

127  
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

AJUSTE DE PRECIOS EN LA  
INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION  
EN EL MARCO DE UNA ECONOMIA  
INFLACIONARIA

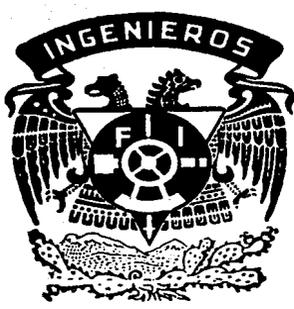
**T E S I S**

Que para obtener el título de:

Ingeniero Civil

Presenta

JOSE DE LA LUZ ERIK PLIEGO CARRASCO



México, D.F.

1987



## **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

I	INTRODUCCION .....	2
II	ANTECEDENTES Y EFECTOS DE LA INFLACION EN LA CONSTRUCCION	
	2.1 Características de una Economía Inflacionaria .....	6
	2.2 Causas y Efectos del Proceso Inflacionario .....	7
	2.3 La Inflación en la Construcción .....	10
	2.4 Impacto de la Inflación sobre la Industria de la Construcción .....	13
	2.5 Soluciones que Puede Adoptar la Industria de la Construcción .....	17
III	EL MANEJO DE ANTICIPOS Y FINANCIAMIENTO	
	3.1 Comentarios Acerca de la Asignación de anticipos en las Obras Públicas .....	22
	3.2 Financiamiento y Costo Financiero .....	29
	3.3 Cargos por Financiamiento .....	41
IV	NUMEROS INDICE	
	4.1 Generalidades .....	45
	4.2 Definición de Número Indice .....	46
	4.3 Clasificación de Números Indice .....	50
	4.4 Propiedades de los Números Indice .....	54
	4.5 Bases Generales para el Cálculo de los Números Indice .....	55
	4.6 Elección del Tipo de Fórmula más Adecuada .....	64
	4.7 Fuentes de Información .....	66
V	FORMULAS DE AJUSTE	
	5.1 Comentarios Acerca de la "Clausula de Ajuste" .....	75
	5.2 La Fórmula de Ajuste de Precios Unitarios .....	78
	5.3 Fórmulas Trinómicas .....	81
	5.4 Variaciones en la Fórmula de Ajuste .....	84
	5.5 Proceso de Elaboración del Factor de Ajuste .....	90
	5.6 Comentarios sobre la Fórmulas de Ajuste .....	93
VI	APLICACIONES EN UNA OBRA ESPECIFICA .....	95
VII	CONCLUSIONES .....	118
	BIBLIOGRAFIA .....	120

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

El complejo problema de la inflación que ha afectado a la economía mexicana a partir de la década de los setentas y se vió disparado en forma dramática a partir de 1982, golpea de manera severa a todos los sectores de la industria nacional, pero posiblemente exista un ramo que ha sido el más perjudicado por esta situación: la construcción.

Algunas características particulares de la Industria de la Construcción han contribuido a que este sector sea tan duramente castigado, entre estas tenemos las siguientes:

a). El sector público, principal demandante de los servicios de esta industria, ha realizado recortes presupuestales, afectando sobre todo programas de infraestructura.

b). Las altas tasas de interés desalientan a los inversionistas a pedir préstamos para la edificación de vivienda.

c). La inseguridad en los costos también desanima a cualquier tipo de inversionistas.

Sin embargo el problema más grande con que se enfrenta la Industria de la Construcción es el de la insolvencia económica causada por el retraso de pagos y el aumento de los insumos que se da posterior a la elaboración del presupuesto, siendo esto último el objeto de estudio del presente trabajo.

El aumento sostenido de precios a partir de 1973, ocasión que la construcción se enfrentara a problemas desconocidos

con anterioridad. En primer lugar y debido a la inexperien-cia en estas situaciones, se tomaron algunas medidas inadecu-das como el presupuestar obras con precios mayores para prote-gerse contra la inflación, pero este método no resultó, ya que como no se tenía destreza en el cálculo a futuro de la inflación, se dieron casos en que los presupuestos resultaron muy altos, y en otras ocasiones insuficientes. Por otra parte, las obras que estaban en proceso y habían sido contratadas a precio alzado o con precios unitarios fijos se vieron muy afectadas por el alza de los materiales y la mano de obra, provocando en muchos casos la suspensión de la obra por falta de liquidez del contratista. Debido a estos problemas, los contratistas pensaban dos veces antes de inscribirse a un concurso oficial, y los que lo hacían, como ya se dijo, mane-jan márgenes de seguridad que desde luego no le convenían al sector público.

Ante esta realidad, por un lado, y la presión de la Cáma-ra Nacional de la Industria de la Construcción, por el otro, se hizo necesario que las diversas dependencias empezaran a revisar sus políticas de contratación, ya que de lo contrario en un período corto se hubiera visto frenada la construcción en nuestro país. Este proceso de revisar los métodos de contratación se inició en 1975 con la aceptación de la cláusula de ajuste, y ha sido continuamente mejorada con la intención de hacerlo más ágil y justo para ambas partes: contratante y contratista. Un ejemplo está en que en un principio la cláusula de ajuste sólo especificaba que se deberían incre-men-tar los precios unitarios cuando el importe de la obra aún faltante por ejecutar se elevara en costos en un porcentaje mayor al cinco por ciento, pero no especificaba como se debe-ría realizar este ajuste, por lo que cada quien lo procuró hacer a su manera.

La forma más común de realizar los ajustes era revisar todos los precios unitarios de las obras cada vez que había aumentos importantes, situación que sucede varias veces dentro del desarrollo de una obra grande, lo que ocasionaba un retraso en el pago de los incrementos, además del gasto que significaba las horas-hombre requeridas para este proceso. Otro camino utilizado era la aplicación de índices improvisados y mal fundamentados, por lo que el ajuste regularmente no era satisfactorio para alguna de las partes.

En vista de todos estos problemas fue necesario buscar un procedimiento de ajuste que fuera práctico y lo más justo posible. El primer paso para encontrarlo fue investigar las experiencias de otros países que por sus características económicas tenían este tipo de problemas desde hacía mucho tiempo. De ahí se observó que el método más práctico para solucionar estos problemas es la llamada fórmula de ajuste, la cual adaptada a los diversos ámbitos, permite al contratista presupuestar con precios vigentes en la fecha del concurso teniendo la tranquilidad de que sus costos se verán incrementados cuando aumente el precio de los insumos.

Sin embargo este proceso de ajuste dista mucho de ser perfecto, de ahí mi intención de realizar este trabajo. El objetivo de esta tesis es mostrar cual es el medio que hoy día se utiliza para lograr salvar los problemas que la inflación ocasiona en la Industria de la Construcción, así como algunas de las principales fallas de este sistema.

Para tratar este tema el presente trabajo se dividió en tres campos, que son:

I. Crítica a diversas omisiones en la legislación pública sobre el manejo financiero en la contratación de obras;

II. Descripción del proceso de ajuste basado en la elaboración de números índice y su aplicación en las fórmulas de ajuste;

III. Proposición de un modelo de ajuste sencillo y rápido para utilizarse en la edificación de viviendas de interés social.

Los temas mencionados se abordan en una forma general, ya que de desarrollarse con profundidad implicaría un tratado completo, y esa no es la finalidad de este trabajo. Mi objetivo es presentar en forma sencilla los principales componentes del proceso de ajuste de precios en la construcción.

## CAPITULO II

### ANTECEDENTES Y EFECTOS DE LA INFLACION EN LA CONSTRUCCION

#### 2.1 Características de una Economía Inflacionaria.

En primer lugar definiremos al proceso inflacionario como el incremento sostenido de precios de la totalidad de los satisfactores económicos. Entendemos como economía inflacionaria cuando el proceso tiene como resultado un aumento mayor del diez por ciento anual, ya que una inflación menor no resulta ser una gran carga para la mayoría de los sectores productivos de un país.

En la década de los años setentas, la inflación dejó de ser un problema propio de algunos países, en los cuales, por algunas particularidades socioeconómicas, la inflación ya representaba una seria carga para la economía regional. Pero a partir de embargo petrolero de 1973, el problema inflacionario se convirtió en un fenómeno de tipo global, que afecta a la totalidad de las naciones de una manera continua y persistente. Sin embargo, hay que hacer notar que durante los últimos cinco años los países industrializados han logrado reducir drásticamente las tasas de inflación, lo cual se ha alcan zado en la mayoría de los casos con medidas recesivas, lo que perjudica en forma severa la economía de los países en vías de desarrollo. ya que la disminución de la actividad indus trial acarrea un menor requerimiento de materias primas.

Un análisis de la economía latinoamericana desde la post

guerra muestra que el aumento de precios ha sido un problema que se ha presentado en forma persistente con variaciones cíclicas: durante los años de baja tasa inflacionaria crecen las perspectivas de desarrollo, pero finalmente se regresa a un aumento grande en los precios, lo que por lo general ocasiona recesión en una economía. En Brasil, por ejemplo, que es un caso típico de la descripción anterior, la tasa inflacionaria que empezó a disminuir a partir de 1954, cuando alcanzó un valor máximo de noventa por ciento, no ha bajado a menos del quince por ciento, y a partir de 1974 se ha recrudecido, alcanzando tasas mayores de cien por ciento durante los primeros años de la ésta década. El caso más dramático de la tasa inflacionaria descontrolada, mejor conocida como hiperinflación, es el de Bolivia, que en 1984 alcanzó una inflación superior al dos mil por ciento. En México, durante los años de la postguerra y hasta 1970, se puede decir que la inflación fue un problema controlado, es decir, las tasas más altas de esos años no fueron superiores al diez por ciento anual, pero a partir de 1971, la tasa a sido siempre de dos cifras, llegando incluso en 1983 y 1986 a niveles superiores del cien por ciento.

## *2.2 Causas y Efectos del Proceso Inflacionario.*

Las causas del proceso inflacionario deben ser vistas en un entorno global, es decir, no solo desde el económico, sino también político y social. Los orígenes de la inflación han de ser considerados como una secuencia directa de la mentalidad surgida a partir de la Segunda Guerra Mundial. Ello porque los gobiernos emanados en la postguerra, e inmersos en un contexto contemporáneo de justicia social, han planteado sus políticas económicas con metas de bienestar social, ofreciendo mejores perspectivas de vida a la mayoría de la pobla-

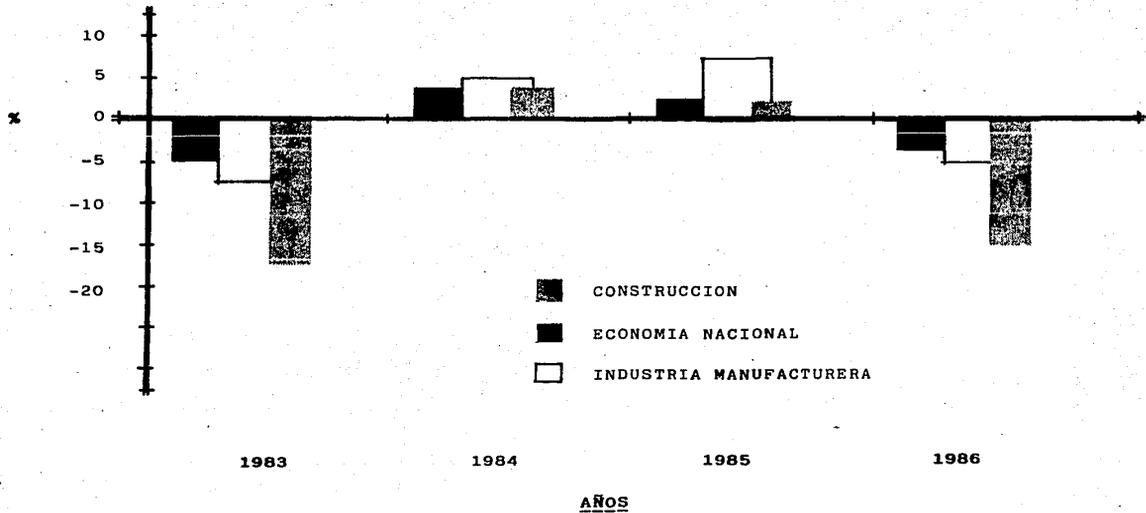
ción con un mínimo de bienestar en materia de empleo, alimento, salud y vivienda.

Esta situación ha ocasionado una demanda de bienes superior a la que la mayoría de los países en desarrollo pueden satisfacer, lo que trae como consecuencia que la demanda supere a la oferta disponible, provocando un aumento en precios y costos. Debido a que este fenómeno se presenta al mismo tiempo en la mayoría de los países, encontramos que no existe cantidad suficiente de productos excedentes en el mercado mundial, como para que el déficit de los países en desarrollo sea cubierto mediante importaciones.

La segunda gran causa del aumento generalizado de precios en la economía mundial es la política nacionalista de los gobiernos posteriores a la guerra que se refleja en el aumento en los precios de venta de las materias primas. Ejemplo típico de esto es el precio del petróleo, el cual de 1973 a 1981 aumentó dieciocho veces su valor, subiendo de 2.00 U.S. dls a 36.00 U.S. dls. Cabe anotar que en los últimos años el valor de la mayoría de las materias primas a descendido considerablemente. Todo lo anterior trae como consecuencia que la inflación continuada se haya vuelto un círculo vicioso, ya que al aumentar el precio de las materias primas los países industrializados se han visto obligados a elevar el precio de los productos manufacturados y las naciones en desarrollo como importadoras de estos bienes, se ven forzadas a subir de nuevo el precio de sus materias primas para evitar un mayor déficit en su balanza comercial, lo cual cierra el círculo.

Si se tratara de un fenómeno inflacionario local y temporal, posiblemente el control de circulante monetario fuera

PRODUCTO INTERNO BRUTO  
(VARIACION % ANUAL)



FUENTE: SPP - CNIC

suficiente para lograr el ajuste económico, pero como es continua la inflación que se experimenta en los países de Latinoamérica, al igual que en las naciones de otros continentes, posiblemente se requieran acciones programáticas de tipo internacional, complementadas necesariamente con la búsqueda de medidas nacionales adecuadas a la situación existente en cada país.

Por otra parte, como a los objetivos nacionales de satisfacer metas de justicia social en los países menos desarrollados (los cuales resultan inaplazables) corresponden altos niveles de demanda de satisfactores, el cumplimiento de las necesidades básicas tendrá que lograrse en forma gradual y planeada, de tal suerte que el crecimiento del producto y su distribución se alcancen de acuerdo con los recursos disponibles, jerarquizando la satisfacción de la demanda para no generar cuellos de botella que desequilibren el balance oferta-demanda en determinados rubros de la actividad económica.

De otra forma, cualquier estancamiento sostenido, absoluto o relativo en cualquier sector económico --como pudiera ser el transporte, la producción de alimentos o la construcción de infraestructura y vivienda-- podría resultar inflacionario a consecuencia precisamente de la escasez de la oferta correspondiente, comparada con los niveles de demanda económica que es posible satisfacer.

### *2.3 La Inflación en la Construcción.*

Entendiendo a la construcción como la actividad económica que incluye la erección, mantenimiento y reparación de todo tipo de estructuras fijas y sus instalaciones integrales,

de las obras de urbanización y la demolición de estructuras existentes, resulta claro que su producto final constituye un factor fundamental en el proceso de crecimiento de los países. El complejo problema de la inflación que se ha vivido en diversos países y específicamente en México (por ser este el entorno de nuestro interés), no puede dejar de sentirse de manera dramática en la Industria de la Construcción.

En la ejecución tanto de obra de infraestructura como en la edificación residencial y no residencial, un alto porcentaje del costo de la construcción incurre en la adquisición de una variedad de materiales y en el uso de equipo, puesto que el sector construcción es un gran usuario de bienes intermedios como parte de su proceso de producción de bienes de consumo. Como consecuencia de lo anterior, bajo la presencia de un proceso inflacionario persistente, la Industria de la Construcción puede ser más sensible que otras en cuanto a la repercusión final en el alza de precios.

Otro elemento que ejerce una fuerte presión inflacionaria en la Industria de la Construcción, como en toda actividad económica es el incremento en la mano de obra. Sin embargo, debido a las características de eventualidad del trabajador de la construcción en nuestro país, esta demanda no va acompañada por un aumento en la productividad como puede suceder en donde al tenerse trabajadores de planta es factible para el empresario alentar la capacitación del obrero con el propósito de incrementar la producción. Por lo tanto, cuando los precios de los insumos y la mano de obra se elevan, las obras físicas tendrán que encarecerse en consecuencia, y en mayor proporción que los productos de otras industrias ubicadas al inicio de la cadena productiva.

