conceptos cuyas características sean de fácil variación de un proyecto a otro y, consecuentemente convenga detectarlas y manejarlas individualmente.

Como ejemplo de parámetros de costos funcionales, para el caso de un edificio, tenemos lo siguiente:

- **Cimentación:** Incluyendo trabajos preliminares, pilotes, bombeo, tablestacado, excavaciones, rellenos, plantillas, acero de refuerzo, cimbra, concreto, losa, lastres, etc. Todo lo anterior medido por metro cuadrado de desplante del edificio.

Para dar idea de la versatilidad de este método, del parámetro "cimentación" descrito podríamos separar un parámetro que podríamos llamar "excavaciones", incluyendo la excavación propiamente dicha, rellenos bombeo, tablestacado, acarreo, etc., medido todo por metro cúbico de material excavado. Todo depende de la información disponible y del grado de precisión que deseemos obtener.

- **Fachadas:** Incluyendo sus muros, recubrimientos, ventanas, vidrios, sellados, etc.

La ventaja de este parámetro es clara. Con mucha facilidad podríamos ajustarlo para casos tan diferentes como una fachada de aluminio y vidrio, y otra recubierta de mármol o cantera.

En resumen, los parámetros de costos funcionales son como pieza de rompecabezas que en conjunto componen el costo total de una obra, con la ventaja de que, una vez armado el rompecabezas de una obra, podemos armar otro distinto, haciendo ciertos ajustes a las piezas originales.

METODOLOGIA PARA EL MANEJO DE PARAMETROS DE COSTOS FUNCIONALES

Lo primero que se necesita es romper con las estructuras tradicio-

nales de agrupamiento de conceptos. Se acostumbra elaborar catálogos de conceptos para estimados de costo agrupándolos en partidas que denotan especialidades.

Lo anterior nos lleva a situaciones que se sienten francamente absurdas. Por ejemplo, si tomamos una puerta de hierro, elemento -- preciso por sí mismo, en el catálogo encontramos a la puerta propiamente dicha en la partida "herrería", su colocación en "albañilería", su pintura en la partida correspondiente, el vidrio en "vidriería", la cerradura en el lugar que le toca a dicha especialidad, y el sellado en "diversos" o "varios".

¿Cuánto cuesta la puerta? La respuesta a esta pregunta no es fácil. Necesitaríamos hacer muchas sumas y restas para determinar el costo. Entonces, lo primero que se requiere es una estructura de catálogo como acomodo lógico de conceptos y elementos. No importa su naturaleza, ni si es un "subcontrato" o no, cada elemento y cada concepto deben estar colocados en el grupo que les corresponde por su naturaleza.

En segundo lugar, es indispensable ser sumamente cuidadosos en el agrupamiento propiamente dicho. La inclusión en el parámetro de costo funcional de un concepto que no corresponde a ese grupo, o la omisión de alguno que sí forme parte del mismo, son igualmente graves, ya que lo distorsionan y generamos un dato incorrecto para futuras aplicaciones.

Además se debe registrar claramente qué conceptos están incluidos en el parámetro de costo funcional, y cuáles son sus características. Para una cimentación, será indispensable dejar constancia si fue un caso de pilotes y cuáles fueron sus características; se deberá saber que operaciones de bombeo se requirieron, con qué integridad. También los tipos y características de tablestacados y ademes.

De esta manera, al parámetro de costo funcional será muy fácil hacerle los ajustes que requiera cuando alguna de dichas características cambie o cuando, en su caso, se tenga alguna modificación --

sustancial para su adaptación a otro proyecto.

Además del ajuste por cambios en las características del proyecto, es indispensable actualizar los costos al tiempo transcurrido. Aspecto que se mencionará en el capítulo siguiente.

A continuación se presenta un ejemplo del cálculo de los parámetros de costos globales y funcionales. Supongamos una casa habitación con una superficie construida de 228m², con un costo total de ----- \$167'282,500.00 (no incluye el costo del terreno).

El parámetro por metro cuadrado construido sería:

$$\frac{\$167'282,500.00}{228 \text{ m}^2} = \$ 733,695.18 /\text{M}^2$$

Este resultado es un ejemplo de parámetro de costo global, pero resultaría muy inexacto para su posterior aplicación, excepto que el nuevo proyecto fuera casi igual.

Continuando con nuestro ejemplo, también se puede establecer un catálogo de parámetros globales que nos permitiría aumentar su precisión y tener resultados más confiables al momento de su aplicación:

CONCEPTO	IMPORTE	PESO	MEDIDA	P. GLOBAL
Obras preliminares	\$ 535,304	0.32%	228 m ²	\$ 2,347.82/m ²
Cimentación	16'594,425	9.92%	228 "	72,782.57 "
Losas de techo	21'729,996	12.99%	228 "	95,307.00 "
Muros ext. y acabados	31'030,904	18.55%	228 "	136,100.46 "
Muros int. y acabados	18'116,694	10.83%	228 "	79,459.18 "
Azotea	13'482,969	8.06%	228 "	59,135.83 "
Pisos y sus acabados	8'899,429	5.32%	228 "	39,032.58 "
Techos y sus acabados	1'639,369	0.98%	228 "	7,190.21 "
Ventanas y puertas ext.	11'843,600	7.08%	228 "	51,945.61 "
Puertas int. y sus acabados	5'821,431.	3.48%	228 "	25,532.59 "

<u>CONCEPTO</u>	<u>IMPORTE</u>	<u>PESO</u>	<u>MEDIDA</u>	<u>P.GLOBAL</u>
Instalación hidráulica y sanitaria	\$ 13'081,493	7.82%	228 m ²	\$ 57,374.97/m ²
Instalación eléctrica	4'265,703	2.55%	228 "	18,709.22 "
Obras exteriores	20'241,183	12.10%	228 "	88,777.12 "
TOTALES	\$167'282,500	100.00%	228 m²	\$733.695.18/m²

De manera similar obtendríamos el catálogo de parámetros funcionales:

<u>CONCEPTO</u>	<u>IMPORTE</u>	<u>PESO</u>	<u>MEDIDA</u>	<u>P.FUNCIONAL</u>
Obras preliminares	\$ 535,304	0.32%	228.00m ²	2,347.82/m ²
Cimentación	16'594,425	9.92%	34,19m ³	485,359.02/m ³
Losas de techo	21'729,996	12.99%	27.18m ³	799,484.77/m ³
Muros exteriores y acabados	31'030,904	18.55%	255.23m ²	121,580.16/m ²
Muros int.y acabados	18'116,694	10.83%	162.04m ²	111,803.84/m ²
Azotea	13'482,969	8.06%	271.79m ²	49,608.04/m ²
Pisos y sus acabados	8'899,429	5.32%	203.41m ²	43,751.19/m ²
Techos y sus acabados	1'639,369	0.98%	214.76m ²	7,633.49/m ²
Ventanas y puertas ext.	11'843,600	7.08%	36.44m ²	325,016.47/m ²
Puertas int.y sus acabados	5'821,431	3.48%	26.02m ²	223,729.09/m ²
Instalación hidráulica y sanitaria	13'081.493	7.82%	14 sal	934,392.36/sal
Instalación eléctrica	4'265,703	2.55%	48 sal	88,868.81/sal
Obras exteriores	20'241,183	12.10%	240.50m ²	84,162.92/m ²
TOTALES	\$167'282,500	100.00%		

Estos ejemplos numéricos son hipotéticos, por lo que no se han desglosado las especificaciones estructurales o arquitectónicas, ni los acabados; pero se recuerda que todo esto debe quedar bien establecido en la realidad para una perfecta definición del alcance de los parámetros.

CAPITULO III AJUSTES PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS

III.1 SISTEMAS DE COSTOS

En el capítulo anterior se mencionó que el primero de los dos elementos esenciales para un estimado de costos, es la predicción de cantidades, tales como metros cúbicos de concreto o toneladas de acero, la cual se realiza por medio del uso de métodos de estimación. El segundo elemento esencial, para un estimado de costo lo forma el conjunto de precios unitarios.

El producto de estos dos elementos, cantidades por precios unitarios, constituyen los costos que integran el estimado de costo.

A la recolección, análisis y aplicación de estos datos de estimación se llama Sistema de costos.

Si se desea tener una capacidad para estimar segura y digna de confianza, es necesario contar con datos base bien definidos, actualizados y de fácil acceso.

Los métodos de estimación producen cantidades, de una u otra manera, para cada componente de un estimado de costo. Esto incluye materiales, equipo y mano de obra.

Los datos de costo en la mano de obra caen en dos categorías: contratación directa y subcontratación. La mano de obra, en la contratación directa, es pagada en base al tiempo trabajado y en forma directa al trabajador, por parte del contratista principal. De ahí que, los datos requeridos son los salarios y la productividad. Un trabajo subcontratado, es normalmente cotizado considerando tanto la mano de obra como los gastos del subcontratista y en ocasiones incluye los costos de los materiales.

Antes de establecer un sistema de costos es importante conocer el comportamiento de los precios, de ahí que haga los siguientes comentarios:

- Equipo menor:

Este equipo obedece a condiciones de diseño tales que, su localización dentro del mercado, puede tener una demanda que varíe considerablemente, dependiendo de la actividad económica local y la oferta existente, por lo que su precio puede variar notablemente.

- Materiales de consumo:

Para referirme a este tipo de materiales lo haré simplemente como "materiales", y como ejemplo puedo mencionar el concreto, acero y cimbra. Dado que son requeridos en grandes cantidades y su uso no está restringido para cierto tipo de proyecto. Este tipo de materiales pueden fabricarse de antemano teniéndose garantizada su venta, por lo que el comportamiento de su precio tiende a ser más estable.

- Equipos especiales:

Estos equipos requieren cantidades importantes de horas-hombre para su montaje y puesta en operación, por lo que el comportamiento de su costo involucra las dos categorías antes señaladas y la mano de obra.

De lo anterior se puede deducir que son muchas las variables en juego y que fácilmente puede volverse obsoleto el conjunto de datos obtenidos de un proyecto para utilizarlos en otro.

OPCIONES PARA EL ALMACENAMIENTO DE DATOS.

Existen dos opciones básicas para el almacenamiento de datos.

Una de las opciones comprende la obtención de datos específicos para un estimado específico, según se va desarrollando éste. Esto es a base de contactar con proveedores para cotizaciones preliminares. Esta opción requiere de un almacenamiento muy poco formal, ya que los datos son investigados para cada estimado.

La segunda opción, es el "Banco de datos" que requiere un conocimiento profundo de la materia, dada su complejidad y naturaleza volátil. Una forma de resolver este problema, es establecer un sistema de índices que proporcionen una manera práctica de estimar precios de materiales, para un determinado lugar y en un tiempo específico. Con este sistema, los costos detallados para todos los componentes dentro de un estimado de costo, son establecidos para unas condiciones y lugar bien definidos. Estos son los costos "base" o "standar". - Estos costos base son ajustados a otros proyectos por medio del sistema de índices. Estos índices expresan la relación de costos, para un lugar y tiempo particular, del nuevo proyecto, con los costos base.

Con un sistema como éste, la retroalimentación, en base a proyectos individuales recientes, debe ser usado con eficiencia para actualizar e incrementar los datos.

FUENTES DE INFORMACION.

Existen varias fuentes de información para la obtención de costos de materiales y la más común de ellas, es la de las órdenes de compra - de proyectos muy recientes o en proceso. Otras fuentes de información provienen de la retroalimentación de proyectos, contrataciones, salarios, rendimientos de mano de obra, lista de precios publicados, proveedores, índices publicados, etc.

III.2 INDICES E INDICES DE COSTO

Se dice que un "índice" es un número cualquiera de una serie de números que indica los cambios, debido al tiempo, que sufre una variable con referencia a una base arbitraria, generalmente 100, que representa el valor de dicha variable en un momento o período previo específico.

Entonces se puede decir que un "índice de costo" es la relación del costo de un determinado bien, en un período dado, y el costo del mis

mo bien en otro período, llamado base. Lo anterior puede expresarse de la siguiente manera:

$$I_c = \frac{C_n}{C_a} \times 100$$

Donde: I_c es el índice de costo
 C_n es el costo en un período dado
 C_a es el costo en el período base

Un problema muy generalizado acerca de los índices, es que se confunden comunmente con porcentajes simples, relaciones de números, - cantidades absolutas, etc. Los índices, a diferencia de otras unidades -Kg., metro, etc.- que miden en forma precisa las cosas, solo indican la manera de evolucionar de una serie cronológica, son índices, no son una medida.

PROPIEDADES DE LOS INDICES.

Con objeto de entender más claramente las posibilidades y limitaciones que en la práctica tiene el uso de los índices de costos, conviene conocer sus propiedades.

Llamaremos: $C_a, C_b, C_c, \dots, C_n$, a los costos de un determinado artículo en los períodos a, b, c, ... n

Las principales propiedades son:

- Propiedad de identidad.

Un índice de costo en un período dado, con base en el mismo período, es igual a 100.

$$I_c = \frac{C_a}{C_a} \times 100 = 100$$

- Propiedad de tiempo inverso.

Quando dos períodos se intercambian, sus correspondientes índices de costos son recíprocas entre sí.

$$\frac{C_a}{C_b} \times \frac{C_b}{C_a} = 1$$

- Índices en cadena o enlazados.

El índice de costo para un período dado, con respecto a otro período tomado como base, siempre puede expresarse en términos de enlaces relativos, entendiéndose por tales, a la relación entre un costo y el costo del período precedente. Dicho de otra manera, como el producto de todos los índices de costos de los períodos comprendidos entre la base y el dado, tomando para cada uno de ellos como base el inmediato anterior.

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

donde C_n sigue siendo período base y C_a el período dado.

- Operación de índices entre distintos períodos.

Quando ya se tienen calculados y tabulados los índices de costo para un cierto período base, puede ser necesario por alguna razón conocer los índices de costo de la misma serie respecto a otro período base, distinto al tomado originalmente.

Supongamos que:

$$I_{c(n,a)}, I_{c(n-1,a)}, \dots, I_{c(d,a)}, I_{c(c,a)}, I_{c(b,a)}$$

son los índices de costo para un cierto artículo, en los períodos b, c, d, -----, n-1, n, todos calculados sobre un período base a.