Por lo que concierne a la inflación específicamente en el ramo de construcción de vivienda, tenemos que esta constituye con frecuencia un bien de consumo final para el cual existe una demanda en sentido económico (la del que puede pagarla con recursos reales previamente adquiridos o con potencial de obtenerlos) y otra "demanda" efectiva, que no económica, que corresponde al déficit generado por una población subempleada o desempleada y que por tanto no se puede manifestar como "demanda económica".

Por lo que toca a la demanda de vivienda que expresan los estratos de la población que pueden pagarla, si el sector oferta de la construcción no la satisface convenientemente, al disminuir el ritmo de ejecución de estructuras habitacionales la escasez será la que genere alza de precios; y si la situación persiste, se estará provocando un proceso inflacionario. Además, se estará ampliando la base deficitaria con la marginación de las familias que, aún con ingresos provenientes de su empleo, no alcanzan a adquirir la vivienda que ofrece el mercado. Por lo que se refiere al otro tipo de "demanda" de vivienda, ante una planeación encauzada por parte del Estado, el proporcionarla a estos grupos poblacionales (desde luego no la vivienda que obedece a reglamentaciones tradicionales, sino una vivienda adecuada) al tiempo que se propicia la generación de empleo remunerado puede ser financieramente sano y llegar a ser productivo y recuperable.

Para lograr lo anterior se requiere el origen de los fondos de inversión los cuales en este tipo de vivienda proviene del ahorro interno de los países y/o de los excedentes fiscales ya obtenidos asignados para este efecto de prioridad nacional.

#### *2.4 Impacto de la Inflación sobre la Industria de la Construcción.*

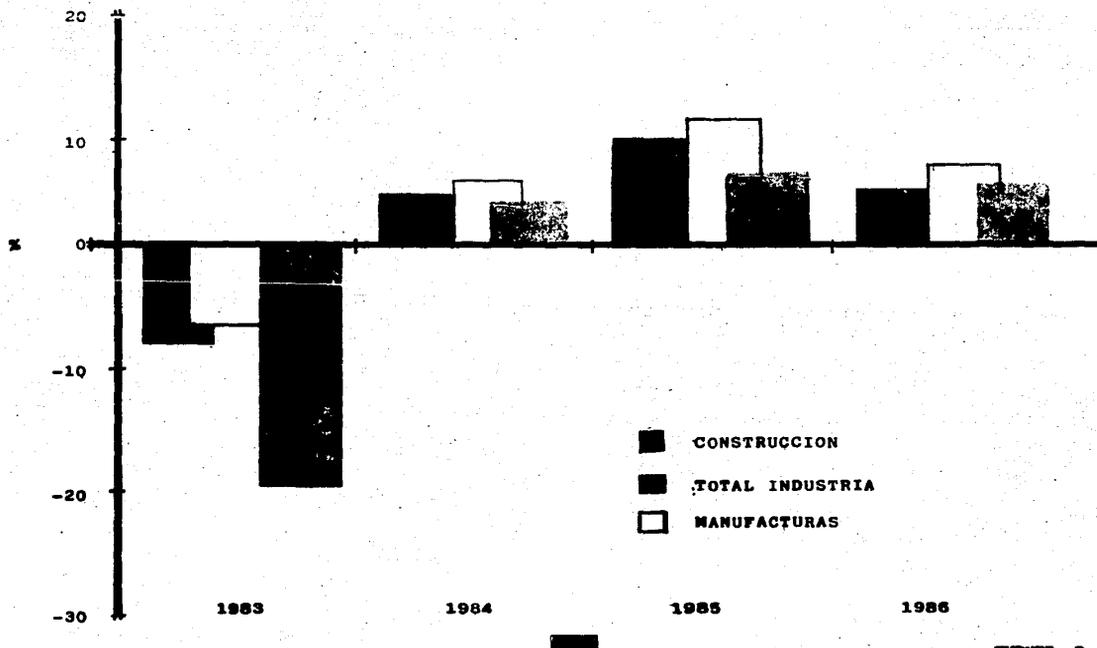
Como ya se explicó con anterioridad, las características muy particulares de la Industria de la Construcción hacen que este sector sea muy vulnerable ante los problemas ocasionados por un alza sostenida de precios. En general la construcción es la industria más afectada por cualquier tipo de deterioro en el sistema financiero de un país. Tomando en cuenta todo esto y ante las perspectivas poco optimistas que presenta la situación económica de nuestro país, el sector considera necesario el que se ejecute una política que ayude a aminorar los efectos negativos que esta situación causa en la industria.

A continuación se enumeran algunas de las características particulares de la construcción por las cuales se hace la afirmación de que probablemente sea el sector más perjudicado durante una situación financiera inestable.

a). La oferta en este sector es muy grande y variada, es decir, existe un gran número de empresas constituidas (así como otro gran número que se retiran), además de una gran cantidad de particulares que se dedican sobre todo a la edificación de vivienda, lo cual ocasiona que cualquier intento de establecer normas, procedimientos y precios resulte sumamente difícil.

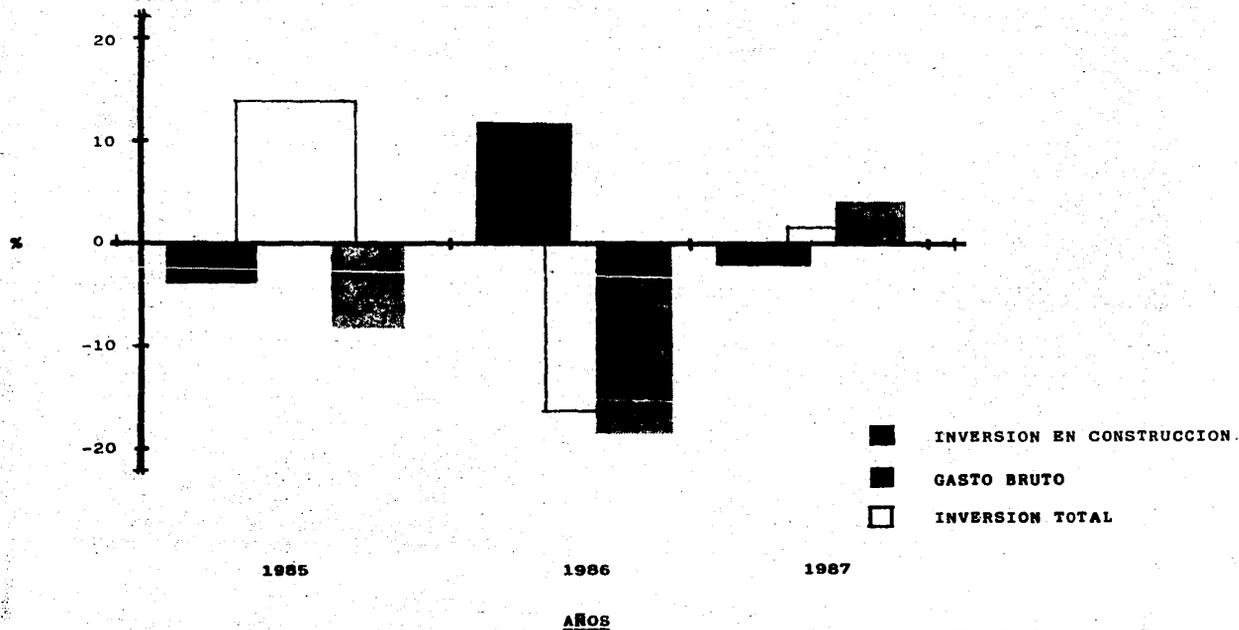
b). Debido a la competencia existente y a los sistemas de contratación aplicados en la actualidad, la fijación de los precios de venta en la construcción se establecen generalmente con anterioridad a la venta del producto, mientras que en casi todas las demás ramas industriales el precio se asigna una vez que el producto ha sido elaborado y, por lo tanto, se conoce el costo real.

**INDICADORES DEL VOLUMEN DE PRODUCCION INDUSTRIAL**  
**(VARIACIÓN % RESPECTO A 1983)**



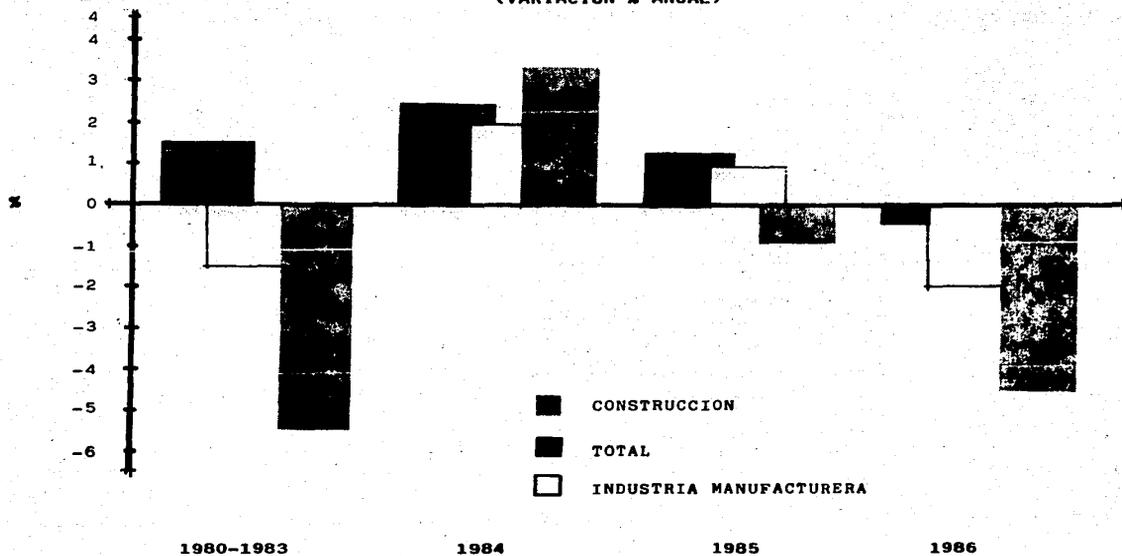
FUENTE: B. de M. - CNIC

**GASTO DE INVERSION SEGUN EL PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACION**  
**(VARIACIÓN % REAL)**



FUENTE: SPP - SHCP - B. de M. - CNIC

PERSONAL OCUPADO TOTAL Y EN LA CONSTRUCCION  
(VARIACIÓN % ANUAL)



FUENTE: B. de M.- CNIC

c). El ciclo de realización de las obras requiere de períodos muy amplios y no siempre bien definidos, lo cual contrasta con las firmas industriales en que los ciclos de producción son reducidos, estando éstas en posibilidades en cualquier momento, de modificar los precios de venta bajo el sistema de libertad de mercado.

d). Ya que cada obra difiere de las anteriores, y las condiciones son totalmente diferentes en la mayoría de los casos, no es posible establecer los programas de producción que en las industrias manufactureras siempre ayudan a reducir los costos.

e). En la Industria de la Construcción no es posible tener almacenados productos terminados, lo que evita tener cierto colchón ante las fluctuaciones de la oferta y la demanda. Inclusive la variada localización de las obras no hace conveniente tener almacenados muchos materiales, ya que su movimiento ocasiona fuertes gastos.

Todos los factores enunciados anteriormente y muchos más nos hacen comprender el porque la Industria de la Construcción es sumamente sensible ante las fluctuaciones de la economía en un país.

## *2.5 Soluciones que Puede Adoptar La Industria de la Construcción Ante La Inflación.*

La experiencia que ha adquirido en los últimos años la Industria de la Construcción señala que algunas de las medidas más adecuadas para hacer frente a la inflación son las siguientes:

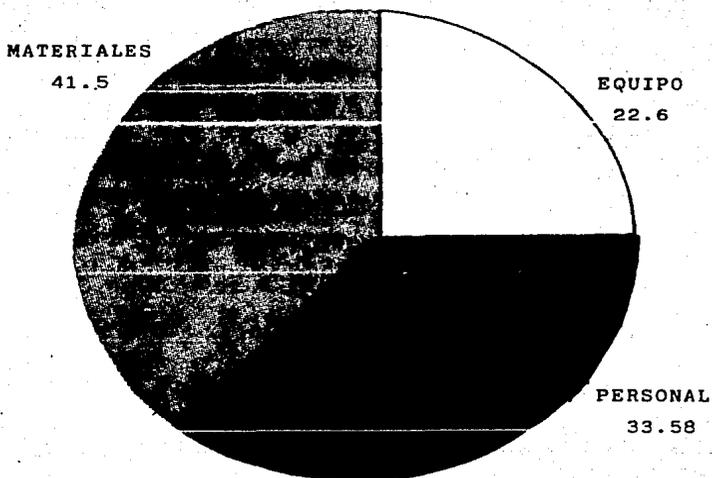
a). *Es necesario implementar cláusulas escalatorias en toda contratación.* Si tenemos en cuenta las condiciones señaladas anteriormente son generales para todas las empresas de-

dicadas a la construcción. se hace obligatorio incluir legalmente cláusulas escalatorias sobre los precios con los cuales fueron concursadas las obras. La estrategia seguida por las asociaciones de contratistas en países que recientemente han sufrido la inflación sostenida ha sido la de negociar la inclusión de esta cláusula con la administración pública, ya que el Estado es el principal demandante de la obras. En el caso de México en donde el gobierno demanda aproximadamente el cincuenta por ciento de la construcción anual, tras largas negociaciones bilaterales se logró la aceptación a finales de 1975, aunque en la actualidad se trata de lograr un aumento de los anticipos, ya que el incremento de la inflación ocasiona que en obras cuya duración sea mayor a seis meses, este anticipo resulte insuficiente, y si a esto se agrega el tiempo en que el sector público paga las estimaciones, resulta que por lo general las empresas constructoras terminan financiando el costo de las obras.

Existen desde luego variantes en el contenido de este tipo de cláusulas. En el caso de nuestro país, la aplicación del ajuste de precio se establece cuando los costos que sirven de base en los precios unitarios hayan tenido un incremento de precio en materiales, salarios y equipo superior al cinco por ciento del valor de la obra aún no ejecutada y condicionado el aumento a los conceptos de obra que se estén realizando conforme a los programas de trabajo vigentes.

*b). Aumento de la productividad en la construcción.* Es muy común que las empresas constructoras culpen a la inflación de todos los problemas que le aquejan. Si bien este fenómeno es muy gravoso para el contratista, también es verdad que la falta de una planeación adecuada y una administración deficiente son causas de una gran cantidad de problemas.

# DISTRIBUCION PORCENTUAL TOTAL DE LOS RECURSOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION



-  MATERIALES
-  PERSONAL
-  EQUIPOS

FUENTE: CNIC

Si en una economía sana se hace énfasis en que la productividad debe ser mejorada, ello es más cierto en en tiempos de crisis. Cuando los recursos se encuentran limitados es deber del empresario administrarlos lo mejor posible.

c). *Implantación de programas globales de desarrollo en la Industria de la Construcción.* Para que cualquier industria tenga un desarrollo positivo es necesaria una planeación adecuada de sus objetivos y una utilización óptima de sus recursos. Esto sólo se podría lograr en nuestro país si existiera una coordinación efectiva entre el sector público (principal inversionista en la industria de la construcción) y la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. Para ejemplificar este punto basta considerar la siguiente situación: como sabemos, en nuestro país el Estado es el encargado de ordenar la construcción de la mayor parte de las obras tanto de infraestructura como de vivienda, pero encontramos que en cada administración, debido a presiones políticas o sociales, se modifica el camino seguido por el gobierno anterior. Esto provoca que en cada período de seis años la demanda de materiales cambie, provocando escasez con el consiguiente aumento de los precios en algunos productos. En otros casos existe un exceso de oferta, lo que ocasiona que los precios se estanquen. Todo esto se podría evitar si existiera algún plan de desarrollo a largo plazo que permitiera a la industria programar la producción y hacer frente adecuadamente a la demanda que va a presentarse. Cierto es que este tipo de medidas no bastarían para solucionar el problema ocasionado por la inflación, pero dan un ejemplo de algunas de las medidas que se pueden tomar para aliviar en algo la carga que esta situación ejerce sobre la Industria de la Construcción.

Al considerar las tres grandes acciones: disminución de

riesgo financiero por inflación mediante la inclusión de la cláusula de ajuste tanto en contratos de obra pública como de obra privada, promoción de una mayor productividad y una adecuada planeación, es necesario tener en cuenta que se recorre con ello solo un tramo del camino. Por ejemplo, la aceptación de la cláusula de ajuste implica la estimación de un índice de precios que pueda ser utilizado como estándar tanto para los contratistas como para los clientes. Teniendo en cuenta la variedad de los tipos de obra se reconoce la dificultad de utilización de índices globales y por tanto podrá requerirse la elaboración de diversas fórmulas de ajuste hechas especialmente para cada caso, lo cual implica un proceso lento pero indispensable que habrá de negociarse con los contratantes de la construcción.

Otro aspecto que sería muy importante incluir dentro de la ley es que las dependencias del gobierno introduzcan a la presupuestación de las obras por construir --para efectos de programación y asignación de recursos económicos-- pronósticos de costos inflacionarios para los distintos conceptos de obra. El que el sector público cuente con presupuestos de inversión globales que tomen en cuenta el posible grado de inflación futura, habrá de facilitar la aplicación práctica de la cláusula de escalamiento cuando ésta se justifique en uno o en otro sentido. Si bien está estipulado el escalamiento de precios, es muy común que las obras del sector público no se puedan terminar debido a que la partida presupuestal se agota antes de ser concluida la obra.

## CAPITULO III

### **EL MANEJO DE ANTICIPOS Y FINANCIAMIENTO**

#### *3.1 Comentarios acerca de la Asignación de anticipos en las Obras Públicas.*

##### **Artículo 14. Ley de Obras Públicas.**

Las dependencias y entidades elaborarán los programas de obra pública y sus respectivos presupuestos con base en las políticas, prioridades, objetivos y estimaciones de recursos de la planeación nacional de desarrollo, CONSIDERANDO:

(Fracción III) LOS RECURSOS NECESARIOS PARA SU EJECUCION y la calendarización física y financiera de los mismos, así como los gastos de operación.

Inicio este capítulo remarcando la frase "CONSIDERANDO LOS RECURSOS NECESARIOS PARA SU EJECUCION", ya que si bien es cierto que la Ley de Obras Públicas es exigente en cuanto a los requisitos y comportamiento que un contratista debe cumplir en la construcción de las obras del sector público, muchas veces "olvida" algunas de sus obligaciones, entre las cuales la más frecuente es la de proporcionar los recursos financieros requeridos para llevar a cabo una obra.

El objetivo de este capítulo es analizar algunas de las causas por las cuales el contratista se ve en la necesidad de financiar durante algunos periodos la ejecución de las obras, así como el efecto que esto tiene en la economía de la empresa. El primer punto a tratar será el del anticipo.

En primer lugar hemos de establecer que el anticipo tiene como función evitar que el contratista financie la obra durante grandes períodos de tiempo, lo cual en nuestro país no sucede, pues lo más común es que el anticipo sólo resulte suficiente para las primeras etapas de la obra. Esta situación siempre ha sido un problema para la Industria de la Construcción, pero se ha visto agrandado peligrosamente debido a la actual situación económica del país, de la que podemos señalar dos aspectos que perjudican a las empresas que financian las obras: la inflación y las altas tasas de interés.

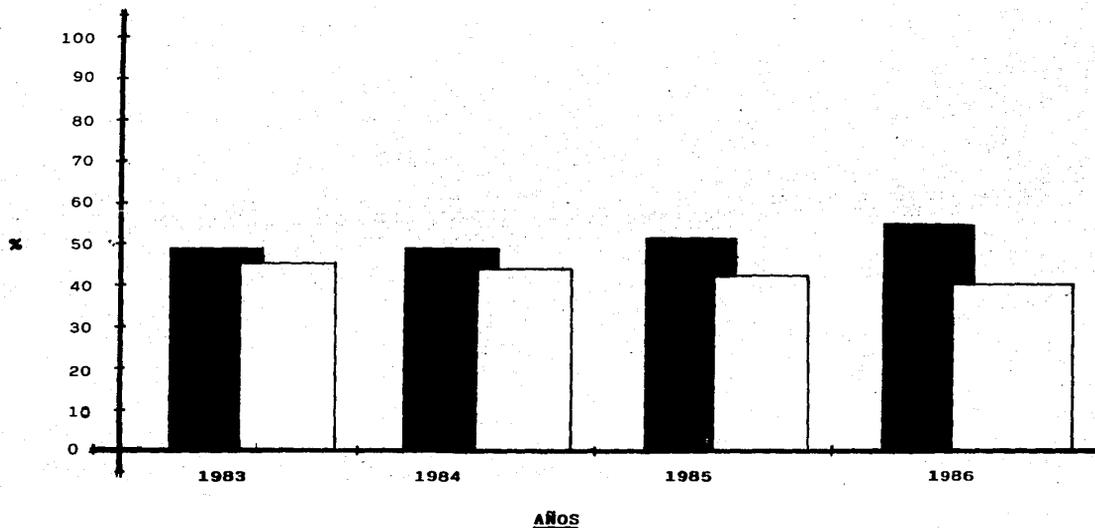
Para poder entender el porque de la insuficiencia del anticipo otorgado por el sector público es necesario estudiar detalladamente lo que dice la Ley de Obras Públicas al respecto. A continuación resumiré los artículos 27 y 43 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas.

#### ARTICULO 27

El otorgamiento de los anticipos para la realización de obras públicas, se deberá pactar en los contratos conforme a las siguientes bases:

- I. Para el inicio de los trabajos, se deberá otorgar hasta un diez por ciento de la asignación aprobada al contrato correspondiente al primer ejercicio.
- II. Además del anticipo anterior, se podrá otorgar hasta un veinte por ciento de la asignación aprobada en el ejercicio de que se trate, para la compra de equipo y materiales de ingtalación permanente, porcentaje que podrá ser mayor cuando por las condiciones de obra se requiera.
- III. En las convocatorias de los concursos se deberá indicar los porcentajes que se otorgarán por concepto de anticipo.

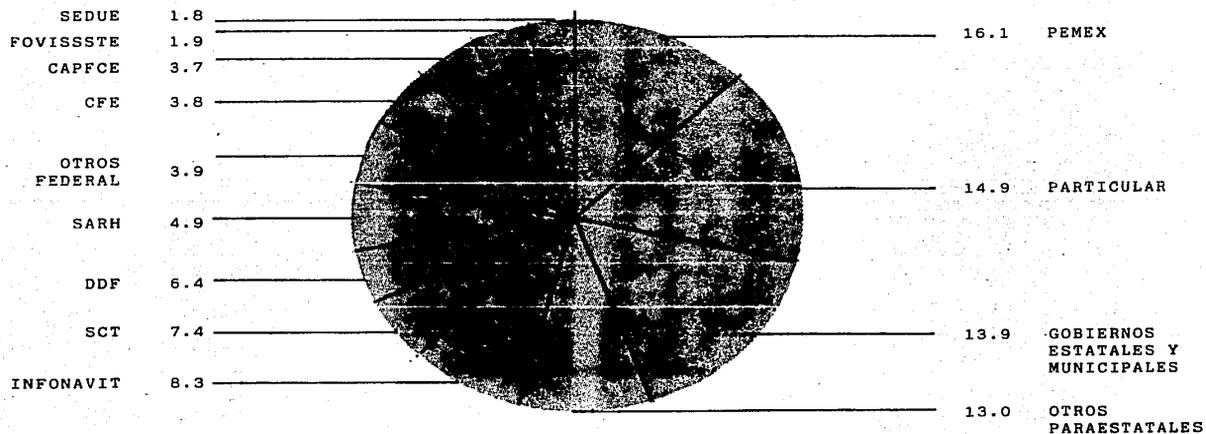
**PRODUCCION BRUTA DE LA CONSTRUCCION POR TIPO DE COMPRADOR  
(PARTICIPACION PORCENTUAL RESPECTO AL TOTAL)**



■ PRIVADA  
□ PUBLICA

FUENTE: SPP - CNIC

**DISTRIBUCION DE LA DEMANDA DE CONSTRUCCION EN 1985 POR TIPO DE SECTOR Y CLIENTE  
(EMPRESAS ASOCIADAS A CNIC)**



FUENTE: CNIC

IV. La amortización del anticipo deberá efectuarse proporcionalmente con cargo a cada estimación presentada.

V. En los supuestos señalados en la fracción II, y para efecto de la aplicación del artículo 46 de la Ley (artículo que habla de los ajustes de precios), el importe del o de los ajustes resultantes deberá afectarse en un porcentaje igual al del anticipo concedido.

#### ARTICULO 43.

La dependencia proveerá lo necesario para que se cubran al contratista:

I. El anticipo dentro de un plazo no mayor de quince días hábiles a partir de la entrega de la fianza;

II. La estimación dentro de un plazo no mayor de treinta días hábiles a partir de haber sido aceptada;

III. El ajuste de costos conforme a las estimaciones correspondientes dentro de un plazo no mayor de treinta días hábiles contados a partir de que la dependencia emita el oficio resolutivo que acuerde el aumento respectivo.

Del artículo 23 se pueden hacer las siguientes observaciones, algunas basadas en lo que dice el artículo 43.

Fracción I y II. Un anticipo del diez por ciento puede resultar muy pequeño, pues no hay que olvidar que éste debe durar como mínimo 2.5 meses. Si tomamos en cuenta que la estimación se realiza cada mes, que tarda cuando menos 8 días en ser autorizada y que a partir de esa fecha se requieren para el pago treinta días hábiles (cuarenta de calendario) resulta que el anticipo no basta para cubrir todos los gastos corrientes de la obra. El anticipo otorgado en la fracción II no debe ser tomado en cuenta al igual que el de la fracción I, ya que se supone que es otorgado para otro tipo de

necesidades como son, a manera de ejemplo la compra inmediata de maquinaria y no para el pago de mano de obra. Otra observación a esta fracción es que especifica que el anticipo se otorgará por el diez por ciento de la asignación correspondiente al primer ejercicio, sobre lo cual podríamos preguntar ¿qué pasa cuando el contrato abarca más de un ejercicio?. Resulta que el anticipo sólo se dará sobre una parte del valor de la obra.

Fracción III. Desde mi punto de vista no hay comentario alguno ya que es un concepto muy claro.

Fracciones III y IV. Estos incisos son los que a mi opinión son más conflictivos y voy a exponer mis razones. Cuando nos encontramos en una economía sana en la que no existe una inflación muy alta, la fracción III del artículo 27 funciona correctamente, ya que el contratista puede ir planeando sus egresos de obra y al mismo tiempo amortizar el anticipo otorgado, paulatinamente estimación por estimación, y aún así seguir teniendo una reserva de este anticipo, que sumado al pago de las estimaciones permite sufragar los gastos sin muchas complicaciones. Pero ¿qué pasa cuando nos encontramos en una economía altamente inflacionaria?. En primer lugar resulta que si el anticipo se calculó para un monto determinado de obra, ahora éste se ve incrementado mes con mes. Se dan casos en que los conceptos que se ejecuten después de seis meses, por ejemplo, tienen incrementos de alrededor del cuarenta o cincuenta por ciento, por lo que el anticipo otorgado ve disminuido drásticamente su poder adquisitivo.

Además resulta que a los ajustes se les deduce el importe del anticipo aún no amortizado. Esto sería correcto si este capital fuera utilizado únicamente para comprar materia-

les al inicio de la obra, pero esto no es así, pues como ya se comentó el anticipo debe servir para sobrellevar los gastos corrientes de la obra, por lo que incluso debería ser objeto de escalación.

Por último, en lo referente a las críticas de estos dos artículos, si bien está claro que los ajustes de precios deben pagarse máximo treinta días después de haber sido emitido el oficio resolutivo, y este ser contestado en un lapso no mayor a veinte días después de aceptar la solicitud de escalación, en ningún punto se aclara cual es el período de tiempo máximo que una dependencia puede tardar en aceptar una reclamación de precios. Esto provoca que haya ocasiones en las cuales debido a limitaciones presupuestales, las entidades gubernamentales pongan una serie de obstáculos antes de aceptar formalmente una solicitud de escalación, por lo que en algunos casos transcurren tres o cuatro meses antes de dar una solución afirmativa a este proceso. Si sumamos el intervalo en que se realiza cada estimación, el tiempo de revisión y aprobación mas el período de aprobación de un ajuste, resulta que para el pago de una escalación, a la que desde luego no se le otorgó ningún anticipo, tendremos que esperar alrededor de cinco meses, durante los cuales el contratista tendrá que financiar la inflación de costos, padeciendo las consecuencias del terrible costo financiero. Precisamente de la gran carga del costo financiero se hablará en el siguiente tema, pero antes me gustaría hacer unas recomendaciones a los artículos 27 y 43 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas.

I. Crear una comisión Sector Público-CNIC que establezca cuál es el monto adecuado de anticipo para cada tipo de obra, dependiendo de sus características y tiempo de pago.

II. En el contrato debe establecerse que el anticipo no será sólo sobre el presupuesto ejercido en el primer ejercicio, sino también sobre los subsecuentes, aunque estos últi-

mos se den con posterioridad.

III. Al aceptarse una escalatoria en los precios, incrementar simultaneamente, en el mismo porcentaje el anticipo aún no amortizado. Dicho incremento se iría cobrando, estimación por estimación del ajuste autorizado.

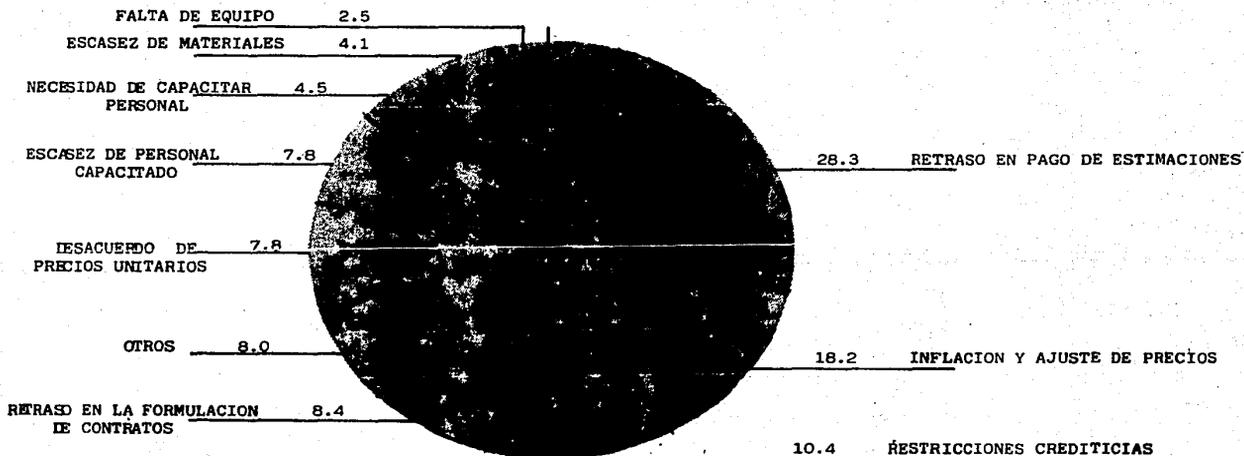
IV. Establecer un período máximo en el que la dependencia deba emitir el oficio resolutivo sobre ajustes de precios (un mes por ejemplo) o en su defecto reconocer y pagar por parte del contratante el costo financiero ocasionado por el retraso de pagos.

Con toda seguridad estas medidas no son las óptimas y además serían inaceptables por parte del sector público, pero mi intención es mostrar algún tipo de acciones que se podrían tomar para evitar la descapitalización de las empresas constructoras.

### *3.2 Financiamiento y Costo Financiero.*

Toda empresa tiene como finalidad satisfacer ciertas necesidades, lo cual requiere para su logro los siguientes elementos: el cliente, los recursos humanos, el capital y la tecnología. La satisfacción de la necesidad del cliente se logra mediante un proceso productivo que se puede dividir de la siguiente manera: mercadotecnia, planeación, presupuestación, programación, compras, control, terminación, publicidad, embarque, distribución, venta y cobro. La mayor parte de los componentes del proceso productivo están totalmente bajo el control de la empresa, por lo que depende de ésta utilizar todas las tecnologías posibles para reducir el tiempo de duración de este proceso ya que de esta velocidad resultará un mayor o menor reciclaje del capital, lo cual, dicho de otra forma, es que si en cada proceso obtenemos una utilidad

## ESTRUCTURA PORCENTUAL DE LA PROBLEMÁTICA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION



FUENTE: CNIC

cuantos más procesos tengamos en un años mayor será la utilidad.