Necesitamos reconvertir, es el término correcto, nuestros índices -

de tal manera que, conozcamos sus valores, pero ahora respecto al período c.

Si establecemos que:

$$Ic_{(n,c)}, Ic_{(n-1,c)}, \dots, Ic_{(d,c)}, Ic_{(b,c)}, Ic_{(a,c)}$$

son los índices de costos para el mismo artículo, en los períodos - a, b, d, ..., n-1, n, calculados sobre el período base c, tenemos que:

$$Ic_{(n,c)} = \frac{Ic_{(n,a)}}{Ic_{(c,a)}} \times 100$$

$$Ic_{(n-1,c)} = \frac{Ic_{(n-1,a)}}{Ic_{(c,a)}} \times 100$$

$$Ic_{(d,c)} = \frac{Ic_{(d,a)}}{Ic_{(c,a)}} \times 100$$

$$Ic_{(b,c)} = \frac{Ic_{(b,a)}}{Ic_{(c,a)}} \times 100$$

$$Ic_{(a,c)} = \frac{Ic_{(a,a)}}{Ic_{(c,a)}} \times 100$$

Es muy importante tener en cuenta que los índices de costos nunca - deben sumarse o restarse entre sí. Debe multiplicarse o dividirse - según lo que se desee obtener.

Posteriormente se hará una aplicación numérica para aclarar este último concepto.

INDICE DE COSTO AGREGADO.

Hasta ahora se ha hablado de "índices de costos simples", o sea, en

el caso particular de la construcción aplicables a materiales, mano de obra y maquinaria, vistos individualmente. Esto quiere decir un material específico, una máquina en particular, etc.

Esta es, sin duda, una información útil, ya que nos sirve para conocer el comportamiento de los costos de cualquier insumo o elemento de la construcción considerado aisladamente.

Pero es de mayor interés, el conocer la variación del costo de construcción. Para ello es necesario agregar todos los insumos de la construcción y manejarlos en conjunto.

Obviamente el hablar de la construcción en general; resulta poco práctico. Es más lógico hablar de alguna obra en particular para la cual se conozcan todos sus insumos o elementos y éstos puedan ser fácilmente agregados o bien, de un "tipo" de obra que se obtenga del promedio de varias obras específicas semejantes o de la extrapolación de alguna de ellas.

Primeramente estableceremos un concepto que se deriva de relacionar el costo de un elemento o insumo aislado, con ciertas cantidades que determinen su incidencia o peso en un todo que llamaremos el costo de la obra.

Ahora, si definimos como "valor" al producto del costo de un bien multiplicado por la cantidad consumida, producida, etc. del mismo bien en un período determinado, tenemos la siguiente expresión:

$$V_a = C_a \times q_a$$

Donde: V_a es el valor en el período a.
 C_a es el costo de ese bien en el mismo período a.
 q_a es la cantidad consumida, producida, etc. de ese mismo bien en el período a.

Si por otro lado tenemos: $V_n = C_n \times q_n$

donde V_n, C_n y q_n son valor, costo y cantidad para el período n , podremos definir el concepto de índice de valor como la relación entre el valor de un bien en un período determinado y el valor del mismo bien en otro período tomado como base:

$$I_v = \frac{V_n}{V_a} \times 100$$

o también:

$$I_v = \frac{C_n \times q_n}{C_a \times q_a} \times 100$$

Dado lo anterior, podemos decir que el costo de una obra se forma por la agregación o suma de los valores de sus elementos o insumos, es decir de los costos de cada componente por la cantidad consumida del mismo en esa obra en particular. De ahí que no se pueda hablar de un índice de costos de aplicación - - - - a la construcción en general, ya que sería muy complejo establecer los insumos o elementos cuyos valores lo componen.

Este es por tanto el concepto de Índice agregado. Respecto al mismo hay varios criterios y definiciones, pero el aplicable a la construcción es el llamado Índice de Laspeyres; que se define como:

$$I_c = \frac{\sum C_n q_a}{\sum C_a q_a} \times 100$$

O sea, maneja la cantidad correspondiente al período base como constante y se establece como el cociente entre valores, es decir, costos por cantidades de todos los elementos componentes.

Hablando entonces, del índice de costo agregado para una obra, la interpretación del Índice de Laspeyres es de la siguiente manera:

I_c es el índice de costo de una obra o tipo de obra;

C_n son los costos de los materiales, la mano de obra y la maquinaria, vistos como elementos independientes, para el período

- C_a son los costos de los mismos elementos, pero en el período base a;
- q_a son las cantidades que se consumen en la obra de cada uno de los elementos independientes incluidos, sean estos materiales, mano de obra o maquinaria.

Aquí se ve claro que las cantidades son idénticas en cualquier período considerado.

INDICES DE COSTOS EN MEXICO.

En México, los principales índices de costos relacionados con la construcción son los publicados por:

- Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (CNIC)
- Banco de México
- Secretaría de Programación y Presupuesto.

Índices de costos de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción

Son los índices de costos de construcción más antiguos que se conocen en México.

La Cámara Nacional de la Industria de la Construcción publica mensualmente, en primer lugar, los "Relativos de precios de insumo para la construcción", o sea los índices simples para 156 insumos de la construcción con base Enero 1989 = 100. Se anexa la reproducción de estos índices (1).

Además, la CNIC da a conocer, también mensualmente, el "Índice de costos de edificación", el "Índice de costos de construcción industrial" y el "Índice de costos de maquinaria." Los tres con base -

(1) Fuente: Revista Mexicana de la Construcción, Órgano oficial de la CNIC, Número 421, Diciembre de 1989.

Relativos de precios de insumos para la construcción 63

Vigencia base Ene/89 = 100 NOV89/NOV89/NOV89/
ABR89 MAY89 JUN89 JUL89 AGO89 SEP89 OCT89 NOV89 ABR89 JUN89 OCT89

DESCRIPCION

LOSA PREFABRICADA L<4, CV = 350 KG/M2 AREA<500 M2	95.6	95.6	86.8	82.7	85.8	88.7	109.0	114.4	19.7	32.0	5.0	%
ACERO (VARILLA DE ALTA RESISTENCIA) GRADO 6000 DE 3/16"	112.1	112.1	106.5	106.5	106.5	106.5	113.8	113.8	1.5	7.0	0.0	%
POLIN DE 3 1/2" x 3 1/2" x 8" (DE 2#)	94.9	91.4	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	-1.9	0.0	0.0	%
DUELA DE PINO DE 1a. PARA PISO DE 4.9 CM	100.8	101.2	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	-0.3	0.0	0.0	%
TABIQUE PERFORADO VERTICAL DE 6 x 10 x 20 CM	104.6	106.2	114.0	114.0	115.6	115.6	115.6	115.6	10.5	1.0	0.0	%
MAYOLITA DE COLOR, LISA (5.5 x 22)	106.8	110.4	118.2	118.2	118.0	118.0	119.8	119.8	12.2	1.0	0.0	%
COLADERA HELVEX MOD 262 H	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	0.0	0.0	0.0	%
PLASTICO CBASE TELA TAHITI DE 1.4 MIANCHO	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	0.0	0.0	0.0	%
TABLARROCA E = 13 MM DE 1.22 x 2.44 M	106.9	105.5	102.6	102.6	102.6	107.6	102.6	108.9	1.9	6.0	6.1	%
CODO PVC DE 45 GRADOS 10 CM (4") C/CAMPANA	102.5	93.8	93.6	93.6	97.9	100.0	118.0	118.0	15.1	26.0	0.0	%
TUBERIA DE PVC, USO HIDRAULICO, DE 19MM (3/4") T/3M	84.6	84.6	84.6	84.6	84.6	100.0	118.0	118.0	39.5	39.0	0.0	%
TUBERIA DE PVC, USO SANITARIO, DE 10 CM (4") C/CAMP.	92.8	92.8	92.7	92.7	92.7	100.0	118.0	127.8	37.7	38.0	8.3	%
PARQUET DE PINO DE 6-8MM	97.3	95.2	100.0	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2	-2.2	5.0	0.0	%
PLAFON DE YESO, TIROLEADO, FIRMAMENTO DE 81 x 61 CM	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	%
LAMINA DE ASBESTO TIPO RURAL 0.60 x 2.54 M	99.1	99.0	93.8	93.8	93.8	93.8	96.1	96.1	-3.0	2.0	0.0	%
CONDULET L DE 13MM (1/2")	98.8	108.1	108.1	108.1	108.1	108.1	108.1	108.1	9.4	0.0	0.0	%
INTERRUPTOR DE 2 x 30/240 VOLTS (ROYER)	104.8	104.8	104.8	104.8	104.8	104.8	104.8	104.8	0.0	0.0	0.0	%
SOLDADURA 70/18 DE 3.17MM (1/8")	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3	0.0	0.0	0.0	%
LOSA SIPOREX 10CM 100 KG/M2 L = 3M	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	%
TUBERIA DE ACERO NEGRO C 40 13MM (1/2") C/COST. T/6.4 M	101.9	104.3	109.5	110.1	115.5	122.8	121.7	121.7	19.4	11.0	0.0	%
TUBERIA DE ACERO C 40 15 CM (6") C/COSTURA	117.3	117.3	117.3	118.5	118.5	118.5	123.5	123.9	5.6	6.0	0.3	%
COLADERA PLUVIAL PARA BANQUETA STD.	117.8	117.8	117.8	117.8	110.1	110.1	110.1	111.4	-5.4	-5.0	1.2	%
CONTRAMARCO DE L = 1.80M SENCILLO CENTRADO<15CM (6")	118.1	118.1	118.1	118.1	120.9	120.9	120.9	120.9	2.4	2.0	0.0	%
EXTREMIDAD DE 6" (15CM) CLASE A5 MEXA (PZA. ESP.)	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.5	0.3	0.0	0.3	%
JUNTA GIBAUT DE 6" CLASE A5	117.4	117.4	117.4	117.4	118.6	118.6	118.6	118.6	1.0	1.0	0.0	%
MARCO C/TAPO TIPO SARH 50 x 50CM <15CM (6")	118.0	118.0	118.0	118.0	111.3	111.3	111.3	111.3	-5.7	-6.0	0.0	%
REJILLA P/PISO FIJA DE 45 x 45 CM	118.1	118.1	118.1	118.1	109.8	109.8	109.8	109.8	-7.0	-7.0	0.0	%
VALVULA DE COMPUERTA 15CM (6") WILSONDORT BLANCO, MATE DE 1.22 x 2.44	118.0	118.0	118.0	118.0	122.8	122.8	122.8	122.8	4.1	4.0	0.0	%
FORMAICA TIPO MADERA (GAMA MATE)	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	0.0	0.0	0.0	%
VIDRIO PLANO DE 5MM (GRUPO 1.2, PROM.)	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	107.8	7.6	8.0	7.6	%
CERRADURA A70 PD (255 PLYNT SCHLAGE DORADA)	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	0.0	0.0	0.0	%
ASFALTO EN PLANTA FR 3 Y/O FM1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	%
ACEITE "BRIO AZUL" (P/MOTOR DIESEL)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	%
DIESEL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	%
GASOLINA PLUS	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	%
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	%
PERFIL DE ALUMINIO	104.1	105.5	106.8	108.1	109.5	110.7	112.1	113.4	8.9	6.0	1.2	%
LAMINA DE ALUMINIO	101.1	105.5	106.8	108.1	109.5	110.7	112.1	113.4	8.9	6.0	1.2	%
DOLAR CONTROLADO (A LA VENTA)	104.1	105.5	106.8	108.1	109.5	110.7	112.1	113.4	8.9	6.0	1.2	%
DOLAR "LIBRE PRIVADO" A LA COMPRA	103.4	106.6	108.5	109.8	111.2	112.4	113.8	115.1	11.3	6.0	1.1	%
DOLAR "LIBRE PRIVADO" A LA VENTA	106.0	107.1	108.5	109.8	111.1	112.4	113.8	115.1	8.6	6.0	1.1	%