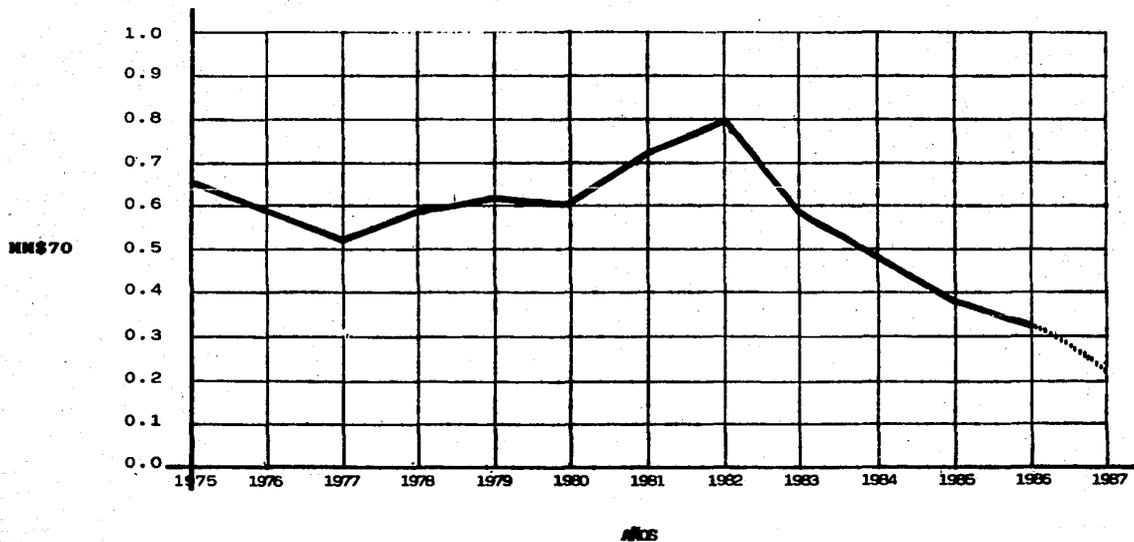
Sin embargo, existen dos componentes en el proceso productivo que no dependen del empresario, y son: venta y cobro, los cuales se toman en cuenta en las fases de planeación y programación, mas cuando su tiempo se incrementa fuera de lo planeado, la empresa recurre al financiamiento interno o externo como única opción para continuar existiendo.

En la Industria de la Construcción el proceso productivo se compone generalmente de los siguientes elementos: planeación, presupuestación, programación, compras, transformación, control, terminación, tramitación y cobro, este último a través de pagos parciales de estimaciones además del anticipo y finiquito. En este caso también existen dos elementos que están fuera del control de la empresa constructora y son: la tramitación y el cobro, los cuales, cuando se prolongan más de lo planeado, ocasionan que la empresa acuda al recurso que representa el crédito. De lo anterior se puede concluir que el recurso económico representa, al igual que los materiales, equipos y mano de obra, un costo que debe ser considerado dentro de la planeación de la obra, y se debe tener siempre en cuenta que el costo del dinero pasivo deberá ser menor al de la rentabilidad activa de la obra que lo requiere si es que no se quiere llegar a la quiebra.

Existen varias fuentes para la obtención de crédito externo como son bancos, financieras y proveedores de materias primas. Además tenemos financiamiento interno que se obtiene a través de los accionistas, el cual en condiciones normales debe tener un costo mayor que el crédito externo.

El retraso en las tramitaciones y cobros, como ya se men

### CAPITAL PROMEDIO REAL POR EMPRESA, ASOCIADA A CNIC



FUENTE: CNIC

cionó anteriormente, ocasiona que la empresa constructora financie constantemente la obra, sin que este financiamiento sea cobrado, lo que trae como consecuencia fuertes pérdidas a los contratistas. A esta situación se le llama el costo financiero.

El costo financiero es un problema importante al que se enfrentan la mayoría de las empresas constructoras, y para su completa solución se requieren modificar una serie de disposiciones legales actualmente en vigor que no se encuentran acordes con la situación económica actual que vive el país.

Por ejemplo en una economía que no vive en crisis y goza de tasas de inflación bajas, de intereses moderados y de expansión anual se podrían tener en cuenta los siguientes aspectos para efectos de presupuesto y planeación de obra (pudiendo variar los porcentajes dependiendo del tipo de obra y empresa que la realiza):

- a). El costo financiero se presenta unicamente al financiar el costo directo de la obra.
- b). El presupuesto se realiza considerando una utilidad bruta de alrededor del 8 al 10% sobre el costo directo de la obra.
- c). El costo final de la obra estará alrededor del ciento treinta y cinco por ciento del costo directo.

Sin embargo, en una economía en crisis como la que actualmente vive el país nos encontramos ante situaciones como las siguientes:

- a). La inflación de 1986 fue mayor al cien por ciento y se espera que en 1987 sea nuevamente de este orden, lo que nos lleva a unas tasas de interés sumamente altas (superiores

al 90%) es decir, el costo del dinero alcanza niveles nunca vistos en México.

b). La recesión ha provocado una sensible disminución en la actividad de toda la Industria de la Construcción. Estas dos situaciones (inflación y recesión) han ocasionado un cambio en la estructuración de presupuestación y planeación de obras ya que en caso de no considerarlas, como ha sucedido en numerosas ocasiones, las utilidades de la empresa se ven afectadas e inclusive se presentan pérdidas económicas, lo cual descapitaliza a las empresas llevándolas a la quiebra.

c). El retraso de pagos, tanto de estimaciones normales como de los ajustes de precios, como ha sucedido en los últimos años, y el aumento del costo del dinero hacen que las empresas sean sumamente vulnerables económicamente, por lo que es necesario que los constructores sean compensados adecuadamente, no solo con escalatorias en el costo directo sino también en los costos indirectos, ya que el porcentaje de financiamiento contemplado en estos últimos se ve incrementado si los pagos se retrasan más de lo calculado.

La compra de maquinaria y equipo es la que normalmente origina el gasto financiero de la empresa, por lo que se puede decir que estos gastos se encuentran dentro de los pasivos a largo plazo; pero el retardo en el pago de estimaciones ocasiona un crecimiento en la deuda a proveedores, perjudicando la liquidez de la empresa y, por consiguiente, la utilidad esperada. Todo esto provoca que la empresa tenga que financiar no sólo el costo directo de la obra, sino también los costos indirectos que se producen durante el desarrollo del proceso constructivo.

Podemos decir entonces que el costo financiero tiene la siguiente expresión:

$$GF = n * i * (CD + CI)$$

en donde:

GF = Costo financiero  
 n = velocidad de pago (meses)  
 i = costo del dinero (% mensual)  
 CD = costo directo  
 CI = costo indirecto

De esta expresión se puede observar que el costo financiero no es únicamente proporcional al costo directo de la obra como hoy día se le maneja en las dependencias públicas. Además es notorio que cuanto menor sea la velocidad de pago mayor será el costo financiero.

A continuación se presentarán dos ejemplos con los cuales podremos observar la diferencia entre el costo financiero considerando un tiempo razonable de pago y el costo financiero tomando en cuenta un retraso en el pago de las estimaciones.

#### EJEMPLO:

Tenemos una obra cuyo presupuesto a mayo de 1987 era el siguiente:

Costo directo	CD = 100%	CD= \$ 275 310 000
Costo indirecto	CI = 25% CD	CI= <u>68 828 500</u>
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>\$ 344 137 500</b>
Utilidad Bruta	UB = 10% CD	UB= <u>27 531 000</u>
<b>PRECIO DE VENTA</b>		<b>\$ 371 668 500</b>

**TABLA 3.2.1**

**EJEMPLO: (continuación). Programa de egresos.**

<b>EGRESOS</b>	<b>M E S</b>						
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Mensual (CD+CI)</b>	15 231	53 740	84 686	51 981	77 591	56 964	3 945
<b>Acumulado</b>	15 231	68 971	153 657	205 638	283 229	340 193	344 138
<b>% mensual</b>	4	16	25	15	23	17	1
<b>% acumulado</b>	4	20	45	60	82	99	100

**(en miles de pesos)**

Primero se estudiará el costo financiero para el caso en que las estimaciones tarden tres meses en ser pagadas y posteriormente para pagos con intervalos de cinco meses.

Para realizar este análisis se considera lo siguiente:

- a). Tasa de interes mensual:  $i = 8\%$  (96% anual).
- b). Para simplificar los cálculos, tanto los egresos como los ingresos están acumulados en un solo monto a final de cada mes.
- c). El anticipo otorgado fué del 10%.
- d). Todos los importes del ejemplo son a pesos constantes.
- e). El costo financiero mensual se obtiene de multiplicar el acumulado del mes (cuando éste sea negativo) por la tasa de interés mensual. Por lo que:

$$G.F. = \sum \text{Acumulados (negativos)} \times 0.08$$

desechándose los meses en que el acumulado sea positivo o igual a cero, ya que esto nos indica que el contratista no esta financiando la obra.

A continuación se presentan los flujos económicos para ambos casos, cuando las estimaciones son pagadas en tres meses en la tabla 3.2.2, y cuando las estimaciones son pagadas en cinco meses en la tabla 3.2.3.

**TABLA 3.2.2**

**EJEMPLO: (continuación). Flujo económico para el caso en que las estimaciones tarden tres meses en ser pagadas.**

	M E S								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Egresos</b>	15 231	53 740	84 686	51 981	77 591	56 964	3 945	0	0
<b>Ingresos</b>	37 167	0	14 805	52 235	82 315	50 526	75 418	55 369	3 834
<b>Saldo</b>	21 936	-53 740	-69 881	254	4 724	-6 438	71 473	55 369	3 834
<b>Saldo acumulado.</b>	21 936	-31 804	-101 685	-101 431	-96 707	-103 145	-31 672	23 697	27 531

(miles de pesos)

**NOTA:** Los ingresos por pago de estimaciones incluyen el 8% de utilidad y se descuentan el 10% de anticipo.

**TABLA 3.2.3**

EJEMPLO: (continuación). Flujo económico para el caso en que las estimaciones tarden cinco meses en ser pagadas.

	M E S										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Egresos	15 231	53 748	84 686	51 981	77 591	56 964	3 945	0	0	0	0
Ingresos	37 167	0	0	0	14 805	52 235	82 315	50 526	75 418	55 369	3 834
Saldo	21 936	-53 740	-84 686	-51 981	-62 786	-4 729	78 370	50 526	75 418	55 369	3 834
Saldo acumulado	21 936	-31 804	-116 490	-168 471	-231 257	-235 986	-157 616	-107 090	-31 672	23 697	27 531

(miles de pesos)

NOTA: Los ingresos por pago de estimaciones incluyen el 8% de utilidad y se descuentan el 10% de anticipo.

De la tabla 3.2.2 se puede obtener que para un tiempo de pago de tres meses

$$\text{Acumulados (negativos)} = \$ 466\ 440\ 000$$

por lo que

$$\text{G.F.} = \$ 466\ 440\ 000 \times 0.08 = \$ 37\ 315\ 520$$

Ahora si dividimos el costo financiero entre el costo directo:

$$\frac{\$ 37\ 315\ 520}{\$ 275\ 310\ 000} = 0.094$$

por lo que finalmente tenemos:

$$\text{G.F.} = 9.94\% \text{ CD}$$

Siguiendo el mismo procedimiento obtenemos que para un intervalo de pago de cinco meses el costo financiero es:

$$\text{Acumulados (negativos)} = \$ 1\ 080\ 386\ 000$$

$$\text{G.F.} = \$ 1\ 080\ 386\ 000 \times 0.08 = \$ 86\ 430\ 880$$

entonces el costo financiero entre costo directo es:

$$\frac{\$ 86\ 430\ 880}{\$ 275\ 310\ 000} = 0.3139$$

Por lo tanto

$$\text{G.F.} = 31.39\% \text{ CD}$$

Como se observa, un retraso de dos meses en el pago de las estimaciones ocasionó que el costo financiero se triplicara con respecto al que se había calculado tomando en cuenta un tiempo normal de pago (refiriéndome a normal como el supuesto por el contratista).

El ejemplo fué desarrollado para el pago de estimaciones, pero hay que hacer notar que en el caso de ajustes de precios existe la misma situación; una variación aritmética en el tiempo de pago nos provoca una variación geométrica en el costo financiero.

Debido a todo lo anterior es necesario que el sector público reconozca el costo financiero generado por el retraso en el pago de estimaciones y ajustes de precios, pues si bien es comprensible que al contratista se le castigue por incumplimiento en el desarrollo de la obra, no es justo que también salga perjudicado por falta de celeridad en los pagos del sector público.

Para lograr lo anterior sería necesario que antes de la firma del contrato, y de acuerdo al programa de construcción se estableciera a mutuo acuerdo el flujo de egresos-ingresos de la obra, de tal manera que si la dependencia no cumple con el programa de pagos, se comprometa a pagar el costo financiero generado por esta situación. Así la situación sería más justa; al contratista se le castiga por retrasos en la ejecución de la obra, y al contratante por falta de pago.

### *3.3 Cargos por Financiamiento.*

A continuación se presenta un modelo para calcular el cargo por financiamiento dependiendo del monto del anticipo,

del intervalo de pago de estimaciones y las tasas de interés.

Para desarrollar este modelo se considera una variación lineal de los egresos. Además utilizando la siguiente nomenclatura:

$VE_n$  = representa el valor de cada estimación  
 $PE_n$  = periodicidad de formulación de estimaciones  
 $TP_n$  = tiempo de pago de estimaciones  
 $VA$  = valor del anticipo  
 $TA$  = tiempo de erogación del anticipo

supondremos que:

$$\begin{aligned}
 VE_1 &= VE_2 = VE_n \\
 TP_1 &= TP_2 = TP_n
 \end{aligned}$$

Con estas bases se elabora la gráfica 3.3.1, en donde tenemos:

$PV$  = Precio de venta  
 $U$  = Utilidad  
 $CV$  = Costo de venta =  $PV - U$   
 $TC$  = Tiempo de construcción  
 $NF$  = Necesidad de financiamiento  
 $TP$  y  $PE$  con el significado anterior

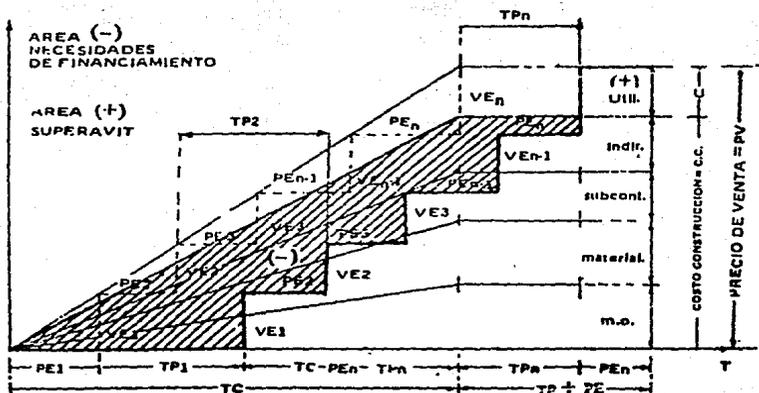
Del análisis de la gráfica Ingresos-Egresos (3.3.1) podemos concluir que si:

$NF$  = Necesidad de Financiamiento  
 $E$  = Egresos  
 $I$  = Ingresos  
 $A$  = Anticipo

entonces:

$$NF = E - I - A$$

GRAFICA 3.3.1



Además utilizando las relaciones geométricas necesarias tenemos que:

$$NF = \left[ \frac{TC \times CV}{2} + CV(TP+PE) \right] - \left[ VE \times PE(1+2+\dots+n) \right] - \left[ VA \times TA \right]$$

En donde se pueden hacer las siguientes simplificaciones.

$$a). VE_1 = VE_2 = \dots = VE_n = \frac{PV}{TC} \times PE$$

$$b). VE \times PE \times \sum_{i=1}^n i = VE \times PE(n) \left[ \frac{n+1}{2} \right]$$

$$c). TA = \frac{VA}{VE} \times PE$$

sustituyendo en NF

$$NF = \left[ \frac{TC \times CV}{2} + CV(TP + PE) \right] - \left[ \frac{PV}{TC} \times PE^2(n) \frac{n+1}{2} \right] - \left[ \frac{VA^2 \times PE \times TC}{PV \times PE} \right]$$

simplificando

$$NF = CV \frac{TC}{2} + TP + PE - \frac{PV \times PE^2}{TC} \frac{n^2+n}{2} - \frac{VA^2 \times TC}{PV}$$

El análisis dimensional nos indica que:

$$NF = \text{millones} \times \text{mes}$$

Finalmente el cargo por financiamiento (CF) tomando en cuenta la tasa de interés mensual existente (i), queda representado por la siguiente expresión:

$$CF = NF \times i$$

## CAPITULO IV

### *NUMEROS INDICE*

#### *4.1 Generalidades.*

Uno de los instrumentos más utilizados en el estudio del incremento de costos en la construcción es el índice de precios, el cual tiene como finalidad proporcionar estadísticamente el incremento de precios que un producto o servicio ha tenido en una fecha determinada, con respecto a otra considerada como base. Se debe tener en cuenta que los índices no forzosamente deben referirse a precios, también podemos utilizarlos en rendimientos, volúmenes, poblaciones, etc. Sin embargo, la finalidad de este trabajo es conocer la variación de precios que sufre la Industria de la Construcción durante períodos inflacionarios, por lo que solo nos referiremos a aquellos índices que indican variaciones en el costo de los procesos constructivos.

Debido a que en la cláusula de ajuste prevista por la Ley de Obras Públicas generalmente los aumentos de costos son manejados como incrementos en el precio de venta de los insumos, es importante conocer los índices de precios para los insumos cuya participación en la obra tienen un reflejo importante en el precio final de ésta. La elaboración de estos índices de precios es sencilla, por lo que cualquier constructor podría realizarlo, sin embargo esto acarrearía un problema muy grande para el contratante, el cual por lo general es el sector público, ya que tendría que revisar en cada obra los índices proporcionados por los constructores.

Para evitar este trabajo excesivo y además unificar cri-

terios, la Ley de Obras Públicas ha estipulado que deben ser utilizados los índices elaborados por la Secretaría de Programación y Presupuesto, o en caso de no existir estos, se podrá recurrir a los editados por el Banco de México, siendo estas dos publicaciones de números índice las únicas aceptadas en las obras gubernamentales. Los de la S.P.P. son los más completos en cuanto a número, estructuración y cobertura geográfica en lo relacionado con la construcción, sin embargo, estos índices adolecen de algunas fallas debido a que no cubren en su totalidad los insumos que comprenden una obra, y además están elaborados por un organismo descentralizado lo que ocasiona algunas veces parcialidad hacia la parte contratante. En vista de esto, la CNIC ha estructurado y publicado índices de costos de los insumos más representativos de la actividad constructora. Sin embargo, el sector público no los acepta, argumentando que son parciales para el constructor. Sería importante llegar a un acuerdo entre el sector privado y el público para evitar desperdicio de tiempo y personal en discutir estos aspectos.

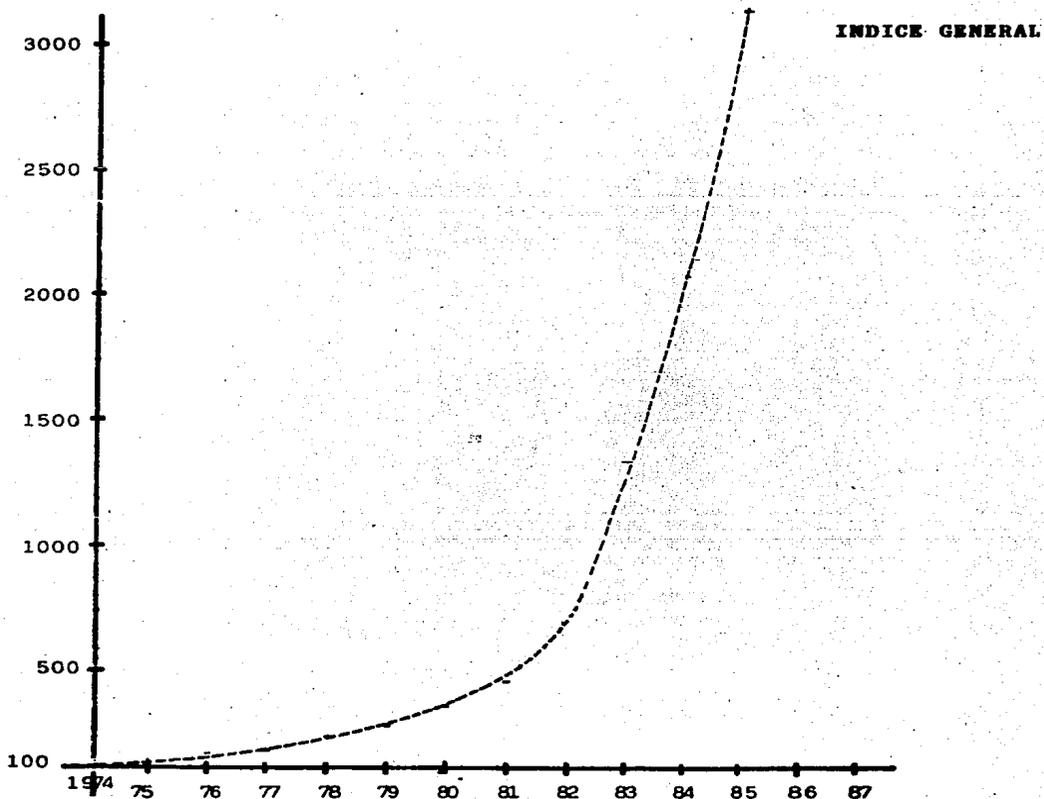
#### *4.2 Definición de Número Índice.*

Se define a un número índice como una medida que indica la variación que a través del tiempo sufre una variable, siempre tomando como base el valor que tenía dicha variable en el momento contra el cual queremos comparar la situación actual.

En otra forma podemos decir que los números índice miden los cambios medios de un fenómeno en el tiempo y en el espacio. Los de tiempo son los que abarcan fluctuaciones de precios por inflaciones y oferta entre otros; los de espacio incluyen factores por zona geográfica, calidad, etc. Los de tiempo son los más utilizados.

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

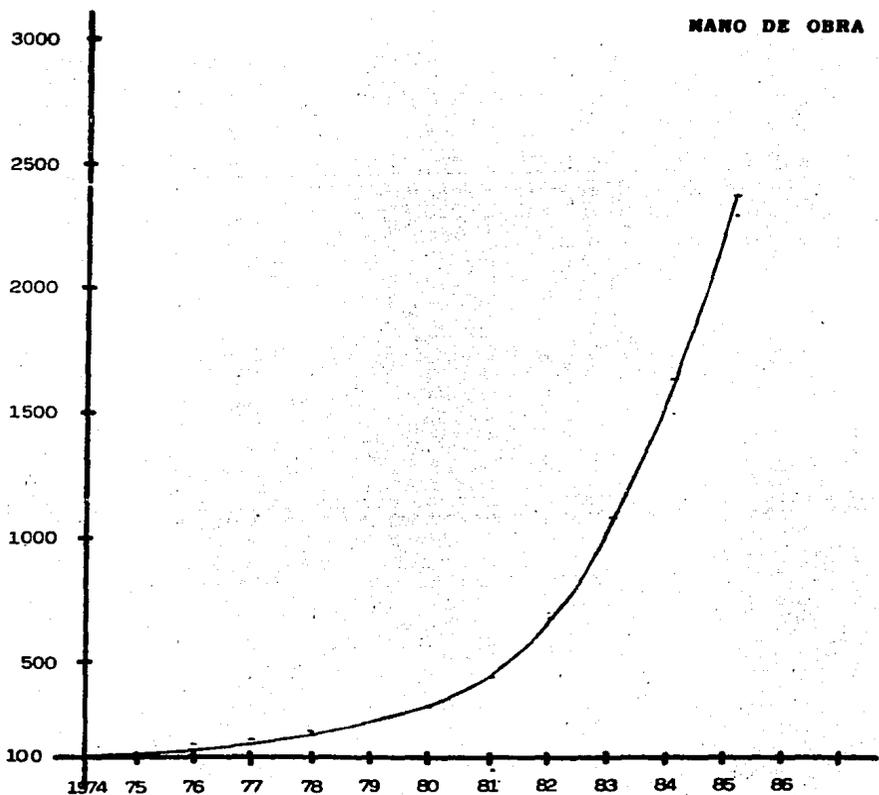
BASE 1974 = 100



FUENTE: B. de M.

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

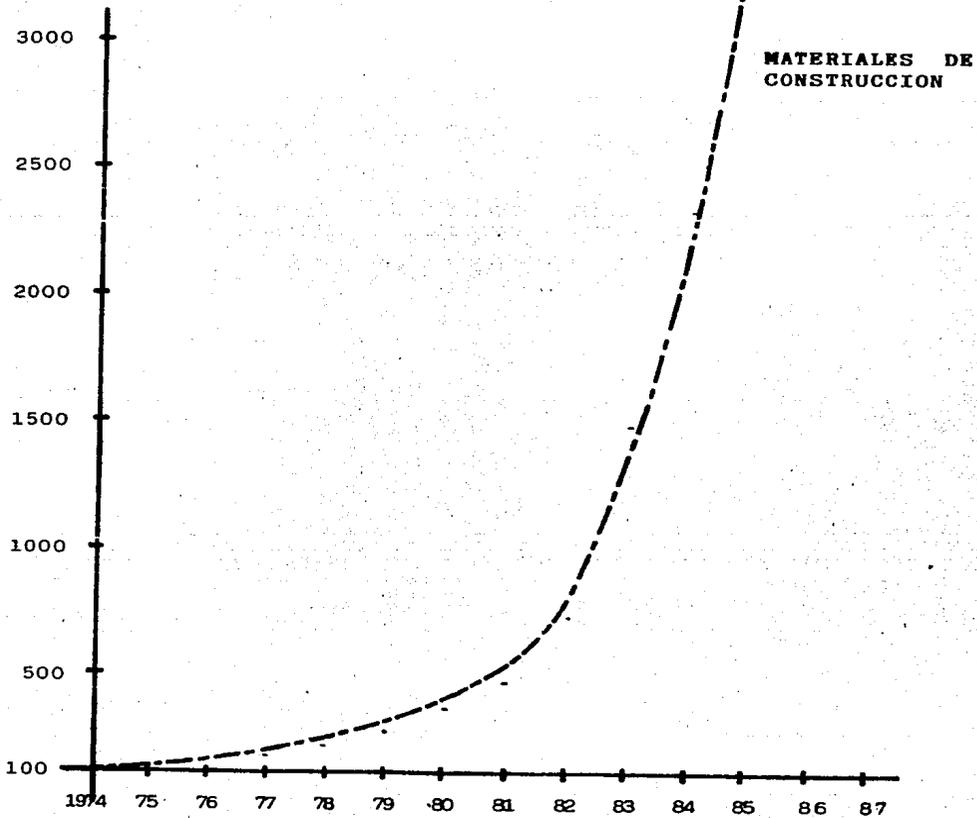
BASE 1974 = 100



FUENTE: S. de H.

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

BASE 1974 = 100



FUENTE: B. de M.

Los números índice que miden fluctuaciones de precios son también llamados índice de costo, y se forman con el cociente del costo de cierto producto en un instante dado entre el costo del mismo producto en otro instante, el cual es considerado como período base o de referencia. O sea:

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

En donde:

$I_c$  = índice de costo expresado en por ciento.

$C_n$  = costo en el periodo de interés.

$C_a$  = costo en el período tomado como base.

A esta expresión le llamamos "Formula de Relativos Simples", y con ella podemos calcular los números índice que se utilizan para conocer la variación de costos tanto en los productos como en los servicios que participan en las diversas etapas que constituyen un proceso productivo.

#### 4.3 Clasificación de números índice.

Por lo general podemos dividir a los números índice en dos grandes grupos que son: los índices de costo simple y los índice de costo agregado o compuesto. A continuación se hará una breve descripción de cada uno:

a). Números índice simples son aquellos que se aplican a grupos genéricos de productos o servicios que presenten características comunes. Por ejemplo, en la construcción podemos tener índices simples para materiales, mano de obra, maquinaria y herramienta, e inclusive se puede ser más específico dividiendo cada uno de los conceptos anteriores en las diversas partes y variedades que lo componen.

b). Números índice de costo agregado o compuesto son los

que se utilizan para conocer la variación de costos global en cierta actividad, es decir, ya no se manejan en forma individual los elementos de esta actividad sino en un conjunto selecto de elementos que sea representativo del total. Se recomienda que el número de elementos sea limitado ya que en ciertas actividades sería un trabajo excesivo considerar todos los componentes que la forman. Además este tipo de índices también es llamado de ponderaciones (pesos) debido a que se toma en cuenta la importancia o influencia que tiene cada elemento en el costo total de la actividad.

Los números índice tanto simples como de costo agregado pueden ser de dos tipos;

I. De base fija, cuando se calculan los números índices de varios años, tomando uno de éstos como base fija de comparación.

II. De base móvil o eslabonados, aquellos que se calculan de modo que cada uno está basado en una comparación con la fecha anterior y no con una base común.

A continuación se presentan dos casos típicos de índices de costos, uno simple y el otro agregado.

TABLA 4.3.1

INDICE DEL SALARIO MINIMO GENERAL  
BASE 1978 = 100

Cuadro 31

MESES	DATOS MENSUALES						PROMEDIOS ACUMULADOS				
	NIVELES DEL INDICE			SALARIO MINIMO GENERAL VIGENTE (1)	VARIACIONES ANUALES (%)		NIVELES DEL INDICE			VARIACIONES ANUALES (%)	
	1985	1986	1987	1987	1986	1987	1985	1986	1987	1986	1987
ENERO	907.2	1424.8	2667.7	2760.83	57.1	87.2	907.2	1424.8	2667.7	57.1	87.2
FEBRERO	907.2	1424.8	2667.7	2760.83	57.1	87.2	907.2	1424.8	2667.7	57.1	87.2
MARZO	907.2	1424.8	2667.7	2760.83	57.1	87.2	907.2	1424.8	2667.7	57.1	87.2
ABRIL	907.2	1424.8			57.1		907.2	1424.8		57.1	
MAYO	907.2	1424.8			57.1		907.2	1424.8		57.1	
JUNIO	1054.0	1782.4			69.1		931.7	1484.4		59.3	
JULIO	1070.3	1782.4			66.5		951.5	1527.0		60.5	
AGOSTO	1070.3	1782.4			66.5		966.3	1558.9		61.3	
SEPTIEMBRE	1070.3	1782.4			66.5		977.9	1583.7		61.9	
OCTUBRE	1070.3	1904.8			78.2		987.1	1616.0		63.7	
NOVIEMBRE	1070.3	2168.1			102.6		994.7	1666.2		67.5	
DICIEMBRE	1070.3	2168.1			102.6		1001.0	1708.1		70.6	

(1) PROMEDIO NACIONAL, PONDERADO CON LA POBLACION ABALARIADA TOTAL DE CADA ZONA SALARIAL, ESTIMADA EN BASE A DATOS CENSALES, EN PESOS DIARIOS. FUENTE: COMISION NACIONAL DE LOS SALARIOS MINIMOS.

TABLA 4.3.2

Ejemplo de índice de costo agregado:

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

base 1974=100

PERIODO	INDICE GENERAL	MATERIALES	MANO DE OBRA
1980	365.0	380.9	332.5
1981	471.0	486.3	440.1
1982	728.9	751.0	684.5
1983	1340.2	1481.1	1066.5
1984	2096.6	2330.4	1645.1
1985	3255.1	3658.2	2479.5
1986	5810.8	6674.0	4159.7
1987 Enero	8795.4	9993.7	6497.3
Febrero	9339.5	10828.3	6497.3

Fuente: Banco de México.

Todos los índices de 1980 a 1986 son promedio de los índices presentados durante todo el año.

El Sistema Nacional del Índice del Costo de Edificación de la Vivienda de Interés Social, recopila durante cada mes 1900 cotizaciones directas en dieciseis ciudades, sobre los precios de 50 materiales de construcción y el costo de 15 des tajos específicos de mano de obra. La fórmula utilizada para la elaboración de estos índices es la de ponderaciones fijas Laspeyres.

#### 4.4 Propiedades de los Números Índice.

Para hacer un uso adecuado de los números índice ya sea en su aplicación directa o en fórmulas es necesario conocer algunas de sus principales propiedades, las cuales se enunciarán a continuación.

Utilizaremos las siguientes variables:  $C_a$ ,  $C_b$ ,  $C_c$ ,...  $C_n$  que representan los costos de determinado producto o servicio en los periodos  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,... $n$  respectivamente.

##### I. Propiedad de identidad

Un índice de costo en un período determinado, cuya base sea el mismo período, será igual a 100.

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

##### II. Propiedad de tiempo inverso.

Cuando el período dado y la base considerada son intercambiados el nuevo índice de costo es el recíproco del índice calculado con el arreglo original.

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

o bien:

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

III. El índice de costo para un período dado con respecto a un período base se puede representar como una serie de relaciones entre un costo y el costo del lapso precedente.

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

en donde  $C_n$  es el período base y  $C_a$  el período dado.

#### 4.5 Bases Generales para el Cálculo de los Números Índice.

A continuación se resumirán los principales pasos a seguir para la elaboración de un número índice.

a). Selección de datos.- Es uno de los problemas fundamentales debido a que la lista de artículos debe ser representativa del campo propósito de nuestro estudio. El propósito de los números índice es comparar precios y cantidades de artículos y servicios de muy diversas características, entendiéndose por esto la amplitud de su aplicación y no podemos comparar diferentes elementos entre sí. Es casi imposible establecer cantidades adecuadas de elementos como para decir que se elaboró un índice correctamente, sin embargo sí se pueden dar algunas directrices que todos los conjuntos deben cumplir para elaborar un índice en forma adecuada y estas son las siguientes:

I. La cantidad de elementos tomados debe ser tal que se pueda decir que la muestra es representativa del conjunto en estudio, pero además estos elementos deben ser los más representativos ya que una muestra pequeña puede ser igualmente buena e inclusive mejor a una grande si la selección se ha hecho de manera escrupulosa.

II. Los artículos en períodos consecutivos deben ser de la misma clase y calidad pues una variación podría reflejar no un cambio de precios, sino un cambio de calidad, lo cual conduciría a fuertes errores.