DESCRIPCION	NOV89/NOV89/NOV89/										
	ABR89	MAY89	JUN89	JUL89	AGO89	SEP89	OCT89	NOV89	ABR89	JUN89	OCT89
MADERA DE PINO DE 2a. PARA CIMBRA	101.7	96.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.1	98.1	-3.5	-2.0	0.0
MALLA DE ACERO A.R. 6x6 10/10	103.2	103.6	97.7	100.0	100.0	100.4	103.0	103.0	-0.2	5.0	0.0
MALLA DE ACERO A.R. 6x6 8/8	ND	ND	ND	ND	ND	100.2	102.8	102.8	ND	ND	0.0
MECHAS CLOVER ROLLO DE 50 M	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	103.1	3.1	3.0	3.1
MORTERO O CEMENTO DE ALBAÑILERIA	104.2	104.2	104.2	103.4	106.7	116.8	116.8	116.8	11.9	12.0	0.0
MOSAICO DE PASTA LISO	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MOSAICO DE PASTA MARMOLEADO	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MOSAICO DE GRANITO	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
OXIGENO	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	101.5	101.5	1.5	2.0	0.0
PERFIL TUBULAR CAL. 18	111.7	108.6	111.6	111.6	111.8	111.8	111.6	111.6	-0.1	0.0	0.0
PIEDRA PARA MAMPOSTERIA	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
PINTURA DE ESMALTE BLANCO	98.3	101.6	100.0	100.0	100.0	100.0	103.0	109.0	10.9	9.0	5.8
PINTURA VINILICA BLANCA	94.2	101.1	100.0	100.0	100.0	100.0	102.1	109.9	16.7	10.0	7.6
SOLDADURA ELECTRICA DE 3.2 MM. (1/8") TIPO 60-10	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	0.0	0.0	0.0
TABICON LIGERO DE 10 x 14 x 28 CM.	ND	ND	ND	ND	103.3	103.3	103.3	105.2	ND	ND	1.6
TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 7 x 14 x 28 CM.	102.4	105.4	106.1	102.4	103.7	103.7	107.4	107.4	4.9	1.0	0.0
TE DE ALUMINIO 19 x 19 x 1.6 M.M. 6063-T5	ND	ND	ND	ND	ND	103.9	106.0	106.0	ND	ND	0.0
TE DE ALUMINIO 25 x 25 x 1.6 M.M. 6063-T5	ND	ND	ND	ND	ND	103.9	106.0	106.0	ND	ND	0.0
TINACO DE ASBESTO CEMENTO HORIZONTAL 1100 LTS.	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	106.9	106.9	2.8	3.0	0.0
TOVEX 100 DE 7/8" x 8"	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	102.0	102.0	102.0	2.0	2.0	0.0
TRIPLAY DE CEDRO O CAOBA DE 6 MM. UNA CARA	107.7	103.8	106.5	106.5	100.1	100.1	104.4	108.5	0.7	2.0	3.9
TRIPLAY DE PINO DE 6 MM. UNA CARA	105.3	107.0	102.9	102.9	102.9	102.9	105.8	111.7	6.1	9.0	5.6
TRIPLAY DE PINO DE 16 MM. DOS CARAS	103.3	100.6	102.2	102.2	99.1	102.8	102.8	102.8	0.5	1.0	0.0
TUBERIA CONDUIT PVC PESADA DE 25 MM. (1")	ND	ND	ND	ND	100.0	100.0	100.0	100.0	ND	ND	0.0
TUBERIA CONDUIT GAL. PARED DELGADA DE 13 MM. (1/2)	ND	ND	ND	ND	114.9	114.9	114.9	114.9	ND	ND	0.0
TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO CLASE A-5 DE 20.3 CM.	ND	ND	ND	ND	ND	100.0	103.7	103.7	105.4	ND	1.6
TUBERIA CONDUIT GAL. PARED GRUESA DE 19 MM. (3/4)	ND	ND	ND	ND	115.0	115.0	115.0	115.0	ND	ND	0.0
TUBERIA CONDUIT GAL. PARED GRUESA DE 25 MM. (1")	ND	ND	ND	ND	114.9	114.9	114.9	114.9	ND	ND	0.0
TUBERIA CONDUIT GAL. PARED GRUESA DE 38 MM. (1 1/2")	ND	ND	ND	ND	114.9	114.9	114.9	114.9	ND	ND	0.0
TUBERIA CONDUIT GAL. PARED GRUESA DE 51 MM. (2")	ND	ND	ND	ND	114.9	114.9	114.9	114.9	ND	ND	0.0
TUBERIA GAL. CED. 40 DE 13 MM. (1/2")	101.8	101.8	104.2	103.5	104.7	106.9	106.9	106.9	5.2	3.0	0.0
TUBERIA GAL. CED. 40 DE 19 MM. (3/4")	ND	ND	ND	ND	104.7	104.7	99.9	98.9	ND	ND	0.0
TUBERIA GAL. CED. 40 DE 25 MM. (1")	ND	ND	ND	ND	104.7	109.1	109.1	109.1	ND	ND	0.0
TUBERIA GAL. CED. 40 DE 38 MM. (1 1/2")	ND	ND	ND	ND	104.7	109.1	109.1	109.1	ND	ND	0.0
TUBERIA GAL. CED. 40 DE 51 MM. (2")	ND	ND	ND	ND	104.7	109.1	109.1	109.1	ND	ND	0.0
TUBERIA ALUM. CUADR. 19 x 1.6 MM. ESQ. RED. 6063-T5	ND	ND	ND	ND	ND	103.9	103.9	110.8	ND	ND	6.6
TUBERIA CONCRETO SIN REFORZAR DE 0.0% 0.0% 99.2	ND	ND	ND	ND	ND	103.9	103.9	110.8	ND	ND	6.6
TUBERIA COBRE RIGIDA TIPO L DE 13 MM. (1/2")	113.2	111.0	111.0	111.0	116.0	117.2	117.9	117.9	4.2	6.0	0.0
TUBERIA COBRE RIGID \ TIPO L DE 19 MM. (3/4")	ND	ND	ND	ND	123.9	125.1	125.7	125.7	ND	ND	0.0

DESCRIPCION	NOV85 NOV85: NOV89/											
	ABR89	MAY89	JUN89	JUL89	AGO89	SEP89	OCT89	NOV89	ABR89	JUN89	OCT89	
PISO DE BARRO BALDOSIN (STA JULIA) 10 x 20 x 1.5 CM	105.8	104.3	103.8	103.8	104.3	104.3	104.3	104.3	-1.4	1.0	0.0	%
BARNIZ TRANSPARENTE, BRILLANTE	95.5	88.8	84.5	84.5	84.5	84.5	87.0	87.0	-8.9	3.0	0.0	%
TEJA DE BARRO DE 1.5 x 15 x 30 CM	108.0	108.1	108.4	108.4	108.1	108.1	108.1	112.9	4.5	4.0	4.4	%
TORNILLO P/MADERA # 10 DE 1 1/2"	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	0.0	0.0	0.0	%
Llave CROMADA	67.4	67.4	54.4	54.5	61.2	59.9	61.4	61.4	-8.9	13.0	0.0	%
CARTON ASFALTICO DEL # 15	100.0	100.0	100.0	102.9	102.9	102.9	102.9	102.9	2.9	3.0	0.0	%
OFICIAL DE OFICIOS	100.0	100.0	100.0	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0	6.0	6.0	0.0	%
PEON	100.0	100.0	100.0	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0	6.0	6.0	0.0	%
ACERO DE REFUERZO A.R. No. 3 AL 10	101.1	100.6	98.9	98.9	96.7	101.4	104.8	104.9	3.8	6.0	0.1	%
ACERO ESTRUCTURAL PLACA GRADO A-36	ND	ND	ND	ND	100.0	109.1	121.2	125.1	ND	ND	3.2	%
ACETILENO	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	101.5	101.6	1.6	2.0	0.1	%
ALAMBRE RECOCIDO No. 18	113.4	113.4	113.3	113.3	112.7	112.7	113.4	113.4	0.0	0.0	0.0	%
ALAMBRE DE 6.3 MM (1/4")	118.0	120.7	120.2	116.0	115.3	115.3	117.2	117.2	-0.7	-2.0	0.0	%
ARENA	121.5	121.5	121.5	121.5	121.5	121.5	120.4	120.4	-0.9	-1.0	0.0	%
AZULEJO BLANCO LISO DE 11 x 11 CM.	106.8	110.4	118.2	118.2	118.0	118.0	119.8	119.8	12.2	1.0	0.0	%
BLOCK DE CONCRETO HUECO INTER- MEDIO 15 x 20 x 40 CM.	102.4	99.6	99.6	98.9	101.9	109.6	123.3	123.3	20.4	24.0	0.0	%
BLOCK DE CONCRETO HUECO PESADO 15 x 20 x 40 CM.	102.5	99.7	99.7	99.0	100.5	108.1	119.3	119.3	16.4	20.0	0.0	%
CAL HIDRATADA	ND	ND	ND	ND	109.3	112.8	116.3	116.3	ND	ND	0.0	%
CEMENTO PORTLAND TIPO 1	106.4	107.1	106.9	106.9	113.3	120.1	118.2	118.2	11.1	11.0	0.0	%
CALENTADOR DE GAS AUT. 6-15 POPULAR	127.5	126.6	127.1	126.6	136.4	136.7	137.6	137.6	7.9	8.0	0.0	%
CLAVO DE 2.5 PULGADAS	111.3	112.3	112.3	111.3	111.3	111.3	111.3	111.3	0.0	-1.0	0.0	%
CONCRETO PREMEZCLADO DE F'c = 200 KG/CM2 20 MM. R.N.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	105.0	105.0	5.0	5.0	0.0	%
CONCRETO PREMEZCLADO DE F'c = 250 KG/CM2 40 MM. R.N.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	ND	ND	ND	ND	ND	%
CONCRETO PREMEZCLADO DE F'c = 200 KG/CM2 20 MM. R.R.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	105.0	105.0	5.0	5.0	0.0	%
CONDUCTOR ALAMBRE DE COBRE TW CAL. 10	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	%
CONDUCTOR ALAMBRE DE COBRE TW CAL. 12	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	%
CONDUCTOR CABLE DE COBRE THW CAL. 8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	%
CONDUCTOR CABLE DE COBRE TW CAL. 10	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	%
CONDUCTOR CABLE DE COBRE TW CAL. 12	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	%
CORDON DETONANTE ECORD	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	102.5	2.5	3.0	2.5	%
CORDON DETONANTE PRIMACORD	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	102.5	2.5	3.0	2.5	%
CRISTAL FLOTADO DE 5 MM.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	%
ESTOPINES MS DE 3 MTS.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	103.0	103.0	103.0	3.0	3.0	0.0	%
ESTOPINES MS DE 5 MTS.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	103.0	103.0	103.0	3.0	3.0	0.0	%
FIERRO ESTRUCTURAL ANGULO Y SOLERA	105.6	104.8	113.3	117.7	114.5	116.2	118.1	118.1	11.8	4.0	0.0	%
FULMINANTE No. 8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	103.0	103.0	103.0	3.0	3.0	0.0	%
GRAVA DE 19 MM (3/4")	121.5	121.5	121.5	121.5	121.5	121.5	120.4	120.4	-0.9	-1.0	0.0	%
LADRILLO COMUN RECOCIDO DE 2 x 14 x 28 CM.	ND	ND	ND	ND	112.5	112.5	117.8	119.0	ND	ND	1.0	%
LAMINA ACANALADA ASBESTO-CEMENTO 5 MM. 6 ONDAS	ND	ND	ND	ND	103.9	103.9	104.8	104.8	ND	ND	0.0	%
LAMINA DE ACERO NEGRO CAL. 18	ND	ND	ND	ND	ND	104.2	104.2	104.2	ND	ND	0.0	%
LAVABO BLANCO IDEAL STANDARD MOD. VERACRUZ O SIM.	123.6	130.2	119.8	123.4	123.5	123.5	131.4	131.4	6.3	10.0	0.0	%
LOSETA VINILICA DE 2 MM	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.1	100.2	100.2	0.2	0.0	0.1	%

DESCRIPCION	NOV88/NOV88/NOV88										
	ABR89	MAY89	JUN89	JUL89	AGO89	SEP89	OCT89	NOV89	ABR89	JUN89	OCT89
TUBERIA COBRE RIGIDA TIPO M DE 10 MM. (3/8")	ND	ND	ND	ND	114.7	117.8	118.4	118.4	ND	ND	0.0 %
TUBERIA COBRE RIGIDA TIPO M DE 13 MM. (1/2")	115.8	109.1	109.1	109.1	114.7	115.9	116.9	116.9	0.9	7.0	0.0 %
TUBERIA COBRE RIGIDA TIPO M DE 19 MM. (3/4")	ND	ND	ND	ND	112.7	115.9	117.1	117.1	ND	ND	0.0 %
TUBERIA COBRE RIGIDA TIPO M DE 25 MM. (1")	ND	ND	ND	ND	114.7	117.7	132.6	132.6	ND	ND	0.0 %
TUBERIA COBRE RIGIDA TIPO M DE 32 MM. (1 1/4")	ND	ND	ND	ND	114.7	118.0	119.5	119.5	ND	ND	0.0 %
TUBERIA CONCRETO REFORZADO DE 45 CM.	ND	ND	ND	ND	104.8	104.8	117.0	117.0	ND	ND	0.0 %
TUBERIA CONCRETO REFORZADO DE 60 CM.	ND	ND	ND	ND	107.2	107.2	118.3	118.3	ND	ND	0.0 %
TUBERIA CONCRETO REFORZADO DE 76 CM.	ND	ND	ND	ND	106.8	106.8	117.9	117.0	ND	ND	0.0 %
TUBERIA CONCRETO REFORZADO DE 91 CM.	ND	ND	ND	ND	106.1	106.1	116.4	116.4	ND	ND	0.0 %
TUBERIA CONCRETO REFORZADO DE 107 CM.	103.7	103.7	103.7	103.7	103.7	103.7	115.7	115.7	11.6	12.0	0.0 %
TUBERIA CONCRETO SIN REFORZAR DE 15 CM.	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5	126.6	126.6	12.5	13.0	0.0 %
TUBERIA CONCRETO SIN REFORZAR DE 20 CM.	ND	ND	ND	ND	115.7	115.7	126.8	126.8	ND	ND	0.0 %
TUBERIA CONCRETO SIN REFORZAR DE 30 CM.	ND	ND	ND	ND	116.6	116.6	127.6	127.6	ND	ND	0.0 %
TUBERIA CONCRETO SIN REFORZAR DE 38 CM.	ND	ND	ND	ND	128.1	128.1	133.5	133.5	ND	ND	0.0 %
TUBERIA CONCRETO SIN REFORZAR DE 45 CM.	ND	ND	ND	ND	117.8	117.8	129.5	129.5	ND	ND	0.0 %
TUBERIA DE FIERRO FUNDIDO 1 CAMPANA 10 CM.	103.2	103.2	118.5	118.5	118.5	118.5	146.6	146.6	42.1	24.0	0.0 %
TUBERIA HIDRAULICA P.V.C. RD-26 DE 50 MM.	ND	ND	ND	ND	100.0	100.0	118.0	118.0	ND	ND	0.0 %
TUBERIA HIDRAULICA P.V.C. RD-26 DE 60 MM.	ND	ND	ND	ND	100.0	100.0	118.0	118.0	ND	ND	0.0 %
TUBERIA HIDRAULICA P.V.C. RD-26 DE 75 MM.	ND	ND	ND	ND	100.0	100.0	118.0	118.0	ND	ND	0.0 %
TUBERIA HIDRAULICA P.V.C. RD-26 DE 100 MM.	ND	ND	ND	ND	100.0	100.0	118.0	118.0	ND	ND	0.0 %
TUBERIA SANITARIA P.V.C. EXTREMOS LISOS DE 38 MM.	ND	ND	ND	ND	100.0	100.0	118.0	118.0	ND	ND	0.0 %
TUBERIA SANITARIA P.V.C. EXTREMOS LISOS DE 50 MM.	ND	ND	ND	ND	100.0	100.0	118.0	118.0	ND	ND	0.0 %
TUBERIA SANITARIA P.V.C. EXTREMOS LISOS DE 75 MM.	ND	ND	ND	ND	100.0	100.0	118.0	118.0	ND	ND	0.0 %
TUBERIA SANITARIA P.V.C. EXTREMOS LISOS DE 100 MM.	ND	ND	ND	ND	100.0	100.0	118.0	118.0	ND	ND	0.0 %
TUBERIA SANITARIA P.V.C. EXTREMOS LISOS DE 150 MM.	ND	ND	ND	ND	100.0	100.0	118.0	118.0	ND	ND	0.0 %
VIDRIO ESPECIAL (FLORENTINO, GOTA DE AGUA)	107.5	107.5	107.5	107.5	107.5	107.5	108.7	108.7	1.1	1.0	0.0 %
VIDRIO MEDIO DOBLE 3 MM.	107.5	107.5	107.5	107.5	107.5	107.5	123.6	123.6	15.0	15.0	0.0 %
WC BLANCO IDEAL STANDARD DE COLOR ZAFIRO	99.2	99.2	104.8	110.3	100.0	100.0	101.4	101.4	2.2	3.0	0.0 %
YESO	97.8	101.8	101.8	101.8	102.9	107.3	107.3	107.3	9.9	5.0	0.0 %
ASFALTO No. 12 OXIDADO	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0 %
ASFALTO FM	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0 %
ASFALTO FR	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0 %

Enero 1989 = 100. Además, a partir de la revista No. 427 Junio-Julio de 1990 publica el Índice de Costos de Proyectos Viales (caminos), con base Dic. 89 = 100.