III. Para elaborar un número índice de costo agregado en un

período dado es necesario que tomemos para todos los productos el mismo período base.

b). Período base.- Este servirá como término de comparación, por lo que este intervalo (1 semana, mes, año, etc.) debe registrar un sistema de precios estable o normal, sin muchas fluctuaciones.

Si durante este lapso los precios fueron bajos, al hacer la comparación, los demás precios parecerán muy altos. Si por el contrario, los precios fueron altos, al depender de ellos las siguientes relaciones, parecerán bajos.

Los precios correspondientes a este período base tendrán un valor de 100%, y a partir de éste se realizarán las comparaciones, las cuales reflejarán un incremento o disminución en el valor del índice.

No es conveniente que el período base sea muy lejano, por lo que es necesario que después de cierto tiempo sea actualizado.

c). Precios de los artículos.- Esta es una de las tareas más difíciles según varios economistas. Por lo general elegir el precio de un determinado producto se hace un promedio aritmético de las distintas cotizaciones para un mismo artículo; eliminando el precio más alto y el más bajo. En todos los períodos se cotizan las mismas cantidades para que los precios no se vean afectados por descuentos debidos a cantidades de compra o facilidad de adquisición. Estas cantidades de artículos cotizados no forzosamente deben ser las mismas que después se utilizarán en las fórmulas de cálculo, ya que éstas últimas pueden ser cantidades específicas para dar importancia a tal o cual producto.

d). Sistema de ponderación.- Es decir el peso se dará a

cada uno de los artículos y al año que se tome como base. Existen dos tipos:

I. Ponderaciones de bases fijas. Se presentan cuando se utilizan datos que no varían a través del tiempo.

II. Ponderaciones con bases variables. Se presentan cuando se modifica en cada período de observaciones, esto es, que la importancia de cada elemento varía según la producción, venta, distribución, etc.

e). Elección de la fórmula.- Las fórmulas a usar son la de Laspeyres, Paasche, Fisher y Ponderaciones Fijas, variando entre sí muy poco los resultados obtenidos con ellas. A continuación se explicará la mecánica de cada una, aunque conviene hacer una observación: la de ponderaciones fijas es del tipo de Laspeyres, ya que en esencia es la misma, pues promedia el cambio de precios de cantidades fijas de artículos específicos y difiere en que se toma como referencia las cantidades de un período fijo y no las del período base.

#### I. FORMULA DE LASPEYRES

Esta fórmula promedia el cambio en los precios de cantidades fijas en artículos específicos. Las cantidades fijas corresponden al período base, o sea, las ponderaciones son del período base.

$$I = \frac{\sum P_1 q_0}{\sum P_0 q_0}$$

en donde:

$\sum P_1 q_0$  = suma del producto de los precios de los insumos en el período en estudio por las cantidades de los insumos en el año base.

$\sum P_0 q_0$  = suma del producto de los precios de los insumos en período base por las cantidades de los insumos en el año base.

## II. FORMULA DE PAASCHE

Esta fórmula promedia el cambio en los precios de cantidades cambiantes de artículos. Las cantidades cambian cada período, pues son siempre utilizadas las del período actual, o sea las ponderaciones son actuales.

$$I = \frac{\sum P_1 q_1}{\sum P_0 q_1}$$

en donde:

$\sum P_0 q_1$  = suma del producto de los precios de los insumos en el período base por las cantidades de insumos en el período en estudio.

## III. FORMULA DE FISHER

Esta fórmula es un promedio geométrico de las fórmulas de Laspeyres y de Paasche; por lo tanto, las cantidades del período base como las del actual son utilizadas como ponderaciones.

$$I = \sqrt{\frac{\sum P_1 q_0}{\sum P_0 q_0} \times \frac{\sum P_1 q_1}{\sum P_0 q_1}}$$

## IV. FORMULA DE PONDERACION FIJA

Al igual que la de Laspeyres, esta fórmula tiene por objetivo promediar el cambio existente en los precios de cantidades fijas de artículos específicos. La fórmula de ponderación fija se le puede diferenciar de aquella porque las cantidades son establecidas en un período fijo que no es el base.

$$I = \frac{\sum P_1 q_a}{\sum P_0 q_a}$$

en donde:

$\Sigma P_1 q_a$  = suma del producto de los precios de los insumos en el período de estudio por las cantidades de los insumos en el año tomado como fijo.

$\Sigma P_0 q_a$  = suma del producto de los precios de los insumos en el período base por las cantidades de los insumos en el año tomado como fijo.

#### V. INDICE DE COSTO AGREGADO

Los índices que hemos definido anteriormente se han enfocado sólo a productos aislados, pero se hace evidente la necesidad de manejar un índice general para un tipo de obra específico. Este índice se llama de costo agregado y se define como el cociente de los valores de sus insumos o elementos.

Como se puede observar, este índice es la sumatoria de los distintos índices de materiales calculados con anterioridad en una obra, de aquí que la fórmula que se utiliza es la de Laspeyres debido a que no tiene porque haber cambios en las cantidades de obra. Este índice también puede ser calculado para una obra que nos sirva como modelo de otras, es decir, cuando encontramos una serie de construcciones que tienen las mismas características se puede obtener un modelo general (volumenes y precios) que pueda ser utilizado en todas ellas.

La fórmula del índice de costo agregado para una obra es la siguiente:

$$I = \frac{\Sigma C_n q_a}{\Sigma C_a q_a} \times 100$$

en donde:

$C_n$  = costos de los materiales, mano de obra y maquinaria vistos como elementos independientes para el periodo en estudio.

$C_a$  = costo de los insumos y mano de obra en el periodo considerado como base.

$q_a$  = volúmenes que se consumen en obra de los elementos anteriormente mencionados, los cuales, como se puede observar, son constantes en los dos periodos con siderados.

A continuación se presenta un ejemplo en el cual se podrán observar las variaciones que sufren los índices al ser calculados con las distintas fórmulas.

**TABLA 4.5.1**

EJEMPLO: Cálculo del índice compuesto de precios de cuatro materiales entre septiembre de 1986 y enero de 1987, utilizando las fórmulas de Laspeyres, Paasche, Fisher y la de Ponderaciones Fijas.

**CUADRO DE DATOS:**

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD			COSTOS	
		SEP. 86	ENE. 87	X	SEP. 86	ENE. 87
		$q_0$	$q_1$	$q_a$	$P_0$	$P_1$
<i>Varilla corrugada 3/8"</i>	TON	22.0	18.0	20.0	213 500.00	293 000.00
<i>Arena</i>	M <sup>3</sup>	263.0	325.0	294.0	3 565.00	6 000.00
<i>Cemento Gris</i>	TON	110.0	146.0	128.0	36 000.00	52 000.00
<i>Block de Concreto 15x20x40</i>	MILL	57.0	39.0	46.0	220 000.00	330 000.00

**TABLA 4.5.2**

**TABLA DE FACTORES**

	$P_{1q_0}$	$P_{0q_0}$	$P_{1q_1}$	$P_{0q_1}$	$P_{1q_a}$	$P_{0q_a}$
<i>Varilla Corrugada 3/8"</i>	6 446 000	4 697 000	5 274 000	3 843 000	5 860 000	4 270 000
<i>Arena</i>	1 578 000	937 000	1 950 000	1 158 625	1 764 000	1 048 110
<i>Cemento Gris</i>	5 720 000	3 960 000	7 592 000	5 256 000	6 656 000	4 608 000
<i>Block de Concreto 15x20x40</i>	18 810 000	12 540 000	12 870 000	8 580 000	15 840 000	10 560 000
<b>T O T A L</b>	<b>32 554 000</b>	<b>22 134 595</b>	<b>27 686 000</b>	<b>18 637 625</b>	<b>30 120 000</b>	<b>20 486 110</b>

EJEMPLO (continuación).

**CALCULO DE LOS DIVERSOS INDICES**

base sep. 86 = 100

actual ene. 87 = I

a) Laspeyres

$$I = \frac{32\ 554\ 000}{22\ 134\ 595} \times 100 \qquad I = 147.07$$

b) Paasche

$$I = \frac{27\ 686\ 000}{18\ 837\ 625} \times 100 \qquad I = 146.97$$

c) Fishcer

$$I = \sqrt{147.07 \times 146.97} \qquad I = 147.02$$

d) Ponderaciones Fijas

$$I = \frac{30\ 120\ 000}{20\ 486\ 110} \times 100 \qquad I = 147.03$$

#### 4.6 Elección del Tipo de Fórmula más Adecuada.

Por las características que presenta la Industria de la Construcción, es necesario utilizar una fórmula que tome en cuenta, además de los precios relativos, las cantidades ponderadas de insumos considerados para el cálculo del índice.

Considerando lo anterior se puede observar que no es conveniente utilizar la fórmula simple o de relativos simples de números índice:

$$I = \frac{P_1}{P_0}$$

Afirmamos lo anterior ya que no considera ninguna cantidad de artículos, por lo que no es posible realizar un tipo de ponderación entre los elementos que pueden formar un presupuesto de obra.

Debido a lo anterior es necesario utilizar alguna de las fórmulas del método de agregación ponderada (Laspeyres, Paasche, Fisher o Ponderaciones Fijas). Esto, porque todas, como su nombre lo dice, consideran el "peso" de los diversos artículos que las forman.

En primer lugar analizaremos la fórmula de Paasche, la cual está formada por precios relativos y la cantidad de artículos que rige es la actual. Esta característica obliga a que cada vez que queramos calcular un índice, aunque tengamos el mismo año base, tendremos que cambiar tres factores que son el precio actual y la cantidad de artículos tanto en la base como en el factor actual, lo que trae como consecuencia que el cálculo sea lento y más costoso por ser necesario in-

vertir más horas hombre.

La fórmula de Fisher resulta ser un índice muy exacto debido a que combina el índice de Laspeyres y el de Paasche. Sin embargo, si se dijo que la fórmula de Paasche no era muy conveniente debido a la lentitud de cálculo, la de Fisher resulta ser mucho más lenta y complicada ya que en realidad se puede decir que son tres fórmulas combinadas. En definitiva, este índice solo se recomienda en situaciones muy especiales en las que tengamos que manejar pocos insumos y se requiera mucha exactitud.

El índice calculado mediante la fórmula de Laspeyres es conocido como el del "año base", ya que para su cálculo utilizamos el relativo simple y una cantidad de artículos constante, siendo estos últimos siempre la cantidad de artículos del período base. Esta última característica es muy importante en la Industria de la Construcción debido a que en este sector por lo regular se considera como período base la fecha en que se elaboró el presupuesto, en el cual son bien conocidas las cantidades. Por esta razón al momento de querer elaborar un índice por medio de la fórmula de Laspeyres el único dato que desconoceríamos es el precio actual del insumo, lo que se investiga como ya se ha comentado.

Sin embargo este índice presenta algunos inconvenientes, como es el de que al transcurrir el tiempo varían las relaciones porcentuales de cómo los materiales, mano de obra y maquinaria influyen en el costo de las obras. Ello debido a la disparidad entre el aumento de precios de estos insumos. Esto ocasiona que en un método de ponderaciones, como es el que estamos manejando, existan algunos errores. Lo anterior puede corregirse siguiendo algunas recomendaciones como las que

siguen:

a). Modificar la base del índice cuando se considere que ya no representa adecuadamente la realidad. Esto puede suceder cada 3 ó 5 años, dependiendo de la inflación que se maneje, pues a menor inflación mayor tiempo de vigencia de la base.

b). Otro elemento que puede perjudicar la validez de la base considerada son los aumentos o disminuciones en la productividad de la mano de obra, por lo que cuando se observe una variación grande en este rubro también será necesario ajustar la base de índice para que siga representando adecuadamente el "peso" de cada concepto dentro del total en estudio.

Por último tenemos la fórmula de Ponderaciones Fijas, la cual es muy semejante a la de Laspeyres por utilizar una cantidad de artículos constante. Sin embargo, esta cantidad es la de un período cualquiera, lo cual podría indicar que es tomada en una forma arbitraria. Salvo esa consideración, ofrece las mismas ventajas y desventajas que el índice de Laspeyres.

De todo lo anterior podemos concluir que la fórmula más adecuada por su sencillez y exactitud para la Industria de la Construcción es la de Laspeyres.

#### 4.7 Fuentes de Información.

En nuestro país tres son los organismos que mensualmente publican índices de costos relacionados con la construcción:

a). Secretaría de Programación y Presupuesto. Esta depen

dencia federal, a través de la Dirección General de Normas sobre Adquisiciones, Almacenes y Obras Públicas, publica índices de costos simples, en los cuales se incluyen materiales y equipos para diecinueve localidades de nuestro país.

b). Banco de México. Mensualmente se publica en el Diario Oficial el Índice del Costo de Edificación de la Vivienda de Interés Social, el cual es referido a dieciseis ciudades del país, además del nacional. Estos índices recopilan información de 1368 materiales de construcción y 506 conceptos de mano de obra, en 34 y 15 grupos respectivamente.

c). Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. La CNIC publica mensualmente en la "Revista Mexicana de la Construcción" los insumos más importantes en la actividad constructora.

A continuación se presentan algunos ejemplos de los índices de precios editados por estas entidades.

EJEMPLO

INDICES

SECRETARIA DE PROGRAMACION  
Y PRESUPUESTO

**VARIACION RELATIVA DE PRECIOS DE MATERIALES**

FUENTE: ENCUESTAS DIRECTAS	NIVEL: DISTRIBUIDOR	AÑO: 1987	LOCALIDAD: HERNANDEZ, SÓN.
C O N C E P T O	MARZO	ABRIL	PORCENTAJE INCREMENTO
ACERO DE REFUERZO ALTA RESISTENCIA, DEL No. 3 AL 10	718.8	722.6	1.5
ACERO ESTRUCTURAL PLACA, GRADO A-36	482.6	497.7	3.0
ACETILENO			
ALAMBRE RECOCIDO DEL No. 18	724.5	769.4	6.2
ALAMBRO DE 6.3 MM. (1/4 PULG.) DE DIAMETRO	992.4	1055.9	6.4
ARENA	508.7	508.7	
AZULEJO LISO BLANCO DE 11 X 11 CM.	1138.5	1141.3	.2
BLOCK DE CONCRETO HUECO TIPO INTERMEDIO DE 15X20X40 CM.	620.3	620.3	
BLOCK DE CONCRETO HUECO TIPO PESADO DE 15X20X40 CM.			
CAL HIDRATADA	924.5	957.8	3.6
CEMENTO PORTLAND TIPO I	922.4	939.5	1.8
CLAVO DE 2.5 PULGADAS	832.2	926.2	10.5
CONCRETO PREMEZCLADO DE P'C=200 KG/CM2 R.N. TMA=20 MM.	800.7	800.7	
CONCRETO PREMEZCLADO DE P'C=250 KG/CM2 R.N. TMA=40 MM.	908.0	908.0	
CONCRETO PREMEZCLADO DE P'C=200 KG/CM2 R.R. TMA=20 MM.	231.5	231.5	
CONDUCTOR ALAMBRE DE COBRE TW CAL. 10 AWG.	705.2	782.8	11.0
CONDUCTOR ALAMBRE DE COBRE TW CAL. 12 AWG.	981.7	1089.7	11.0
CONDUCTOR CABLE DE COBRE TW CAL. 8 AWG.	811.5	876.4	8.0
CONDUCTOR CABLE DE COBRE TW CAL. 10 AWG.	583.6	627.4	7.5
CONDUCTOR CABLE DE COBRE TW CAL. 12 AWG.	726.8	781.3	7.5
CONDUCTOR CABLE DE COBRE THW CAL. 8 AWG.	632.4	693.7	9.6
CORDON DETONANTE ECONOMICO (ECORD)	416.2	710.9	15.0
CORDON DETONANTE REFORZADO (PRIMACORD)	894.6	1028.8	15.0
CRISTAL FLOTADO DE 5MM. COLOCADO	327.2	355.7	4.5
DINAMITA GELATINA AL 40%			
DINAMITA GELATINA AL 60%			
ESTOPINES MS DE 3 MTS.	220.8		
ESTOPINES MS DE 5 MTS.	935.7	982.5	5.0
FERRO ESTRUCTURAL ANGULO Y SOLERA			