Para una mejor comprensión de estos índices, hablemos del origen y formación de uno de ellos; por ejemplo, del Índice de costos de edificación.

A) Antecedentes.

La revista "Engineering News Record" publicada en Estados Unidos -- creó en 1921 el "Índice de costos de construcción" que es del tipo de agregados ponderados de cantidades constantes de varios materiales y mano de obra. El índice considera 25 cwt (1134 Kg) de acero en forma de perfiles estructurales, 22.56 cwt (1023 Kg) de cemento portland, 1.088 M.P.T. de madera de dimensiones de 2" X 4" (S4S), - (2.57 m³ de madera de 5 por 10 cm, cepillada en 4 caras, y 200 horas de mano de obra común -peón-).

Este bloque hipotético de construcción, del que se toman precios se manalmente, fue valuado en 100 dólares a precios de 1913. Los precios del acero son precios de laminadora; los del cemento representan el promedio de 20 ciudades, al igual que los de la madera y mano de obra.

El considerar al peón como base del componente de mano de obra, se hizo pensando que el salario de éste sirve de base para determinar los demás salarios; sin embargo, se observó en los años treinta, - que las prestaciones adicionales subieron más rápidamente para los peones que para los trabajadores especializados.

Esto determinó que en 1938 se diseñara un nuevo índice, el de "Costos de Edificación", en el que el componente de mano de obra es la cantidad de 58.38 horas de mano de obra, promedio de las especialidades de carpintería, albañilería, y estructuras de acero, conservándose igual al componente de materiales.

La importancia relativa de cada material, base de la ponderación, - se rige por la producción anual en los E.E.U.U., y la de la mano de obra por el número de peones existentes (no agrícolas) y trabajadores especializados en un tiempo dado.

Los materiales fueron escogidos atendiendo a la suposición de ser - los menos influenciados por condiciones locales.

B) Procesamiento de datos.

Estudiadas las ventajas y limitaciones de índices de este tipo, se trató de obtener otro más objetivo, utilizando datos disponibles, y se llegó a la decisión de fijar como base de comparación un edificio representativo de la construcción normal en México; los costos-globales de este edificio deducidos a partir de los precios de materiales y mano de obra vigentes de cada fecha dada, constituirían -- los elementos del índice.

Se estudiaron distintos edificios tanto unifamiliares como multifamiliares y finalmente, se eligió un edificio multifamiliar del tipo 2D, construido por el FOVI a partir de 1966, como el edificio representativo de carácter general, ya que resultaba representativo de - un volumen importante de construcción y constituía una solución general dentro del campo de la habitación económica.

El edificio del tipo 2D es un edificio de 4 niveles con 16 departamentos, 14 de 3 recámaras y 2 de 2 recámaras; desplantado sobre una superficie de 298.49 m² y con 1194 m² construidos.

Una vez definido el edificio, se procedió a elaborar el presupuesto; cada partida fue desglosada en sus diversos componentes de materiales, mano de obra y herramienta o equipo, para obtener al final, -- los totales de cada material usado, de la mano de obra en sus distintas especialidades y de las herramientas o equipo empleados. -- Posteriormente, se calcularon sus importes a los precios del momento (1967). La suma de todos éstos representó el "costo directo", - por lo que no incluye costos indirectos ni utilidad del contratista por ser variables en cada caso.

Considerando solamente aquellas partidas cuyo importe fue superior a diez mil pesos, para conservar las más importantes, se obtuvo una lista de veinte materiales principales, a los que se les asignó la correspondiente mano de obra en proporción basada en los conceptos-específicos de trabajo representados por ellos. El costo global de estos materiales más la mano de obra, representó aproximadamente el 70% del costo total del edificio en el momento.

Las partidas de mano de obra de oficiales de diversas especialidades con variabilidad de salarios, se ajustaron a una de oficial promedio, por lo que solo se consideró finalmente la mano de obra representada por jornada de peón (salario mínimo) y oficial (promedio de salarios de varias especialidades), en la proporción correspondiente.

Los veinte materiales principales son:

Cemento tipo 1	Loseta de barro	Vidrio medio doble
Arena	Azulejo blanco	W.C.
Grava	Lámina acero No. 18	Calentador
Madera para cimbra	Fibracel	Tubo galvanizado 13 mm
Tabique recocido	Yeso	Tubo conduit 13 mm
Fierro alta resistencia	Pintura vinílica	Alambre forro plástico No. 12
Mosaico granito	Chapas	

La mano de obra correspondiente a estos veinte materiales es de --- 1.609.9 jornadas peón y 1388.96 jornadas oficial, atendiendo al valor de los materiales considerados.

Aplicando a estos materiales y mano de obra, los precios vigentes-- en años anteriores previamente investigados y posteriormente pre--- cios obtenidos con periodicidad, se obtuvieron cifras que compara-- das con las del año escogido como base (1960), constituyeron el "Índice de variación del costo de construcción".

Cabe comentar que el inicio del estudio fue en 1967.

Con objeto de operar con menor número de datos, se estudiaron distintas combinaciones de materiales, llegándose a obtener con cinco de ellos:

Cemento tipo 1
 Arena
 Madera para cimbra
 Tabique recocido
 Fierro alta resistencia

que se consideran "básicos", y la mano de obra correspondiente, un índice que guarda una correlación muy aceptable con el basado en los veinte materiales que se habían considerado principales.

La mano de obra correspondiente a estos cinco materiales es de --- 978.56 jornadas peón y 844.26 jornadas oficial (promedio de varias especialidades).

Si se piensa en el Índice de la Cámara en forma semejante al del -- Engineering News Record, es decir, como un bloque hipotético de --- construcción, sus componentes son los siguientes:

- Índice de materiales: 239.84 Ton. de cemento tipo 1
 347.31 m³ de arena
 12.44 MPT (29.355 m³) de madera para cimbra
 94.42 millares de tabique recocido
 34.45 Ton de fierro de alta resistencia
- Índice de mano de obra: 978.56 jornadas peón
 844.26 jornadas oficial (promedio varias especialidades)
- Índice de materiales más mano de obra: El total de ambos componentes. Es de hacerse notar que el índice de costo de materiales más mano de obra, no se compone de la suma de los índices individuales de materiales y de mano de obra, sino del 80% del primero y el 20% del segundo. Por ejemplo: para Nov '89: Índice de materiales 109.5.

Índice de mano de obra = 106.0 Índice de mat. más M. de O. = ----

$$109.5 \times 0.80 + 106.0 \times 0.20 = 108.8.$$

El costo de los componentes anteriores a valores de 1960 se indican en la siguiente tabla:

<u>CONCEPTO</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>COSTO</u>	<u>IMPORTE</u>
Cemento tipo 1	Ton	239.84	260.00	62,358.40
Arena	M ³	347.31	30.00	10,419.30
Madera para cimbra	MPT	12.44	1,100.00	13,684.00
Tabique recocido	Mil	94.42	230.00	21,716.60
Fierro alta resistencia	Ton	34.45	2,100.00	72,345.00
SUBTOTAL				180,523.30
Peón	Jor	978.56	21.30	20,843.33
Oficial	Jor	844.26	28.78	24,297.80
SUBTOTAL				45,141.13
TOTAL				<u><u>225,664.43</u></u>

Dividiendo el costo de materiales y el de mano de obra, entre el -- costo total se obtiene:

$\$ 180,523.00 = 0.80$, lo que expresa que el costo de materiales es el 80% del total en 1960, y

$\$ 45,141.13 = 0.20$, lo que expresa que el costo de la mano de --- obra es el 20% del total en 1960

Dividiendo cada una de las cantidades componentes entre \$225,664.43 y multiplicándolas por \$100,000.00, obtenemos:

106.2817 Ton. de cemento tipo 1
 153.9055 M³ de arena
 5.5126 MPT (13,008 M³) de madera para cimbra
 41.8409 millares de tabique
 15.2660 Ton. de fierro de alta resistencia
 433.6350 Jornadas peón
 374.1219 Jornadas oficial

Los importes totales de las cantidades anteriores son de \$80,000.00 y de \$20,000.00 para los materiales y la mano de obra respectivamente.

Lo anterior sería una presentación equivalente del índice, como blq que hipotético de construcción, valuado en \$100,000.00 a precios de 1960, semejante al del Engineering News Record.

Actualmente la canasta de insumos del índice de edificación está integrado de la siguiente manera: (1)

<u>CONCEPTO</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>
Acero de refuerzo de 3/8"	Ton	34.45
Arena	M3	347.31
Grava	M3	248.98
Cemento tipo 1	Ton	239.84
Tabique rojo recocido de 5.5 x 12 x 24 cm.	Mill	94.42
Yeso	Ton	31.50
Madera para cimbra (de 2 ^a tablón)	MPT	12.44
Triplay de pino de 6mm de 1.22 x 2.44 una cara	Pza	105.24
Azulejo liso blanco de 11 x 11	M2	203.28
Mosaico de granito del # 4, 30 x 30 cm	M2	956.68
Tubo de cobre, rígido p/agua T. M. de 13 mm	M	233.60
Calentador G - 10 automático de 40 lts.	Pza.	16.00
Pintura vinílica, colores básicos (cal. med.)	Lto.	439.33
Alambre eléctrico TW cal 12	Caja	34.65
Perfil tubular lamina cal. 18 (sin pintar)	Ton	4.05
Oficial de oficios	Jor	1,207.39
Peón	Jor	1,399.45

C) Observaciones.

Como se mencionó anteriormente, al hablar del índice de costo agregado, el aplicable a la construcción es el llamado Índice de Laspeyres. La validez de un índice de esa forma, depende de que en todo-

(1) Fuente: CNIC. Canasta de insumos del índice de edificación. - 9/FEB/90.

tiempo existan y se usen los mismos materiales considerados y de la constancia de la mano de obra, entendida como nivel de productividad.

Respecto a los precios caben las siguientes observaciones. Los precios de los materiales pueden variar incluso para el mismo trabajo y localidad, en una fecha dada; en función del proveedor, calidad, lugar de entrega, cantidad surtida, condiciones de pago, etc. Para efectos del índice, conviene entonces seleccionar un grupo de proveedores y pedirles cotizaciones siempre sobre las mismas bases.

D) Generalización.

Desde la primera presentación; en el VII Congreso Mexicano de la Industria de la Construcción, celebrado en Marzo de 1969, y su primera publicación en la Revista Mexicana de la Industria de la Construcción, No. 176 en Mayo del mismo año, se tuvo la idea de que el índice no representa solamente las variaciones en los costos de edificios de vivienda de interés social, sino que resulta aplicable a la edificación en general, condicionado desde luego, a la consideración de que los acabados se encuentran reducidos al mínimo, como acontece en el caso de la vivienda popular o en la obra negra de un edificio cualquiera.

Con objeto de comprobar la validez de la proposición anterior, se realizó un breve análisis partiendo de datos obtenidos del estudio "Cubicación de Edificios con estructura de concreto" realizado por una empresa peruana. De la comparación de los índices obtenidos, que prácticamente fueron iguales, se llegó a la conclusión de que el índice de la Cámara, es representativo también del costo de edificios de concreto y de edificación en general, condicionado a que los acabados sean mínimos.

A continuación se representan los Índices de costos de edificación, publicados en la Revista Mexicana de la Construcción, Órgano Oficial de la CNIC, No. 421 de Diciembre de 1989 y No. 428 de Septiembre de 1990:

Indice de costos de edificación

AÑO BASE ENE-89	INDICE	VARIACION MES/MES	INDICE DE OBRA	VARIACION MES/MES	MATERIALES MANO DE O RA	VARIACION MES/MES
1988						
ENERO	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0
FEBRERO	105.1	5.1	100.0	0.0	103.9	3.9
MARZO	104.6	-0.5	100.0	0.0	103.5	-0.4
ABRIL	104.6	0.2	100.0	0.0	103.7	0.2
MAYO	104.8	0.0	100.0	0.0	103.7	0.0
JUNIO	104.9	0.1	100.0	0.0	103.8	0.1
JULIO	104.5	-0.4	106.0	6.0	104.9	1.1
AGOSTO	106.2	1.6	106.0	0.0	106.2	1.2
SEPTIEMBRE	108.5	2.2	106.0	0.0	107.9	1.6
OCTUBRE	109.4	0.8	106.0	0.0	108.6	0.6
NOVIEMBRE	109.5	0.1	106.0	0.0	108.7	0.1
VARIACION % (NOV. 89/ENE. 89)		9.5		6.0		8.7

NOTA: FUENTE CNIC. CON COSTOS DE INSUMOS EN EL D.F.

Indice de Costos de Edificación

AÑO BASE ENE89=100	MATERIALES			MANO DE OBRA			MAT. + M. DE OBRA		
	INDICE	VARIACION		INDICE	VARIACION		INDICE	VARIACION	
		MES/MES	ACUM. ANUAL		MES/MES	ACUM. ANUAL		MES/MES	ACUM. ANUAL
		%	%		%	%		%	%
1988									
AGOSTO	106.2	1.6		106.0	0.0		106.2	1.2	
SEPTIEMBRE	108.5	2.2		106.0	0.0		107.9	1.6	
OCTUBRE	108.4	0.8		106.0	0.0		108.6	0.6	
NOVIEMBRE	109.5	0.1		106.0	0.0		108.7	0.1	
DICIEMBRE	110.3	0.7		116.6	10.0		111.8	2.9	
1990									
ENERO	112.4	1.9	1.9	116.6	0.0	0.0	113.4	1.4	1.4
FEBRERO	115.1	2.4	4.4	116.6	0.0	0.0	115.5	1.9	3.3
MARZO	119.8	4.1	8.6	116.6	0.0	0.0	119.0	3.0	6.4
ABRIL	124.2	3.7	12.6	116.6	0.0	0.0	122.4	2.9	8.5
MAYO	126.0	1.4	14.2	116.6	0.0	0.0	123.6	1.1	10.7
JUNIO	127.2	1.0	15.3	116.6	0.0	0.0	124.8	0.8	11.6
JULIO	130.0	2.2	17.9	116.6	0.0	0.0	126.9	1.7	13.5
AGOSTO	136.5	5.0	23.7	116.6	0.0	0.0	131.9	3.9	18.0
VARIAC. AGO.89/AGO.90			26.5			10.0			24.2

Nota: Fuente CNIC, con Costos de Insumos en el D.F.

Como se mencionó anteriormente, otro de los índices que publica la CNIC es el "ÍNDICE DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIAL", que ha sido constituido en forma análoga al de Costos de Edificación y actualmente su canasta de insumos está integrada de la siguiente manera: (1)

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Acero de refuerzo de 3/8"	Ton	13.03
Cemento tipo 1	Ton	8.16
Soldadura E 6010 de 1/8"	Kg	6.11
Acero estructural (canal o viga) 8"	Ton	18.66
Oficial de oficios	Jor	36.00
Peón	Jor	64.00
Soldadora Aga Lister 300 Amp M/diesel c/remolque	Udad	8.58
Mezcladora 6S Mipsa R10 de 1 saco	Udad	3.96

A continuación se presentan los Índices de Costos de Construcción Industrial, publicados en la REVISTA Mexicana de la Construcción, - en los números 421 y 428, de Diciembre de 1989 y Septiembre de 1990, respectivamente.

Índice de costos de construcción industrial

AÑO BASE	VARIACION	
	MES/MES	ACUM. ANUAL
ENERO	100.0	0.0
FEBRERO	100.7	0.7
MARZO	100.8	0.1
ABRIL	100.8	0.0
MAYO	100.7	-0.1
JUNIO	101.6	0.9
JULIO	102.2	0.6
AGOSTO	101.8	0.4
SEPTIEMBRE	110.8	8.6
OCTUBRE	111.1	0.3
NOVIEMBRE	111.1	0.0
VARIACION %		11.1
NOV. 89/ENE. 89		

NOTA: FUENTE CNIC, con costos de Insumos en el D.F.

Índice de Costos de Construcción Industrial

AÑO BASE	ÍNDICE	VARIACION	
		MES/MES	ACUM. ANUAL
ENERO = 100		%	%
1989			
AGOSTO	101.8	-0.4	
SEPTIEMBRE	110.8	8.8	
OCTUBRE	111.1	0.5	
NOVIEMBRE	111.1	0.0	
DICIEMBRE	112.2	1.0	
1990			
ENERO	112.6	0.4	0.4
FEBRERO	112.8	0.2	0.6
MARZO	112.9	0.1	0.8
ABRIL	118.4	3.1	3.7
MAYO	118.4	0.0	3.7
JUNIO	118.3	-0.1	3.7
JULIO	118.6	0.3	3.9
AGOSTO	118.8	0.2	4.1
VARIACION			14.7
AGO. 89/AGO. 90			

Nota: Fuente CNIC, con Costos de Insumos en el D.F.

(1) Fuente: CNIC. Canasta de Insumos del índice de maquinaria. ---

El otro índice de costo de valor agregado que publica la CNIC es el "ÍNDICE DE MAQUINARIA", cuya canasta de insumos es la siguiente:(1)

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Tractor Komatsu D-155-A1 s/orug. 320 Hp./c/angle	Udad	1.00
Draga Link Belt LS108 s/orug, c/cuch, 1.15 m ³	Udad	1.00
Cargador frontal Cat 973-L 210 Hp	Udad	1.00
Camión de volteo FAMSA S1834, 7M ³ , 132 Hp (Ford)	Udad	1.00

En las ya mencionadas publicaciones Nos. 421 y 428 de la Revista -- Mexicana de la construcción, incluyen los siguientes Índices de costos de Maquinaria:

Índice de costos de maquinaria		
AÑO BASE ENE 89 = 100	ÍNDICE MAY	VARIACION MES/MES %
ENERO	100.0	0.0
FEBRERO	101.3	1.3
MARZO	107.4	6.0
ABRIL	108.7	1.2
MAYO	110.2	1.4
JUNIO	111.6	1.3
JULIO	113.0	1.3
AGOSTO	114.3	1.2
SEPTIEMBRE	115.6	1.1
OCTUBRE	117.0	1.2
NOVIEMBRE	118.3	1.1
VARIACION % OCT. 89/ENE. 89		17.0

NOTA. FUENTE CNIC, con costos de insumos en el D.F.

Índice de Costos de Maquinaria			
AÑO BASE ENE 89 = 100	ÍNDICE	VARIACION	
		MES/MES %	ACUM ANUAL %
1989			
AGOSTO	114.3	1.2	
SEPTIEMBRE	115.6	1.1	
OCTUBRE	117.0	1.2	
NOVIEMBRE	118.3	1.1	
DICIEMBRE	119.6	1.0	
1990			
ENERO	121.0	1.3	1.3
FEBRERO	122.2	1.0	2.3
MARZO	123.5	1.1	3.3
ABRIL	124.9	1.1	4.5
MAYO	126.2	1.0	5.6
JUNIO	127.2	0.8	6.4
JULIO	128.5	1.0	8.4
AGOSTO	133.9	3.4	12.1
VARIAC.			17.1
AGO 89/AGO. 89			

(1) Fuente: CNIC. Canasta de insumos del índice de maquinaria. - 9/FEB/90.

La CNIC publica un nuevo índice de costos titulado INDICE DE COSTOS DE PROYECTOS VIALES (CAMINOS), a partir del No. 426 (Junio-Julio '90) de la Revista Mexicana de la Construcción.

A continuación se presentan los publicados en la revista No. 428 de Septiembre de 1990:

Indice de Costos de Proyectos Viales (Caminos)

TERRIACERIAS				OBRAS DE DRENAJE			
BASE DIC 89=100	INDICE	VARIACION		BASE DIC 89=100	INDICE	VARIACION	
		MES/MES	ACUM/AÑO			MES/MES	ACUM/AÑO
		%	%			%	%
1990				1990			
ENE	100.63	0.63	0.63	ENE	100.50	0.50	0.50
FEB	101.41	0.56	1.41	FEB	103.30	2.79	3.30
MAR	102.20	0.77	2.20	MAR	105.02	1.66	5.02
ABR	103.06	0.87	3.08	ABR	110.57	5.29	10.57
MAY	104.84	1.70	4.84	MAY	110.83	0.23	10.83
JUN	105.69	0.81	5.69	JUN	112.03	1.08	12.03
JUL	106.70	0.96	6.70	JUL	112.72	0.62	12.72
AGO	110.95	3.98	10.95	AGO	117.12	3.90	17.12

PAVIMENTOS			
BASE DIC 89=100	INDICE	MES/MES	VARIACION
		%	ACUM/AÑO
		%	%
1990			
ENE	100.94	0.94	0.94
FEB	101.66	0.71	1.66
MAR	102.44	0.77	2.44
ABR	103.41	0.95	3.41
MAY	105.78	2.29	5.78
JUN	106.34	0.53	6.34
JUL	107.85	1.42	7.85
AGO	109.33	1.37	9.33

Fuente: CNIC con Costos de Insumos en el D.F.

Indices de costos del Banco de México.

El Banco de México, S.A. publica mensualmente una gran cantidad de indicadores económicos, que tradicionalmente se han usado para medir el aumento del costo de la vida o la inflación en términos muy generales. En realidad se trata de varios índices, clasificados -- con objeto del gasto, por sector origen y según la durabilidad de los bienes. Así encontramos, por ejemplo, servicios médicos, conservación de la salud, prendas de vestir, calzado y accesorios, entre otros, para el primer grupo; petróleo y derivados y productos --

de madera entre otros, para la segunda clasificación y servicios, - entre otros, para el caso de clasificación según la durabilidad de los bienes.

Para el caso particular de la construcción, publica los índices -- agregados siguientes:

- Índice Nacional de Precios Productor
- Índice Nacional de Costo de Edificación de la Vivienda de Interés Social.

Los índices publicados bajo el rubro de "Índice Nacional de Precios Productor", se estructuraron en base a las clases y ramas del catálogo mexicano de actividades económicas de 1971, elaborado por la - Secretaría de Programación y Presupuesto. A la construcción le corresponde la rama 60, clase 6000, subclase 880. El año base del -- Índice Nacional de Precios Productor es 1980 = 100.

A continuación se presenta la recopilación de los índices de precios productor correspondientes a la construcción publicados por el Banco de México, a partir de enero de 1989 a agosto de 1990.

INDICE NACIONAL DE PRECIOS PRODUCTOR

INDICE NACIONAL DE PRECIOS PRODUCTOR

Enero '89	8 197.9
Febrero '89	8 252.6
Marzo '89	8 302.9
Abril '89	8 331.9
Mayo '89	8 378.2
Junio '89	8 389.4
Julio '89	8 507.9
Agosto '89	8 557.5
Septiembre '89	8 669.3
Octubre '89	8 730.0
Noviembre '89	8 773.7
Diciembre '89	8 949.2
Enero '90	9 074.4

Base 1980 = 100

Febrero '90	9 201.5	Junio '90	9 783.0
Marzo '90	9 311.9	Julio '90	9 871.0
Abril '90	9 531.7	Agosto '90	10 019.1
Mayo '90	9 674.6		

El Índice del Costo de Edificación de la Vivienda de Interés Social es analizado, en forma independiente, para veintitrés ciudades de la República Mexicana; diez y seis de ellos, incluyendo el correspondiente al D.F., con base 1974 = 100 y los siete restantes con base 1981 = 100. Adicional a éstos, es publicado un índice de costo de edificación de la vivienda de interés social con carácter nacional y con base 1974 = 100. Cada uno de éstos comprende tres aspectos: general, materiales de construcción y mano de obra.

El sistema de Índices de costo de edificación de la vivienda de interés social, recopila durante cada mes 2.773 cotizaciones directas en veintitrés ciudades, sobre los precios de 42 materiales de construcción y el costo de 17 destajos de mano de obra específicos. Los promedios de dichas cotizaciones dan lugar a los índices de 59 conceptos genéricos (42 materiales de construcción y 17 de mano de obra), que forman la canasta del índice general en cada una de las ciudades y a nivel nacional. La estructura de ponderaciones está basada sobre estimaciones del gasto promedio en materiales de construcción y de una vivienda de interés social media de 1974. La fórmula utilizada para la elaboración de estos índices es la de ponderaciones fijas de Laspeyres, de la cual se habló anteriormente.

A continuación se presenta la recopilación de los índices costo de edificación de la vivienda de interés social, nacional y para la Ciudad de México, D.F., publicados por el Banco de México, a partir de Enero de 1989 a Agosto de 1990:

**INDICE NACIONAL DEL COSTO DE EDIFICACION DE LA VIVIENDA
DE INTERES SOCIAL**

<u>MES</u>	<u>GENERAL</u>	<u>MAT. DE CONST.</u>	<u>M. DE O.</u>
Ene '89	31 106.7	37 852.8	18 321.1
Feb '89	31 316.6	38 174.8	18 320.1
Mzo '89	31 508.7	38 469.4	18 320.1

Abr '89	31 622.0	38 643.2	18 320.1	
May '89	31 800.0	38 916.3	18 320.1	
Jun '89	31 843.0	38 982.2	18 320.1	
Jul '89	32 272.7	39 049.5	19 419.3	
Ago '89	32 463.6	39 342.4	19 419.3	
Sep '89	32 894.1	40 002.8	19 419.3	
Oct '89	33 135.3	40 372.7	19 419.3	
Nov '89	33 285.2	40 602.7	19 419.3	
Dic '89	33 948.2	40 675.5	21 173.3	Base
Ene '90	34 413.2	41 287.5	21 361.2	1974 = 100
Feb '90	34 382.6	42 007.5	21 361.2	
Mzo '90	35 295.6	42 641.0	21 361.2	
Abr '90	36 146.6	43 946.4	21 361.2	
May '90	36 701.5	44 797.6	21 361.2	
Jun '90	37 111.1	45 370.2	21 464.6	
Jul '90	37 429.7	45 809.2	21 557.0	
Ago '90	37 993.3	46 639.3	21 620.7	

INDICE DE COSTO DE EDIFICACION DE LA VIVIENDA
DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO

MES	GENERAL	MAT. DE CONST.	M. DE O.	
Ene '89	30 769.0	38 049.2	17 031.5	
Feb '89	30 934.8	38 302.7	17 031.5	
Mzo '89	31 112.8	38 576.3	17 031.5	
Abr '89	31 150.9	38 634.7	17 031.5	
May '89	31 324.3	38 900.6	17 031.5	
Jun '89	31 368.3	38 968.0	17 031.5	
Jul '89	31 737.5	38 986.4	18 053.4	
Ago '89	31 781.7	39 054.3	18 053.4	
Sep '89	32 233.4	39 746.7	18 053.4	Base
Oct '89	32 459.2	40 093.0	18 053.4	1974=100
Nov '89	32 598.3	40 306.2	18 053.4	
Dic '89	33 168.2	40 306.2	19 684.0	
Ene '90	33 618.1	40 902.4	19 858.8	
Feb '90	34 190.3	41 779.8	19 858.8	
Mzo '90	34 634.9	42 461.4	19 858.8	
Abr '90	35 414.8	43 657.2	19 858.8	

May '90	35 892.9	44 390.2	19 858.8
Jun '90	36 216.5	44 860.2	19 907.7
Jul '90	36 506.6	45 305.0	19 907.7
Ago '90	37 035.7	46 116.2	19 907.7

Indice de costos de la Secretaría de Programación y Presupuesto.