EJEMPLO

INDICES

BANCO DE MEXICO

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

Base 1974 = 100

CUADRO III-17

PERIODO	INDICE GENERAL	MATERIALES DE CONSTRUCCION						Pintura	Fijos y recubrimientos	Varios
		General	Albaneria	Herreria	Carpinteria	Instalación hidráulica sanitaria	Instalación eléctrica			
1973	78.3	78.8	74.1	82.4	77.1	78.0	89.5	78.4	87.6	85.5
1974	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1975	115.6	116.8	111.8	120.4	111.9	117.0	122.2	117.7	112.9	124.8
1976	144.6	144.2	134.9	170.9	138.4	150.7	154.7	143.9	146.0	185.9
1977	190.1	186.5	171.3	230.8	184.4	208.0	210.2	170.7	205.2	286.7
1978	226.3	223.7	212.8	273.8	215.8	243.8	244.7	212.4	239.5	329.9
1979	282.7	286.2	286.8	345.1	279.0	299.8	319.2	277.2	277.7	420.1
1980	365.0	380.9	395.3	437.8	374.5	389.7	384.9	394.5	358.8	526.1
1981	471.0	486.3	513.9	518.4	468.7	495.1	442.2	503.3	441.7	644.3
1982	728.9	751.0	775.4	802.9	692.3	798.5	676.3	948.2	654.4	949.8
1983	1340.2	1481.7	1438.1	1859.0	1394.2	1839.0	1531.0	1722.2	1501.2	1995.0
1984	2096.6	2330.4	2271.5	2885.6	2161.0	2514.0	2288.2	2518.4	2387.2	2981.5
1985	3255.1	3658.2	3683.9	4308.9	3512.3	3906.3	3396.6	4516.7	3548.8	4417.9
1986	5610.8	6474.0	6968.7	7935.4	5260.1	6817.5	6722.7	8774.0	6029.2	8081.4
1985 Enero	2 691.5	2 925.6	2 881.7	3 581.4	2 724.1	3 082.0	2 657.3	3 142.8	2 835.2	2 999.5
Febrero	2 808.7	3 100.9	3 135.4	3 858.2	2 811.1	3 189.4	2 713.0	3 368.2	3 091.9	3 070.7
Marzo	8 868.4	3 192.4	3 210.2	3 771.6	2 932.0	3 371.6	2 795.1	3 890.1	3 124.7	3 228.8
Abril	2 832.3	3 290.5	3 339.2	3 854.2	3 024.3	3 466.7	2 883.8	3 891.4	3 173.6	3 143.7
Mayo	3 033.3	3 431.1	3 474.2	4 108.0	3 375.5	3 554.8	3 120.4	4 118.4	3 320.0	3 224.0
Junio	3 207.7	3 524.3	3 539.4	4 141.5	3 556.7	3 720.9	3 288.2	4 412.4	3 420.9	3 247.0
Julio	2 622.9	3 614.4	3 624.2	4 189.5	3 740.5	3 831.9	3 472.0	4 527.2	3 432.1	3 378.8
Agosto	4 411.6	3 853.3	3 927.8	4 297.8	3 887.8	4 100.7	3 603.8	4 871.9	3 567.1	3 533.7
Septiembre	3 523.6	3 976.6	4 033.7	4 494.7	3 897.3	4 293.8	3 743.9	4 996.5	3 852.1	3 832.1
Octubre	3 806.2	4 101.7	4 105.0	4 768.4	3 974.5	4 542.5	3 884.7	5 129.1	3 502.2	3 789.7
Noviembre	3 758.5	4 333.7	4 334.5	5 326.2	4 031.2	4 750.5	4 212.1	5 070.9	4 332.1	3 885.5
Diciembre	3 906.2	4 554.4	4 601.4	5 489.2	4 182.7	4 819.0	4 405.2	6 381.6	4 525.2	3 984.9
1986 Enero	4 376.5	4 868.4	4 975.1	5 739.0	4 425.9	5 088.1	4 625.0	6 748.8	4 559.5	3 043.9
Febrero	4 563.2	5 139.6	5 238.5	6 113.9	4 597.2	5 273.7	4 827.5	7 150.8	4 733.7	4 850.1
Marzo	4 797.7	5 485.9	5 750.7	6 782.6	4 846.2	5 446.9	4 984.2	7 245.5	4 829.0	5 027.8
Abril	4 938.3	5 701.6	5 854.5	6 894.8	4 670.2	5 378.3	5 357.0	7 552.9	5 219.4	5 338.6
Mayo	5 060.6	6 809.1	6 049.6	7 198.5	4 864.4	5 960.0	5 600.6	7 735.4	5 567.7	5 649.6
Junio	5 774.6	6 514.3	6 949.9	7 776.7	5 103.3	6 388.9	6 299.0	8 684.3	5 781.9	5 860.8
Julio	5 907.1	6 717.6	7 132.3	7 984.8	5 163.0	6 675.4	6 810.4	9 089.4	5 971.8	5 996.7
Agosto	6 104.5	7 020.3	7 422.0	8 619.0	5 278.9	7 097.6	6 947.1	9 344.5	6 346.2	6 074.7
Septiembre	6 328.2	7 360.2	7 583.8	8 825.8	5 520.6	7 493.6	7 494.1	9 647.2	6 491.3	7 179.7
Octubre	6 808.8	7 840.6	8 352.4	9 269.0	6 070.1	8 188.0	8 216.6	10 360.3	6 789.7	7 340.7
Noviembre	7 394.0	8 506.0	8 920.2	9 877.1	6 178.7	8 985.4	9 288.5	10 774.7	7 754.5	7 438.4
Diciembre	7 679.9	8 944.8	9 315.4	10 103.9	6 953.8	9 535.4	10 241.0	10 973.9	8 309.9	8 687.4
1987 Enero	8 795.4	9 993.7	10 192.9	10 945.3	7 819.8	10 365.1	11 073.4	13 172.3	9 999.9	8 977.5
Febrero	9 339.5	10 828.3	11 026.0	11 686.8	9 717.4	11 132.0	13 186.3	13 554.8	10 502.8	9 570.5

\* El Sistema Nacional del Índice del Costo de Edificación de la Vivienda de Interés Social, nacpó durante cada mes 1 800 cotizaciones dadas en dieciocho ciudades, sobre los precios de 80 materiales de construcción y el costo de 18 elementos de mano de obra, específicos. Los promedios de dichas cotizaciones dan lugar a los índices de 49 conceptos genéricos (34 de materiales de construcción y 15 de mano de obra), que forman la base 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 en mano de obra, para la construcción de una vivienda de interés social media en 1974. La fórmula utilizada para la elaboración de estos índices es la de ponderaciones Pige Lemaire.

EJEMPLO

INDICES

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA  
DE LA CONSTRUCCION

# Relativos de Precios de Insumos de la Construcción

LOCALIDAD: MEXICO, D.F.

VIGENCIA BASE ENE/80 = 100

DESCRIPCION	FEB86	AGO86	SEP86	OCT86	NOV86	DIC86	ENE87	FEB87	FEB87/ FEB86	FEB87/ AGO86	FEB87/ ENE87
<b>ACEROS Y FIERRO FUNDIDO</b>											
Acero estructural (canal o viga) 8"	1772	2370	2611	2648	3041	3451	3536	3634	106.0 %	63.3 %	2.7 %
Alambra recocido cal. 16	1806	2093	2138	2349	2349	2963	2687	2974	67.2 %	42.0 %	10.6 %
Alambra de 1/4" (6.4mm)	1444	2170	2170	2419	2419	2722	2739	2987	106.8 %	37.6 %	6.0 %
Cable de 2" ø 6"	1662	2192	2685	3036	3036	3036	3336	3662	120.3 %	67.0 %	13.0 %
Coladera helvex Mod. 262 H.	1866	1869	1921	1921	2322	2472	2603	2656	62.9 %	52.9 %	8.7 %
Coladera pluvial para banquetas std.	1825	2281	2281	2281	2281	2281	2654	2654	66.3 %	26.1 %	0.0 %
Contramarco de L= 1.8m sencilo centrado 15cm (6")	1406	2035	2035	2035	2035	2035	2509	2509	78.1 %	23.2 %	0.0 %
<b>Extremidad de 6" (15cm)</b>											
Clase A5 Mexa (Pza. Esp.)	1954	2465	2465	2465	2465	2465	3065	3065	57.6 %	26.1 %	0.0 %
Junta gibusat de 6" Clase A5	2004	2594	2594	2594	2594	2594	3250	3250	62.1 %	28.2 %	0.0 %
Malla Galv-10/10	1560	2447	2509	3485	3679	4065	4058	4058	152.0 %	67.0 %	0.0 %
Marco c/rosca tipo SAFH 50x50cm 15cm (6")	1952	2198	2198	2198	2198	2198	2549	2549	30.6 %	16.9 %	0.0 %
Perfil tubular lamina calibre 18 (sin pintar)	1112	1313	1364	1537	1749	2004	2113	2407	118.4 %	63.3 %	13.8 %
Resista para piso file de 4x45cm	1772	2769	2769	2769	2769	2769	2993	2993	66.9 %	7.3 %	0.0 %
Soldadura 70/18 de 3.17mm (1/8")	1263	1691	1691	1724	1724	2037	2037	2352	66.2 %	39.0 %	15.4 %
Soldadura E 6010 de 1/8"	1280	1700	1700	1783	1783	2234	2234	2534	66.4 %	49.0 %	13.4 %
Tubo de acero cad. 40 15cm (6") c/costura	1878	2302	2505	2555	2655	2856	2856	3711	136.1 %	61.2 %	29.9 %
Tubo de acero negro C 40 13mm (1 1/2") c/cos. 7.6m	1867	2800	3063	3280	3393	3747	3747	4717	139.8 %	62.6 %	25.6 %
Tubo lo.fo. 6m 10.4cm (4") c/costura 1.5cm	1129	1814	1814	2006	2150	2228	2430	2805	149.1 %	64.8 %	15.0 %
Tubo galvanizado C 40 c/rosca 13mm (1 1/2") 7.6.4m	1910	2613	2613	3161	3161	3401	3401	4260	123.0 %	63.0 %	26.2 %
Tubo de acero negro C 40 13mm (1 1/2") c/cos. 7.6m	1867	2800	3063	3280	3393	3747	3747	4717	139.8 %	62.6 %	25.6 %
Varilla (acero de refuerzo) de 3/8"	1139	1521	1584	1807	1807	1866	1869	2401	110.7 %	67.8 %	21.9 %
Varilla de alta resistencia grado 6000 de 3/8"	1173	1686	1728	1964	1965	2203	2304	2304	96.4 %	39.2 %	0.0 %
<b>ALUMINIOS</b>											
Lamina de aluminio	2314	3491	3491	3617	3617	3617	4051	4051	75.0 %	16.0 %	0.0 %
Puff de aluminio	2179	3102	3102	3661	3661	3661	4324	4324	96.4 %	39.3 %	0.0 %
<b>ARCILLOSOS</b>											
Tabique perforado vertical 6x10x20cm	2286	2786	3063	3093	3093	3213	3949	3949	71.8 %	41.7 %	0.0 %
Tabique rojo recocido 7x14x28cm	1253	1450	1456	1825	1592	1592	1906	1906	52.1 %	31.4 %	0.0 %
<b>CEMENTADOS</b>											
Block de concreto tipo pasado 15x20x40cm	1896	2509	2609	2809	3631	3531	3667	3850	103.9 %	37.0 %	7.9 %
Cemento Tipo I	1687	2177	2177	2177	2615	2615	3106	3179	88.1 %	45.7 %	2.0 %
<b>Concreto premezclado fc=200 19mm (3/4") Rv=10</b>											
Lamina de asbesto tipo rural 0.60x2.54 m	1894	2055	2055	3819	3819	4392	4392	5136	117.2 %	68.1 %	16.9 %
Losa prefabricada L 4m cv=350kg/m <sup>2</sup> Area 500 m <sup>2</sup>	1875	3428	3428	3584	4080	4080	4906	4906	161.6 %	43.1 %	20.2 %
Losa alporax 10cm 100 kg/m <sup>2</sup> L=3m	1395	2361	2361	2506	3054	3054	3167	3344	139.7 %	41.6 %	5.5 %
Mortero para tabique	1811	2436	2436	2680	3131	3131	3448	3622	100.0 %	48.6 %	5.0 %
Mortero para tabique	1846	2647	2683	2181	2822	2822	3119	3119	89.3 %	52.2 %	16.6 %
Módulo de gramo No. 4 de 30x30cm	1878	2828	2828	3018	3018	3018	3622	2622	92.6 %	28.0 %	0.0 %
Trinco de 100 lbs. prueba de A.C., horizontal	2052	3753	3753	3926	4468	4468	4658	4902	134.6 %	30.6 %	5.2 %
<b>Tubo asbesto-cemento p/da pluvial D/10cm 7.3m</b>											
Tubo de concreto cilin. 1.07m (40")	2191	4559	4559	4873	5348	5348	5348	6491	198.2 %	39.3 %	21.3 %
Tubo de concreto normal de 15cm	1557	2119	2119	2402	2492	2492	3141	3511	125.4 %	65.6 %	11.7 %
Tubo de concreto normal de 15cm	1878	2448	2448	2868	2903	2903	3792	4207	124.2 %	71.8 %	11.8 %
<b>CERRAJERIA, VIDRIOS Y VARIOS</b>											
Calentador G-10 automatico de 40 lbs	1328	1899	1844	1644	1893	2631	2631	2631	98.1 %	65.5 %	0.0 %
Cerradura A 70 PD 1265 plymt acilgoe dorada	1611	2083	2983	2083	2083	3021	4132	4132	156.4 %	99.3 %	0.0 %
Mueble WC stanads de color (witromo zafiro)	2677	3557	3853	3853	3853	4424	4783	4681	89.4 %	37.2 %	2.0 %
Vidrio plano de 3mm (grupo 1, 2 prom)	3250	4626	5191	5191	5191	6058	7164	7164	120.4 %	54.8 %	0.0 %
Vidrio plano de 5mm (grupo 1, 2 prom)	2566	3724	4497	4497	4497	5425	6206	6206	141.6 %	66.6 %	0.0 %

<b>COBRE</b>												
Tubo de cobre p/gas TL 13mm (1/2") T/6.1m	2662	4418	4418	4418	4418	5013	5013	6013	86.3 %	13.4 %	0.0 %	
Tubo de cobre, rígido p/gase TM de 13mm (1/2")	3006	4816	4816	4816	4816	5471	5471	5471	82.0 %	13.6 %	0.0 %	
<b>DERIVADOS DE PETROLEO</b>												
Acetate "Brio Azul" (a motor diesel)	2832	3028	3028	3028	3028	3028	3028	3759	42.8 %	24.2 %	24.2 %	
Agente en planta FR3 y/o FM1	13048	5984	7453	7981	8540	9130	9130	13044	-0.0 %	118.7 %	42.8 %	
Diesel	7278	12000	12889	14887	14887	16558	16558	16588	113.7 %	29.8 %	0.0 %	
Gasolina Plus	3038	4484	4484	5038	5838	5838	5838	5838	82.3 %	24.0 %	0.0 %	
<b>EXPLOSIVOS</b>												
Explosivo Iovex 100 o Godyne diam/chico (25kg)	5183	8388	8388	8388	9038	9740	12214	12810	148.6 %	63.0 %	4.8 %	
Primarcord, reforzado (o acord) carrete de 500m	1935	4150	4150	4150	4482	4802	5082	6257	223.3 %	50.7 %	23.1 %	
<b>MADERAS</b>												
Duela de pino de 1s. para piso de 4-9cms	1256	1689	1689	1689	1689	1771	2024	2024	81.1 %	19.8 %	0.0 %	
Madera para cimbra (de 2a. tablón)	1573	1836	1887	1887	1887	2177	2359	2359	49.8 %	28.4 %	0.0 %	
Parquet de pino 6-8mm	1382	2118	2118	2118	2118	2118	2205	2205	68.4 %	4.1 %	0.0 %	
Plata de 3 1/2" x 3 1/2" x 8" (de 2s.)	725	890	1025	1025	1025	1138	1174	1174	81.8 %	31.0 %	0.0 %	
Triplay de casba de 6mm de 1.22x2.44m una cara	2090	2235	2235	2412	2412	2706	3347	4633	121.6 %	107.2 %	38.4 %	
Triplay de pino de 18mm p/cimbra de 1.22x2.44m	1881	1719	1719	2001	2001	2332	2450	2908	74.8 %	88.0 %	18.8 %	
Triplay de pino de 6mm de 1.22x2.44m una cara	2295	2488	2488	2650	2650	2808	3501	4275	88.2 %	73.3 %	82.1 %	
<b>MATERIAL ELECTRICO</b>												
Alambre eléctrico TW cal. 12	1347	2030	2083	2140	2140	2638	3022	3802	182.2 %	87.2 %	25.8 %	
Conductor L de 13mm (1/2")	1163	1810	1888	1888	1888	2433	3012	3047	181.8 %	89.2 %	1.1 %	
Interruptor 2x30/240 volts (Royer)	559	771	808	808	808	1059	1059	1344	140.4 %	74.3 %	26.9 %	
<b>PETREOS</b>												
Arena	1515	1888	2144	2144	2423	2423	2890	3174	109.5 %	61.2 %	9.8 %	
Grava	1515	1888	2144	2144	2423	2423	2890	3174	109.5 %	61.2 %	9.8 %	
Piedra brasa	1459	1759	1983	1983	2538	2538	2538	2538	74.0 %	44.3 %	0.0 %	
<b>PINTURAS</b>												
Pinturas de esmalte, sintético (cañd. med.)	2194	3131	3131	3319	3319	3319	3851	3851	86.4 %	18.6 %	0.0 %	
Pintura vinílica, colores básicos (cañd. med.)	2808	3594	3905	4141	4141	4141	4555	4555	82.2 %	26.7 %	0.0 %	
<b>PLASTICOS</b>												
Formica tipo madera (gamma mala)	1787	1972	1988	1988	2508	2508	3630	3630	105.4 %	84.0 %	0.0 %	
Lámina vinílica zinc	1749	1959	1959	1959	2500	3630	4000	4000	128.7 %	103.1 %	0.0 %	
Plástico c/base tela Tishli de 1.4m/ancho	1532	1887	2017	2017	2308	2838	2888	2888	74.1 %	68.1 %	0.0 %	
Wilsonart blanco, mate de 1.22x2.44m	1645	2288	2838	2838	2838	2838	3831	3830	132.8 %	68.8 %	-0.0 %	
<b>PVC</b>												
Codo PVC de 45 grados 10cm (4") c/campana	1145	1455	1888	1888	1888	1888	2418	2418	111.1 %	88.1 %	0.0 %	
Tubo PVC, uso hidráulico, de 19mm (3/4") T/3M	3874	4457	5820	5820	5820	5820	7589	7589	95.8 %	70.2 %	0.0 %	
Tubo de PVC, uso sanitario, de 10cm (4") c/campana	474	581	732	732	732	732	911	997	110.3 %	71.8 %	8.4 %	
<b>RECUBRIMIENTOS CERAMICOS</b>												
Azulejo liso blanco	1294	2068	2059	2059	2284	2271	2574	2574	88.8 %	25.0 %	0.0 %	
Móvil de color, liso (6.5x22)	2824	2804	2859	2859	3058	3630	3478	3478	71.8 %	24.0 %	8.0 %	
<b>YESO</b>												
Plafón de yeso, broleado, firmamento de 61x61cm	1078	1524	1524	1524	2000	2114	2194	2194	103.5 %	43.9 %	0.0 %	
Tablaca e=13mm de 1.20x2.40M	2386	2895	2895	2895	2895	3281	3281	3281	36.6 %	12.6 %	0.0 %	
Yeso	2597	2771	2921	3060	3068	3068	3657	4081	85.9 %	48.1 %	13.8 %	