La Secretaría de Programación y Presupuesto a través de la Dirección General de Normatividad de Obras Públicas, Adquisiciones y Bienes Muebles, publica "boletines" periódicamente en el Diario Oficial de la Federación titulados "relativos de precios de insumos para la construcción", que son índices de costos simples basados en encuestas que se llevan a cabo en el Distrito Federal, área metropolitana y algunas localidades del interior de la República.

En las reproducciones adjuntas se pueden apreciar parte de los "relativos de precios de insumos para la construcción" correspondientes al boletín No. 84 publicado en el Diario Oficial del Jueves 5 de abril de 1990, y de sus complementos publicados el miércoles 18 de abril y el viernes 1º de junio del mismo año.

A continuación se presenta una guía, como referencia para una posible consulta, de las publicaciones de los boletines de la S.P.P.:

<u>Boletín No.</u>	<u>Fecha de Publicación</u>	<u>Relación de Precios de materiales</u>
58	3 de abril 1986	Febrero a marzo 1986
59	6 de mayo 1986	Marzo a abril 1986
60	5 de junio 1986	Abril a mayo 1986
61	7 de julio 1986	Mayo a junio 1986
62	8 de agosto 1986	Junio a julio 1986
63	4 de septiembre 1986	Julio a agosto 1986
64	7 de octubre 1986	Agosto a sept. 1986
65	6 de noviembre 1986	Septiembre a oct. 1986
66	4 de diciembre 1986	Octubre a Nov. 1986
67	6 y 7 enero 1987	Noviembre a dic. 1986
68	9 de febrero 1987	Diciembre 1986 Ene.1987
69	5 de marzo 1987	Enero a febrero 1987

RELATIVOS DE PRECIOS DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION

BASE: ENERO DE 1988 = 100.0

AÑO: 1989/90.
FUENTE: ENCUESTAS DIRECTAS.

LOCALIDAD	ARENA			GRAVA			PIEDRA			TABICUE			LADRILLO		
	1989 ENERO DIC.	1990 ENERO DIC.	Incaem. Poacen. DIC.	1989 ENERO DIC.	1990 ENERO DIC.	Incaem. Poacen. DIC.	1989 ENERO DIC.	1990 ENERO DIC.	Incaem. Poacen. DIC.	1989 ENERO DIC.	1990 ENERO DIC.	Incaem. Poacen. DIC.	1989 ENERO DIC.	1990 ENERO DIC.	Incaem. Poacen. DIC.
D.F. Y AREA METROPOLITANA	121.4	151.9	25.1	129.2	161.8	25.2	137.3	152.7	11.2	124.0	141.2	15.9	119.8	141.7	18.3
TIXTLA, GTZ. CHIS.	117.6	123.8	5.3	100.0	109.9	9.9	100.0	135.3	35.3	100.0	120.0	20.0	120.0	120.0	20.0
EDO. DE GUANAJUATO	155.8	147.7	-10.5	143.1	190.0	32.5	143.7	179.6	25.0	158.6	160.4	15.7	129.7	169.1	50.4
ESTADO DE HIDALGO	100.0	136.4	36.4	100.0	136.4	36.4	100.0	136.4	36.4	100.0	112.5	12.5	100.0	112.5	12.5
CUERNAVACA, MOR.	127.4	145.9	29.4	113.2	141.4	24.4	126.7	157.5	24.8	111.3	137.6	23.6	109.6	137.0	25.0
OAXACA, OAX.	100.0	121.9	21.9	100.0	126.0	26.0	100.0	122.0	22.0	115.1	130.4	13.3	100.0	115.9	15.9
SAN LUIS POTOSI	147.1	154.5	25.0	157.6	185.0	37.6	148.7	219.6	30.2	100.0	113.5	13.5	100.0	120.0	20.0
CULTIACAN, SIN.	100.0	122.0	22.0	100.0	138.5	38.5	100.0	130.0	30.0	100.0	125.0	25.0	100.0	130.0	30.0
CD. VICTORIA TAMPS.	128.8	133.1	3.3	140.8	151.4	10.6	136.0	139.5	2.6	100.0	106.7	-6.7	112.8	121.5	-7.7
TLAXCALA, TLAX.	100.0	123.1	23.1	100.0	116.7	16.7	100.0	125.0	25.0	100.0	128.6	28.6	100.0	119.7	19.7
XALAPA-VERACRUZ, VER.	131.2	144.3	13.1	131.2	154.7	23.5	100.0	115.6	15.6	100.0	143.8	43.8	100.0	138.5	38.5

México, D.F., 28 de marzo de 1990. Dirección General de Normatividad de Obras Públicas,
Adquisiciones y Bienes Muebles

RELATIVOS DE PRECIOS DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION

LOCALIDAD	BASE: ENERO DE 1981 = 100.0			AÑO: 1989/1990								
	A. R. E. N. A.			G. R. A. V.			P. I. E. D. R. A.			L. A. D. R. I. L. L. O.		
	1989 ENERO	1990 ENERO	INCR. % POCEN.	1989 ENERO	1990 ENERO	INCR. % POCEN.	1989 ENERO	1990 ENERO	INCR. % POCEN.	1989 ENERO	1990 ENERO	INCR. % POCEN.
AGUASCALIENTES, AGS.	100.0	105.2	5.2	100.0	105.2	5.2	100.0	105.2	5.2	100.0	105.2	5.2
ENSENADA, B.C. NTE.	100.0	109.3	9.3	100.0	112.0	12.0	100.0	124.0	24.0	100.0	115.9	15.9
Tijuana, B.C. NTE.	100.0	125.0	25.0	100.0	130.0	30.0	100.0	139.2	39.2	100.0	116.8	16.8
MERICALI, B.C. NTE.	100.0	133.3	33.3	100.0	139.9	39.9	100.0	150.4	50.4	100.0	114.5	14.5
LA PAZ, M.C. SUR.	100.0	156.7	56.7	100.0	169.6	69.6	100.0	151.2	51.2	100.0	125.0	25.0
CAMPES, CAMP.	100.0	131.5	31.5	100.0	140.7	40.7	100.0	126.0	26.0	100.0	117.6	17.6
SALTILLO, COAH.	100.0	114.0	14.0	100.0	116.5	16.5	100.0	116.0	16.0	100.0	117.6	17.6
PIEDRAS NEGRAS, COAH.	100.0	120.6	20.6	100.0	123.5	23.5	100.0	135.3	35.3	100.0	117.6	17.6
COLIMA, COL.	100.0	139.8	39.8	100.0	156.2	56.2	100.0	135.3	35.3	100.0	117.6	17.6
CHIHUAHUA, CHIH.	100.0	159.1	59.1	100.0	158.0	58.0	100.0	139.1	39.1	100.0	135.3	35.3
CD. JUAREZ, CHIH.	100.0	152.5	52.5	100.0	162.1	62.1	100.0	125.7	25.7	100.0	125.1	25.1
DURANGO, DGO.	100.0	141.1	41.1	100.0	151.7	51.7	100.0	146.3	46.3	100.0	118.8	18.8
GUADALAJARA, GTO.	100.0	155.4	55.4	100.0	137.1	37.1	100.0	116.7	16.7	100.0	117.6	17.6
CHTL. PANCIENDO, GTO.	100.0	165.2	65.2	100.0	185.2	85.2	100.0	170.4	70.4	100.0	139.3	39.3
ACAPULCO, GRO.	100.0	111.1	11.1	100.0	111.4	11.4	100.0	119.5	19.5	100.0	119.5	19.5
GUADALAJARA, JAL.	100.0	166.6	66.6	100.0	167.7	67.7	100.0	135.7	35.7	100.0	116.8	16.8
POLCOXICO, JAL.	100.0	171.1	71.1	100.0	185.2	85.2	100.0	194.0	94.0	100.0	137.0	37.0
HERNANDEZ, JAL.	100.0	171.1	71.1	100.0	185.2	85.2	100.0	194.0	94.0	100.0	137.0	37.0
HERNANDEZ, JAL.	100.0	171.1	71.1	100.0	185.2	85.2	100.0	194.0	94.0	100.0	137.0	37.0
LATAJES, JALISCO, JAL.	100.0	117.3	17.3	100.0	117.3	17.3	100.0	107.7	7.7	100.0	111.1	11.1
LATAJES, JALISCO, JAL.	100.0	117.3	17.3	100.0	117.3	17.3	100.0	107.7	7.7	100.0	111.1	11.1

ELABORADO POR: MEXICO, D.F., ABRIL DE 1990. Dirección General de Normatividad de Obras Públicas, Adquisiciones y Bienes Muebles.

DIARIO OFICIAL
Miércoles 18 de abril de 1990

RELATIVOS Y PRECIOS DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION

LICUALIDAD: AGUASCALIENTES, AGS.
 CASE: ENERO DE 1988 = 100.0

AGO: 1989/90
 FUENTE: ENCUESTAS DIRECTAS

C O N C E P T O :	ENE'89-FEB'90	MARZ' 1990	INCREMENTO PORCENTUAL
ACETILENO	120.2	132.2	10.0
AZULEJO BLANCO LISO 11x11 CM.	106.1	116.5	9.8
CAL-HIDRATADA	116.3	131.3	12.7
CONDUCTOR ALAMBRE DE COBRE TM CAL. 10	86.0	95.4	15.6
CONDUCTOR ALAMBRE DE COBRE TM CAL. 12	85.0	96.6	13.6
CONDUCTOR CABLE DE COBRE TM CAL. 8	94.0	110.6	17.7
CONDUCTOR CABLE DE COBRE TM CAL. 10	94.2	113.6	18.1
CONDUCTOR CABLE DE COBRE TM CAL. 12	95.8	112.4	17.3
CONDUCTOR CABLE DE COBRE TMS CAL. 8	91.5	108.7	18.6
CRISTAL FLOTADO DE 5 MM.	100.0	119.0	19.0
LAVABO BLANCO IDEAL STANDARD MOD. VERACRUZ O SIMILAR	113.4	133.1	17.4
LOSETA VINILICA DE 2.0 MM.	138.7	169.2	22.0
MADERA DE PINO DE 2x. PARA CINCRA	111.2	132.2	18.9
ORTIGANO	125.3	137.8	10.0
SOLDADURA ELECTRICA DE 3.2 MM. (1/8") TITV 60-10	120.5	130.3	8.1
TE DE ALUMINIO 19x19x1.6 MM. 6063-T5.			
TE DE ALUMINIO 25x25x1.6 MM. 6067-T5			
TRIPLAY DE CEDRO O CAOBA DE 6 MM. UNA CARA	121.3	129.5	6.8
TRIPLAY DE PINO DE 6 MM. UNA CARA	109.3	121.5	11.2
TRIPLAY DE PINO DE 16 MM. DOS CARAS	104.9	119.6	14.0
TUBERIA CONDUIT P.V.C. LIGERA DE 25 MM (1")			
TUBERIA CONDUIT P.V.C. PESADA DE 25 MM (1")			
TUBERIA ALUM. CUADR. 19x1.6 MM. ESQ. RED. 6063 TS			
TUBERIA ALUM. CUADR. 19x1.6 MM. ESQ. CUADR. 6063-TS			
TUBERIA COBRE RIGIDA TIPO L DE 13 MM. (1/2")	111.6	117.2	5.0
TUBERIA COBRE RIGIDA TIPO L DE 19 MM. (3/4")	117.1	125.6	7.3
TUBERIA COBRE RIGIDA TIPO M DE 10 MM. (3/8")	118.2	129.4	9.5
TUBERIA COBRE RIGIDA TIPO M DE 13 MM. (1/2")	106.0	116.3	9.7
TUBERIA COBRE RIGIDA TIPO M DE 19 MM. (3/4")	121.8	131.3	7.8
TUBERIA COBRE RIGIDA TIPO M DE 25 MM (1")	113.3	125.0	11.0
TUBERIA COBRE RIGIDA TIPO M DE 32 MM (1 1/4")	129.3	143.5	11.0
TUBERIA HIDRAULICA P.V.C. RD-26 DE 50 MM	111.3	117.4	5.5
TUBERIA HIDRAULICA P.V.C. RD-26 DE 60 MM	111.3	117.6	5.7

Viernes 1o. de Julio de 1990

DIARIO OFICIAL

7

DIRECCION GENERAL DE BIENES MUEBLES.

COMPLEMENTO DEL BOLETIN No. 84 DE LOS RELATIVOS DE PRECIOS DE INSUMOS PARA LA CONSTRUCCION, A LOS QUE DEBERAN AJUSTARSE LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES DE LA ADMINISTRACION PUBLICA FEDERAL.

RELATIVOS DE PRECIOS DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION.

LOCALIDAD: P.F. Y AREA METROPOLITANA.
BASE: ENERO DE 1988 = 100.0

AÑO: 1989/90
FUENTE: ENCUESTAS DIRECTAS

CONCEPTO	1989 OCTUBRE	1990 MARZO	INCREMENTO PORCENTUAL
ACERO DE REFUERZO A.R. No. 3 AL 10	102.0	104.7	6.0
ACERO ESTRUCTURAL PLACA GRADO A-36	110.3	114.9	6.0
ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	111.6	118.3	6.0
ALAMBON DE 6.3 M.M. (1/4")	116.5	123.5	6.0
CLAYO DE 2.5 FULGADAS	109.5	114.7	6.0
FIERRO ESTRUCTURAL ANGULO Y SOLERA	110.5	125.6	6.0
LAMINA DE ACERO NEGRO CAL 18	107.0	119.0	6.0
MALLA DE ACERO A.R. 6x6 10/10	128.0	136.1	6.0
MALLA DE ACERO A.R. 6x6 6/6	130.0	138.2	6.0
PERFIL TUBULAR CAL. 18	110.0	116.6	6.0
TUBERIA CONDUIT GALV. PARED DELGADA DE 13 MM. (1/2")	102.6	108.8	6.0
TUBERIA CONDUIT GALV. PARED GRUESA DE 13 MM. (1/2")	120.0	127.2	6.0
TUBERIA CONDUIT GALV. PARED GRUESA DE 19 MM. (3/4")	120.0	127.2	6.0
TUBERIA CONDUIT GALV. PARED GRUESA DE 25 MM. (1")	120.0	127.2	6.0
TUBERIA CONDUIT GALV. PARED GRUESA DE 38 MM. (1 1/2")	120.0	127.2	6.0
TUBERIA CONDUIT GALV. PARED GRUESA DE 51 MM. (2")	120.0	127.2	6.0
TUBERIA GALV. CED. 40 DE 13 MM. (1/2")	100.1	114.6	6.0
TUBERIA GALV. CED. 40 DE 19 MM. (3/4")	107.0	115.8	6.0
TUBERIA GALV. CED. 40 DE 25 MM. (1")	110.3	116.9	6.0
TUBERIA GALV. CED. 40 DE 38 MM. (1 1/2")	112.8	119.6	6.0
TUBERIA GALV. CED. 40 DE 51 MM. (2")	121.2	128.5	6.0
TUBERIA FIERRO FUNDIDO 1 CAMPANA 18 CM.	160.7	169.7	6.0

<u>Boletín No.</u>	<u>Fecha de Publicación</u>	<u>Relación de precios de materiales</u>
70	6 de abril 1987	Febrero a marzo 1987
71	6 de mayo 1987	Marzo a abril 1987
72	10 y 11 de junio 1987	Abril a mayo 1987
73	9 y 10 de julio 1987	Mayo a junio 1987
74	7 y 10 de agosto 1987	Junio a julio 1987
75	4 y 7 septiembre 1987	Julio a agosto, 1987
76	5 y 6 de octubre 1987	Agosto a sept. 1987
77	4 y 5 de noviembre 1987	Septiembre a oct. 1987
78	4, 7 y 8 diciembre 1987	Octubre a nov. 1987
79	6 y 7 de enero 1988	Noviembre a dic. 1987
80	15 y 16 febrero 1988	Diciembre 1987 a Enero 1988
81	8 y 9 de marzo, 12 de abril 1988	Enero a febrero 1988
82	6, 13, 20, 28 de abril; 13 de junio; 10, 24 de mayo; 10 de julio	Enero, febrero, Diciembre de 1988 y enero - 1989
83	16 de noviembre; 19 y 20 de diciembre 1989; 14 de mayo 1990	Enero a octubre 1989
84	5, 18 de abril; 1ª de junio 1990	Enero, diciembre 1989 a abril 1990
85	24 de agosto; 24 de - septiembre	Abril a julio 1990
86	2, 18 19 de octubre	Julio a sept. 1990

NOTA: La causa de que algunos boletines tengan varias fechas de publicación es debido a la existencia de -- "complementos" a ellos.

En el caso particular de los índices de costos publicados por la - Secretaría de Programación y Presupuesto, adquieren una singular - importancia ya que, como se puede leer en el boletín No. 34 del -- Jueves 5 de Abril de 1990:

"I.- A fin de consolidar los avances logrados por las disposiciones

establecidas en el Pacto para la Estabilidad y el Crecimiento Económico, se ha determinado en materia de obras públicas que las Dependencias y Entidades, en los ajustes de costos de los trabajos faltantes de ejecutar, cuidarán de no aceptar proposiciones en las que intervengan insumos para la construcción, tanto de Maquinaria Mayor, Equipo Menor y el faltante de Materiales, cuyos relativos de precios NO hayan sido publicados por la Secretaría de Programación y Presupuesto, de conformidad con los catálogos consignados en los boletines anteriores".

COMPARACION ENTRE EL INDICE DE COSTOS DE EDIFICACION DE LA CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION Y EL DEL BANCO DE MEXICO.

En primer lugar cabe hacer la aclaración que esta comparación no puede tener el carácter de "absoluta" debido a que los índices no están integrados de la misma manera, por lo que de antemano podemos esperar diferencias entre ellos.

Un punto en común es, la presentación de los índices en tres enfoques: materiales, mano de obra y general (que es la combinación de los índices de materiales y mano de obra).

Como se mencionó anteriormente, el "Índice de costos de edificación" de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, tiene como base Enero de 1989 = 100, en cambio, el "Índice de costos de edificación de la vivienda de interés social" del Banco de México, tiene como base 1974 = 100; por lo tanto, para que sean comparables, es necesario reconvertir los índices de tal manera que tengan una base común. Así que reconvertiremos el índice del Banco de México en base Enero 1989 = 100.

Recordando lo expuesto anteriormente respecto a la operación de índices entre distintos períodos tenemos que:

$$I_{c(n,c)} = \frac{I_{c(n,a)}}{I_{c(c,a)}} \times 100$$

Para reconvertir, por ejemplo, el índice de materiales del mes de febrero de 1989 con base 1974 = 100 a base Enero 1989 = 100; la igualdad anterior se representaría de la siguiente manera:

$$I_{c(\text{feb '89, ene '89})} = \frac{I_{c(\text{feb '89, 1974})}}{I_{c(\text{ene '89, 1974})}} \times 100$$

Sustituyendo valores:

$$I_{c(\text{feb '89, ene '89})} = \frac{38\ 174.8}{37\ 852.8} \times 100 = 100.85$$

A continuación se presenta la tabla comparativa entre los índices de la CNIC y los del Banco de México ya reconvertidos. Tomando de éste último los correspondientes al D.F. y el Nacional:

<u>M A T E R I A L E S</u>				<u>M A N O D E O B R A</u>			
<u>MES</u>	<u>CNIC</u>	<u>BANCO DE MEXICO NACIONAL D.F.</u>		<u>MES</u>	<u>CNIC</u>	<u>BANCO DE MEXICO NACIONAL D.F.</u>	
Ene '89	100.0	100.0	100.0	Ene '89	100.0	100.0	100.0
Feb '89	105.1	100.9	100.7	Feb '89	100.0	100.0	100.0
Mzo '89	104.6	101.6	101.4	Mzo '89	100.0	100.0	100.0
Abr '89	104.8	102.1	101.5	Abr '89	100.0	100.0	100.0
May '89	104.8	102.8	102.2	May '89	100.0	100.0	100.0
Jun '89	104.9	103.0	102.4	Jun '89	100.0	100.0	100.0
Jul '89	104.5	103.2	102.5	Jul '89	105.0	106.0	106.0
Ago '89	106.2	103.9	102.6	Ago '89	106.0	106.0	106.0
Sep '89	108.5	105.7	104.5	Sep '89	106.0	106.0	106.0
Oct '89	109.4	106.7	105.4	Oct '89	106.0	106.0	106.0
Nov '89	109.5	107.3	105.9	Nov '89	106.0	106.0	106.0
Dic '89	110.3	107.5	105.9	Dic '89	116.6	115.6	115.6
Ene '90	112.4	109.1	107.5	Ene '90	116.6	116.6	116.6
Feb '90	115.1	111.0	109.8	Feb '90	116.6	116.6	116.6
Mzo '90	119.8	112.6	111.6	Mzo '90	116.6	116.6	116.6

MES	CNIC	BANCO DE MEXICO		MES	CNIC	BANCO DE MEXICO	
		NACIONAL	D.F.			NACIONAL	D.F.
Abr '90	124.2	116.1	114.7	Abr '90	116.6	116.6	116.6
May '90	126.0	118.3	116.7	May '90	116.6	116.6	116.6
Jun '90	127.2	119.9	117.9	Jun '90	116.6	117.2	116.9
Jul '90	130.0	121.0	119.1	Jul '90	116.6	117.7	116.9
Ago '90	136.5	123.2	121.2	Ago '90	116.6	118.0	116.9

A continuación se presenta la tabla comparativa del tercer enfoque de los índices de edificación, el "General", entre la CNIC y el Banco de México y se agrega una columna más para asentar el otro índice de costos, publicado por el Banco de México, relacionado con la construcción, el índice de Precios Productor; mencionado anteriormente.

G E N E R A L

MES	CNIC	BANCO DE MEXICO		
		NACIONAL	D.F.	PRODUCTOR
Ene '89	100.0	100.0	100.0	100.0
Feb '89	103.9	100.7	100.5	100.7
Mzo '89	103.5	101.3	101.1	101.3
Abr '89	103.7	101.7	101.2	101.6
May '89	103.7	102.2	101.8	102.2
Jun '89	103.8	102.4	101.9	102.3
Jul '89	104.9	103.7	103.1	103.8
Ago '89	106.2	104.4	103.3	104.4
Sep '89	107.9	105.7	104.8	105.8
Oct '89	108.6	106.5	105.5	106.5
Nov '89	108.7	107.0	105.9	107.0
Dic '89	111.8	109.1	107.8	109.2
Ene '90	113.4	110.6	109.3	110.7
Feb '90	115.5	110.5	111.1	112.2
Mzo '90	119.0	113.6	112.6	113.6
Abr '90	122.4	116.2	115.1	116.3
May '90	123.8	118.0	116.7	118.0
Jun '90	124.8	119.3	117.7	119.3
Jul '90	126.9	120.3	118.6	120.4
Ago '90	131.9	122.1	120.4	122.2

Cabe hacer mención que el Índice General del Banco de México, está integrado por la suma del 65% del Índice de materiales y el 35% del Índice de mano de obra; mientras que el de la CNIC está integrado por el 80 y el 20% respectivamente.

De la comparación de los valores obtenidos en las tablas anteriores, podemos hacer las siguientes observaciones:

- Los Índices de costo de mano de obra son iguales. Esto obedece al hecho de la existencia del salario mínimo en nuestro país, su relación con los demás salarios y el control de todos ellos por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos. Sin embargo, éstos índices NO son aplicables, ya que en la práctica no existe el salario mínimo, dado que la remuneración mínima real, es mayor.
- Por lo que se refiere a los índices de materiales y al general, la CNIC pone en manifiesto una mayor variación en los costos, -- contra lo indicado por el Banco de México.
- Comparando el Índice General Nacional con el Índice Productor -- publicados por el Banco de México, se puede apreciar que son sensiblemente iguales.
- Finalmente, se puede hacer mención que la variación de costos de los materiales, en el Distrito Federal, es menor comparado con la variación de costos nacional; ya sea que se tome el índice -- del mismo Banco de México o el de la CNIC. Pero no hay que olvidar que estamos hablando de índices agregados. Ya que si observamos, unas páginas atrás, los relativos de precios de materiales para la construcción, que son índices de costo simples, publicados por la Secretaría de Programación y Presupuesto en el -- Diario Oficial del jueves 5 de abril de 1990, por ejemplo, se -- aprecia que la variación de costos de los materiales, ahí presentados, son menores en algunas otras ciudades.

INTERPRETACION DE LOS INDICES DE COSTOS.

Como se mencionó al principio de este subtema, un "Índice de Costo"

es la relación del costo de un determinado bien en un período dado, con el costo del mismo bien en otro período base y que generalmente se confunde con porcentajes simples.

Es por eso que a continuación se presentan algunos ejercicios para aclarar el uso e interpretación de los índices de costo.

Por ejemplo, si queremos determinar la variación que ha sufrido el precio de la arena en la ciudad de Aguascalientes, Ags., entre los meses de Enero de 1989 y Enero de 1990:

De los relativos de precios de materiales para la construcción de la SPP publicados en el complemento al boletín 84 del 18 de abril de 1990:

Calculando el cociente entre ambos relativos, tenemos:

$$\frac{I_{C(\text{Ene}'90)}}{I_{C(\text{Ene}'89)}} = \frac{145.6}{134.7} = 1.081$$

$$1.081 \times 100 = 108.1$$

$$108.1 - 100 = 8.1$$

Las cifras anteriores indican que el precio se incrementó un 8.1% durante el período considerado.

Veamos otro ejemplo.- Determinar la variación del precio del polímero de 3 1/2" X 3 1/2" X 8" (de 2a) entre los meses de Abril y Noviembre de 1989:

De los relativos de precios de insumos para la construcción de la CNIC publicados en diciembre de 1989, tenemos:

$$\frac{I_{C(\text{nov}'89)}}{I_{C(\text{abr}'89)}} = \frac{93.1}{94.9} = 0.981$$

$$0.981 \times 100 = 98.10$$

$$98.10 - 100 = -1.9$$

En este caso, el precio del polín sufrió un decremento del 1.9% durante el período en estudio.

Si bien, los ejemplos anteriores implican solo índices de costo simples, el procedimiento también es aplicable para los índices agregados de costo; como son los índices de costos de edificación, de --- construcción industrial, de maquinaria o de proyectos viales, publicados por la CNIC, o el índice de costo de edificación de la vivienda de interés social, publicado por el Banco de México.

CAPITULO IV COMPARACION ENTRE EL ESTIMADO DE COSTO, EL COSTO RESULTANTE DE CONCURSO Y EL COSTO RESULTANTE DE OBRA - EJECUTADA PARA LA REMODELACION DE UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD DE MEXICO.

Ante el deseo de remodelar el centro comercial, sus propietarios acudieron a una empresa consultora para que elaborara el estimado de costo de dicha remodelación.

Es así que, después de visitar el lugar y de varias pláticas con los propietarios, para establecer los conceptos generales que comprenderían la remodelación; en Abril de 1987 se elaboró el estimado de costo preliminar.

El estimado de costo preliminar contemplaba cinco partidas generales: demoliciones, albañilería, pintura, instalaciones y puertas, cuyo importe total fue de \$1,102'412,125.00 (mil ciento dos millones cuatrocientos doce mil ciento veinticinco pesos).

Posteriormente, los propietarios solicitaron a la empresa consultora elaborar otro estimado de costo. En esta ocasión la información disponible fue más abundante y detallada, por lo que se elaboró un estimado de costo para presupuesto, el cual arrojó un importe de -- \$2,427'729,259.00 (dos mil cuatrocientos veintisiete millones setecientos veintinueve mil doscientos cincuenta y nueve pesos), como se puede ver en el cuadro de importes, que se presenta más adelante. Este estimado de costo fue elaborado en diciembre de 1987.

Para el mes de marzo de 1988, la remodelación del centro comercial se concursó y el importe de la oferta ganadora fue de \$3,782'770,910. (tres mil setecientos ochenta y dos millones setecientos setenta -- mil novecientos diez pesos). Las partidas e importes que integran la oferta de concurso, también se pueden apreciar en el cuadro de importes que se presenta más adelante.

La ejecución de los trabajos de la remodelación del centro comercial arrojaron resultados muy diferentes a lo esperado, ya que los-

conceptos comprendidos en el catálogo de concurso solo se llevaron a cabo en forma parcial; por lo tanto, del importe concursado solo se ejercieron \$964'648,168.00 (novecientos sesenta y cuatro millones seiscientos cuarenta y ocho mil ciento sesenta y ocho pesos) y se tuvieron conceptos extraordinarios con un importe de ----- \$4,778'606,218.00 (cuatro mil setecientos setenta y ocho millones seiscientos seis mil doscientos dieciocho pesos), importe que también se desglosa en el cuadro de importes y que a continuación se presenta:

CUADRO DE IMPORTES CORRESPONDIENTES A LA REMODELACION DEL CENTRO COMERCIAL

PARTIDA	CONCEPTO	ESTIMADO DIC'87	CONCURSO MZO'88	EJECUTADO		TOTAL
				CONCURSO	EXTRAORD. ABRI'88 MZO'89	
1	Demoliciones	102'311	201'248	339'963	837'418	1 177'381
2	Albañilería	958'990	1 036'453	265'467	875'042	1 140'509
3	Acabados	160'525	175'222	9'574	532'227	541'801
4	Fachadas	-	2'369	3'083	-	3'083
5	Acarreos	Incluido en demoliciones	1'909	1'134	-	1'134
6	Acabados en fachadas	-	100'149	32'986	248'745	281'731
7	Instalaciones	294'838	144'000	144'000	-	144'000
8	Estacionamiento nivel 1º	475'266	336'635	5'463	912'914	918'377
9	Estacionamiento sótano	31'177	63'564	-	-	-
10	Servicios	-	73'581	14'451	106'138	120'589
11	Estructura metálica	-	1 219'969	148'527	1 266'122	1 414'649
12	Cancel. y cristal temp.	Incluido en albañilería	427'672	-	-	-
	Imprevistos (20%)	404'622	-	-	-	-
TOTAL		3 427'729	3 782'771	964'648	4 778'606	5 743'254

Nota: Importes en miles de pesos

No debemos hacer una comparación de estos importes en una forma --- a priori, porque corresponden a periodos diferentes. Así pues, en primer lugar, debemos actualizarlos a un momento en el tiempo en común. Para ésto, utilizaremos los índices generales de la Cámara Nacional de la Construcción (CNIC), publicados en la Revista Mexicana de la Construcción en su oportunidad; tomando como período común el mes de marzo de 1989, mes en que se concluyeron los trabajos de re-

modelación del centro comercial.

El uso de estos índices son con carácter ilustrativo ya que por la forma en que esta integrado no se apega al proyecto en estudio pero: en primer lugar, no existe un índice que se ajuste a nuestras necesidades y, en segundo lugar, los resultados que se obtengan serán - más afines para poder compararlos entre sí, que si no los indizáramos.

Dado el uso de índices, esta forma de actualización recibe el nombre de indización.

La indización del importe correspondiente al estimado de costo del mes de diciembre de 1987, al mes de marzo de 1989 es de la siguiente manera.

El factor de actualización se obtiene a partir de los índices de -- costo:

$$F.A. = \frac{Ic \text{ Mzo } 89}{Ic \text{ Dic } 87} = \frac{8 \ 050.5}{7 \ 125.0} = 1.12989$$

El importe indizado del estimado de costo es:

$$\$ \ 2 \ 427'729 \ 259 \ X \ 1.12989 = \$ \ 2 \ 743'078 \ 512$$

De forma similar, indizando el importe de concurso, tenemos que:

$$F.A. = \frac{Ic \text{ Mzo } 89}{Ic \text{ Mzo } 88} = \frac{8 \ 050.5}{8 \ 414.7} = 0.95672$$

El importe indizado de la oferta ganadora del concurso es:

$$\$ \ 3 \ 782'770 \ 910 \ X \ 0.95672 = \$ \ 3 \ 619'047 \ 288$$

Indizando el importe ejecutado de conceptos comprendidos en el - - catálogo de concurso tenemos: $\$964'648 \ 162 \ X \ 0.95672 = \$922'896 \ 839$

Por lo que se refiere a los trabajos extraordinarios, fueron paga--

dos según se presentaban "relaciones" mensuales de acuerdo al avance de obra y, en su caso, de la autorización de los precios unitarios correspondientes.

Más adelante se presenta el cuadro de "informes mensuales de conceptos extraordinarios por partida",

Ahora bien, en el siguiente cuadro se pueden apreciar los índices de costo de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, para los meses en que se realizaron los trabajos de remodelación -- del centro comercial, los importes totales mensuales de dichos trabajos y su equivalente indizado al mes de marzo de 1989:

<u>MES</u>	<u>INDICE DE COSTO</u>	<u>FACTOR DE ACTUALIZACION</u>	<u>IMPORTE MENSUAL</u>	<u>IMPORTE INDIZADO</u>
Abr 88	8 259.8	0.9747	216'530	211'043
May 88	8 247.1	0.9762	535'274	522'514
Jun 88	8 145.7	0.9883	1 202'327	1 188'275
Jul 88	8 130.4	0.9902	185'863	184'036
Ago 88	8 048.9	1.0002	720'302	720'445
Sep 88	7 731.6	1.0412	356'134	370'821
Oct 88	7 681.2	1.0481	47'596	49'885
Nov 88	7 616.1	1.0570	340'492	359'912
Dic 88	7 484.7	1.0756	67'654	72'769
Ene 89	7 967.2	1.0105	1 008'907	1 019'457
Feb 89	8 079.2	0.9964	41'874	41'726
Mzo 89	8 050.5	1.0000	55'653	55'653
TOTAL			4 778'606	4 796'536

Nota: los importes se indican en miles de pesos pero las operaciones se efectuaron a nivel de pesos y el factor de actualización que se indica redondeando a cuatro decimales, fue considerado con nueve decimales. De ahí, la diferencia que pudiera presentarse entre el importe indizado indicado y el que se obtendría de multiplicar el factor de actualización por el importe mensual, indicados.

IMPORTE MENSUALES DE CONCEPTOS EXTRAORDINARIOS POR PARTIDA

MES	DEMOLICIONES	ALBAÑILERIA	ACABADOS	ACABADOS EN FACHADAS	ESTACIONAMIENTO PRIMER NIVEL	SERVICIOS	ESTRUCTURA METALICA	TOTALES
Abr 88	23'981	17'859	2'983	82'417	-	-	89'290	216'530
May 88	366'430	165'002	3'842	-	-	-	-	535'274
Jun 88	2'800	393'622	68'293	-	-	-	737'612	1202'327
Jul 88	3'592	7'556	48'069	112'046	14'600	-	-	185'863
Ago 88	232'359	5'171	193'104	19'435	-	63'512	206'721	720'302
Sep 88	91'376	76'598	71'838	-	-	429	115'893	356'134
Oct 88	1'086	35'000	1'978	9'532	-	-	-	47'596
Nov 88	80'337	67'078	68'572	7'667	-	402	116'436	340'492
Dic 88	26'990	24'500	15'815	-	-	349	-	67'654
Ene 89	6'838	57'634	42'632	7'438	886'461	7'734	170	1008'907
Feb 89	-	23'258	8'406	10'210	-	-	-	41'874
Mzo 89	1'629	1'764	6'695	-	11'853	33'712	-	55'653
TOTAL	837'418	875'042	532'227	248'745	912'914	106'138	1266'122	4778'606

Todavía no se deben comparar importes, ya que es necesario hacer un último ajuste: en este caso en particular, el estimado de costo no contempla los costos indirectos ni la utilidad, que en este caso asciende al 35%; por lo que debemos hacer un descuento del 35% (treinta y cinco por ciento) a los importes correspondientes al contratista. Con este fin se presenta el siguiente cuadro, en el que se incluye el importe del estimado de costo para presupuesto:

<u>CONCEPTO</u>	ESTIMADO DIC'87	CONCURSO MZO'88	E J E C U T A D O CONCURSO EXTRAOR.	
Importe. Incluye indirectos y utilidad	-	3 619'047	922'897	4 796'536
Importe. Sin incluir Indirectos y utilidad	2 743'079	2 680'776	683'627	3 552'990
T O T A L	2 743'079	2 680'776	4 236'617	
COMPARACION CON EL ESTIMADO DE COSTO		97.73 %	154.45%	
INCREMENTO RESPECTO AL ESTIMADO DE COSTO		-2.27%	+54.45%	

De la comparación entre el estimado de costo y el costo resultante de concurso, se puede decir, que son prácticamente iguales; sin embargo, el costo resultante de obra ejecutada representa un incremento del 54.45% sobre el costo estimado.

Este incremento se debió principalmente al gran número de trabajos extraordinarios que se efectuaron, tanto por dificultades imprevistas, que tuvieron que solucionarse como se iban presentando; como por cambios de proyecto. Esto lo ratifica el hecho de que solo se ejecutó el 25.50% del importe del catálogo de concurso.

Actualmente, la remodelación del centro comercial está concluida, - sin embargo la diferencia de costo estimado contra costo ejecutado representó un esfuerzo considerable para los propietarios y ocasio-

nó el retraso de la conclusión de los trabajos por falta de liqui--
dez de la contratista.

Otras observaciones se pueden apreciar en el capítulo de conclusio--
nes.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES

Es importante caer en cuenta de la necesidad de contar con un estimado de costo confiable, previo a la construcción de un proyecto; pero para lograrlo es indispensable que el proyecto esté bien definido. De ahí que, una conclusión es el evitar construir, si no está terminado el proyecto ejecutivo, o si existen indefiniciones de importancia. Situación que desafortunadamente, es muy común en --- nuestro país y que trae como consecuencia un sobre costo considerable, como se pudo apreciar en el estudio presentado anteriormente, que llegó al 54.45%, pudiendo alcanzar, en otros casos, niveles mucho mayores e incluso ocasionar la suspensión por tiempo indefinido de la ejecución de la obra.

Son claros los beneficios que otorga el conocimiento del costo de un proyecto, de ahí, la importancia del manejo de los métodos de estimación y su aplicación, por lo que se sugiere se incluyan dentro del plan de estudios de la carrera de Ingeniero Civil, o se establezcan programas de capacitación a nivel de cursos de actualización profesional en instituciones como la División de Educación -- Continua de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, el Centro de Actualización Profesional (CAP) del Colegio de Ingenieros, el Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción (ICIC) o el -- Instituto Mexicano de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Nacional de Empresas de Consultoría.

Por lo que se refiere al uso de índices de costos, cabe recalcar -- que su uso debe ser con toda la reserva del caso, e incluso es recomendable el iniciar y establecer un sistema de índices de costos, según los intereses particulares de la empresa que maneje continuamente estimados de costo o proposiciones para concursos de obra.

Es cierto que la mejor forma de enseñar algo es por medio del ejemplo, y en este caso la comparación entre los costos de lo estimado, con lo ejecutado, es una pequeña muestra de lo que comúnmente ocurre en la ejecución de un proyecto: un sobre costo considerable.

Si bién, se trata de una remodelación y como tal es frecuente encontrar imprevistos, el sobrecosto es un mal que aqueja a toda clase de proyectos, ya sean nuevos, ampliaciones o remodelaciones; tanto de la iniciativa privada, como de obra pública. Este mal debe erradicarse y una forma para lograrlo es por medio de la premisa, que mencioné en su momento, que señala que la inversión debe gobernar al proyecto y no al contrario. Un apoyo sólido es un buen estimado de costo.

BIBLIOGRAFIA

APPLIED COST ENGINEERING
COST ENGINEERING. Vol. I (1978)
Clark, Forrest D. Lorenzoni, A.B.
Marcel Dekker Inc.
New York, N.Y.

EL MANEJO DE COSTOS DE CONSTRUCCION
EN UN MERCADO INFLACIONARIO. Vol. I y II (1979)
Cortina Suárez, José Antonio. Borro C., Luis E.
Grupo Editorial Expansión
México

HOW TO MAKE AN ESTIMATE WORK (1980)
Otto, Mendel (USA)
6º Congreso Internacional de Ingeniería de Costos Vol. I
México, D.F.

QUANTITATIVE FACTOR ESTIMATING - A FACTOR
ESTIMATING METHOD BASED ON QUANTITIES (1980)
Van Bijlert, W.A., Van Dijke, C.M.
5th International Cost Engineering Congress
Utrecht, Países Bajos

ESTIMATE CONTINGENCY, RISK AND ACCURACY
WHAT DO THEY MEAN? (1980)
Williamson, Raligh S. Donell IV, William R. Browder, Jack F. (USA)
Transaction of the American Association Cost Engineering (AAE)
Washington, D.C. USA

WHAT IS CONTINGENCY AND HOW TO CALCULATE IT (1980)
Warne, D.J. (Canadá)
6º Congreso Internacional de Ingeniería de Costos Vol. I
México, D.F.

ANALISIS PARAMETRICOS (1980)
Gorostieta, Luis Ramiro. Ruiz Díaz B., Federico. Ramirez, Juan
Antonio
Ingeniería de Costos pp. 29 Epoca II núm. 4
Sociedad Mexicana de Ingeniería de Costos. México, D.F.

INDICE DE COSTOS DE CONSTRUCCION EN MEXICO, D.F.
Revista Mexicana de la Construcción
Suplemento. Noviembre 1973 No. 229
Organo Oficial de la Cámara Nacional de la Industria de la Cons-
trucción
México