## CAPITULO V

### FORMULAS DE AJUSTE

#### 5.1 Comentarios acerca de la "Cláusula de Ajuste".

Como se mencionó en el capítulo II, en 1975 el Gobierno Federal, reconociendo la crítica situación que vivían las empresas constructoras aceptó incluir en la Ley de Obras Públicas un elemento legal para el ajuste de gastos de construcción. Este fue elaborado por una comisión intersecretarial a petición de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. Dicho elemento es la llamada "CLAUSULA DE AJUSTE".

En la actualidad todos los contratos realizados con el Gobierno Federal están normados por la Ley de Obras Públicas publicada en el Diario Oficial el 30 de diciembre de 1980 y su reglamento de septiembre de 1981, los cuales han sufrido diversas modificaciones en 1983 y 1984 así como la publicación de un nuevo reglamento en febrero de 1985.

La cláusula de ajuste enunciada en la edición 1986 de la Ley de Obras Públicas en su artículo 46 dice textualmente los siguiente:

"Cuando durante la vigencia de un contrato de obras ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato, pero que de hecho y sin dolo, culpa, negligencia o ineptitud de cualquiera de las partes determinen un aumento o reducción en un cinco por ciento o más de los costos de los trabajos aún no ejecutados, dichos costos podrán ser revisados. Las dependencias o entidades emitirán la resolución que acuerde el aumento o reducción correspondiente".

El proceso de aplicación de esta cláusula se especifica en el reglamento de la Ley de Obras Públicas. A continuación mencionaré y comentaré algunas disposiciones de este reglamento.

En el artículo 50 del reglamento se mencionan tres procedimientos mediante los cuales se puede realizar el ajuste. Estos son:

- a). Revisar todos los precios del contrato.
- b). Revisar un grupo de precios que sumados den el 80% del importe de la obra aún no ejecutada.
- c). En el caso de conocer el porcentaje en que los insumos intervienen en la obra, el ajuste se realizará mediante la actualización de estos costos.

De estos tres procedimientos podemos observar que el primero significa revisar todos los precios unitarios, circunstancia que, como se ha dicho durante el desarrollo de este trabajo, es sumamente lenta y conflictiva si no se tienen a la mano medios electrónicos, lo cual sucede con frecuencia en una obra. La segunda opción presenta la ventaja con respecto a la anterior en que propone revisar sólo una parte de los P.U., y tiene dos alternativas: revisar aquellos P.U. que sumados nos den el 80% del importe de la obra por ejecutar, o revisar en la totalidad de los conceptos aquellos insumos que representen el 80% del importe del P.U. Sin embargo el - en caso de tener la explosión de insumos de la obra faltante por ejecutar, el procedimiento mas sencillo es el tercero, ya que unicamente se tendrían que seleccionar los insumos cuya participación sea igual al 80% del total, calcular el porcentaje en que cada uno interviene y aplicarle directamente el índice correspondiente. Así la sumatoria de los índices por la participación (ajustada al 100%) de los diversos insumos, nos da el índice global de ajuste.

En el artículo 51 del reglamento de la Ley de Obras Públicas se indican algunas restricciones a las que deberá ajustarse el proceso de escalación. En forma resumida son las siguientes:

a). Los ajustes se calcularán respecto a la obra por ejecutar conforme al programa pactado, salvo atrasos no imputables a la contratista.

b). La actualización de los insumos se realizará en base a los índices que determine la Secretaría de Programación y Presupuesto. En caso de no existir algunos índices, estos serán calculados utilizando los lineamientos establecidos por la S.P.P.

c). El ajuste se aplicará a los costos directos, conservando constantes los porcentajes de indirectos y utilidades originales durante el ejercicio del contrato..

En este inciso es necesario aclarar que si bien es cierto que el ajuste se realiza sobre el costo directo de la obra los indirectos se ven afectados inmediatamente por ser éstos siempre un porcentaje del costo directo. En otra forma:

CD = costo directo  
 CI = costo indirecto  
 k = factor de indirectos  
 F = factor de ajuste

Sabemos que:

$$CI = k(CD)$$

o sea que si afectamos el costo directo con un factor, automáticamente el costo indirecto se ve influenciado.

$$CI = k(FxCD)$$

d). La formalización del ajuste de costos se realizará mediante un oficio de resolución que acuerde el aumento o disminución correspondientes.

En los tres procedimientos utilizados para el cálculo de ajuste mencionados en el artículo 50 del reglamento, los incrementos o decrementos de los precios de los insumos serán calculados en base a la diferencia que arrojen los índices de los insumos en la fecha de revisión con respecto a los correspondientes en el momento de celebración del contrato.

### *5.2 La Fórmula de Ajuste de Precios Unitarios.*

En el capítulo anterior se expuso la elaboración y algunos usos de los números índice, pero es necesario hacer notar que su aplicación directa en la obra es muy complicada, ya que sería necesario considerarlos en todos los insumos para poder evaluar el aumento en los costos de obra, que es el caso de los dos primeros procedimientos explicados en el artículo 50 del reglamento de la Ley de Obras Públicas. Por lo anterior se ha optado por recurrir a las fórmulas de ajuste, las cuales por tomar en cuenta el porcentaje de participación de la mano de obra e insumos más importantes obtiene un factor de escalamiento que podrá ser utilizado para el pago de estimaciones en el período de estudio.

Una fórmula de ajuste contiene en forma ponderada los principales componentes de maquinaria, materiales y mano de obra, que tienen gran peso en el costo de la obra. Mediante números índice aplicados individualmente a cada uno de estos componentes, y al ser otra vez sumados todos estos componen-

tes modificados, obtendremos el índice de variación en el costo total del período analizado o de la obra en su totalidad.

La fórmula general para la obtención de un factor de ajuste de precios es la siguiente:

$$F = \left( \sum_{i=1}^n P_i I_i \right) \quad \text{Cuando } F \geq 1.05$$

en donde

$$I_i = \frac{Y_{i,T}}{Y_{i,t}} \quad ; \quad \sum_{i=1}^n P_i \geq 0.80$$

y también

- $F$  = Factor de ajuste del precio unitario, aplicable al importe de estimaciones subsecuentes.
- $P_i$  = Participación relativa (no porcentual) del  $i$ -ésimo insumo del P.U., considerando que si  $P_i < 1.00$  habrá que hacer correcciones debido a que no se analizaron el 100% de los insumos.
- $I_i$  = Incremento de precio observado en el  $i$ -ésimo insumo.
- $Y_{i,T}$  = Índice de precios (incluso costo de adquisición) del insumo  $i$ -ésimo en la fecha  $T$  de revisión del ajuste.
- $Y_{i,t}$  = Índice de precios (incluso costo de adquisición) del insumo  $i$ -ésimo en la fecha  $t$  de inicio de la obra.
- $n$  = Número de insumos considerados para efectos de ajuste.

Un ejemplo sencillo de fórmula de ajuste sería el siguiente:

MATERIALES	0.60
MANO DE OBRA	0.40
	<hr/>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>1.00</b>

Si consideramos que en un período cualquiera el incremento de la mano de obra fue de 15% y el incremento en los costos de materiales de 18%, obtenemos el siguiente incremento en el costo total de la obra:

MATERIALES	$0.60 \times 1.18 = 0.708$
MANO DE OBRA	$0.40 \times 1.15 = 0.460$
	<hr/>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>1.168</b>

Lo cual significa que en el período considerado el costo total de la obra aumentó 16.80% con respecto al costo original.

Otro ejemplo sería aquel en que no estuviéramos considerando el 100% de los insumos, es decir:

MATERIALES	0.54
MANO DE OBRA	0.35
	<hr/>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>0.89</b>

suponiendo los mismos incrementos:

MATERIALES	$0.54 \times 1.18 = 0.637$
MANO DE OBRA	$0.35 \times 1.15 = 0.403$
	<hr/>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>1.040</b>

Esta es la situación en que se deberá realizar un ajuste debido a que no se consideraron todos los insumos. Este ajuste se efectúa dividiendo el nuevo costo entre el costo considerado.

$$\text{COSTO TOTAL AJUSTADO} = \frac{1.040}{0.890}$$

$$\text{COSTO TOTAL AJUSTADO} = 1.169$$

En donde se puede observar que la variación por no considerar todos los insumos es muy pequeña, y en cambio el trabajo que nos ahorra esto puede llegar a ser muy grande.

La fórmula de ajuste puede estar formada por la cantidad de elementos que se desee, los cuales conviene agrupar en conjuntos genéricos, como es el caso de las fórmulas trinómicas.

### 5.3 Fórmulas Trinómicas.

Este tipo de fórmulas de ajuste son llamadas trinómicas, ya que agrupan todos los conceptos de una obra en tres conjuntos principales, que son mano de obra, materiales y equipo. A su vez, estos están formados por la cantidad de elementos que el investigador considere necesarios para poder afirmar que se tiene representado aproximadamente el 80% del costo total de la obra como mínimo.

Para representar el modelo matemático de las fórmulas trinómicas se utilizará la siguiente nomenclatura:

MO = Mano de obra  
 MAT = Materiales  
 EQ = Equipo

$P_{MO}$  = Porcentaje en que la mano de obra interviene en el precio unitario al cual se le aplicará el ajuste.

$Y_{MO,T}$  = Índice de precios de la mano de obra en la fecha en la cual se realiza el ajuste de precios.

$Y_{MO,t}$  = Índice de precios de la mano de obra en la fecha de realización del presupuesto.

$I_{MO}$  = Aumento en la mano de obra.

$P_{EQ}$ ,  $Y_{EQ,T}$ ,  $Y_{EQ,t}$  e  $I_{EQ}$  : igual que los anteriores pero para el equipo.

$P_{MAT}$ ,  $Y_{MAT,T}$ ,  $Y_{MAT,t}$  e  $I_{MAT}$  : igual que a los anteriores pero para los materiales.

De lo anterior obtenemos:

$$I_{MO} = \frac{Y_{MO,T}}{Y_{MO,t}}$$

$$I_{EQ} = \frac{Y_{EQ,T}}{Y_{EQ,t}}$$

$$I_{MAT} = \frac{Y_{MAT,T}}{Y_{MAT,t}}$$

Como se puede observar, la fórmula trinómica es una expresión particular de la fórmula general, en la cual:

$$i = 1 = MO \quad ; \quad i = 2 = MAT \quad ; \quad i = 3 = EQ$$

Cabe hacer notar que aunque a los rubros materiales o equipo lo estemos mencionando como un conjunto, a la hora del análisis estos deben ser desglosados detalladamente en sus principales componentes.

Al analizar la fórmula general de ajuste encontramos que está compuesta por tres elementos que son: incremento de precios observado en los productos analizados, participación relativa de los insumos en el precio unitario sujeto a escalación y la cantidad de insumos estudiados. De estos elementos dos ya han sido estudiados, me refiero a los números índice, los cuáles son obtenidos de la S.P.P., el Banco de Mé-

xico, de la CNIC o son elaborados conforme a los procedimientos descritos en el capítulo respectivo. El otro elemento ya desarrollado es la cantidad de productos que deben ser incluidos para que la fórmula de ajuste represente la mayor cantidad de volumen de obra sin que por eso analicemos todos los insumos de la obra, esto es, incluir aquellos componentes de la obra que representen alrededor del 80% del costo total de la construcción.

Por lo tanto lo único que no hemos desarrollado es el cálculo del factor  $P_i$  o participación relativa del insumo en el precio unitario. Para el cálculo de este factor lo único que necesitamos es dividir el importe en que el insumo en estudio participa entre el precio unitario al cual le deseamos realizar escalación entre el costo directo de este mismo P.U.

Como se puede observar el fundamento para este tipo de escalación es el ajuste de costos de los precios unitarios, lo cual permite al contratista cobrar en cada estimación con precios actualizados. Este comentario se debe a que en las primeras ediciones que publicó la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción de un folleto llamado "Información de Apoyo a la Cláusula de Ajuste de Precios" recomendaba realizar la escalación mediante el cálculo de volúmenes totales de insumos, esto es, se obtienen los porcentajes en que los insumos mas importantes participan en toda la obra por ejecutar, y así en forma ponderada se calcula cómo el aumento de cada uno de los insumos influye en el importe por ejecutar. Sin embargo, esta forma de obtener un factor de escalamiento es factible unicamente cuando aparte de llevar un buen control de obra, se poseen los medios electrónicos necesarios para agilizar esta acción, debido a que el cálculo de los porcentajes en que cada insumo interviene en el importe de la

obra pendiente por ejecutar es muy lento, pues significa realizar un corte de obra hasta la fecha en la cual se debe hacer el ajuste, teniéndose que repetir esta acción cada vez que se quisiera hacer una escalación. En cambio, manejando los ajustes por medio de precios unitarios, sólo hay que asegurar que la contratista se mantenga dentro del programa de obra establecido.

Otro tipo de fórmulas de ajuste son las fórmulas polinómicas, las cuales difieren de las trinómicas sólo en la cantidad de conjuntos en la que agrupamos todos los conceptos. En estas ya no se manejan únicamente agrupaciones generales de mano de obra, materiales y equipo, pues se introducen nuevas agrupaciones dependiendo de las características de la obra. El aumento en el número de elementos dificulta un poco la aplicación, sin embargo, reditúa en una mayor confiabilidad en el ajuste que realizamos.

En las agrupaciones que realizamos en las fórmulas polinómicas es necesario implementar una de estas fórmulas para cada tipo específico de obra ya que el número de conceptos manejados depende de la complejidad de cada construcción, y una buena selección de éstos redituará en una mayor exactitud de los cálculos.

#### *5.4 Variaciones en la Fórmula de Ajuste.*

Al presentar la fórmula general de ajuste observamos que los costos se manejan como porcentaje del costo total por estimar o ejecutar, según sea el caso, pero ésta no es la única manera de utilizar una fórmula de ajuste. También podemos presentar cada componente con volúmenes totales para cada obra en particular, lo cual ocasiona que ya no se manejen los

índices aislados por cada insumo, sino un índice final general de todo el conjunto considerado. Este procedimiento lleva al mismo resultado, pero tiene el inconveniente de que debido a que maneja volúmenes de insumos únicamente puede ser utilizado para una obra específica. Para comprender mejor esto presentaré un ejemplo utilizadno ambos métodos.

**EJEMPLO:**

Se considerarán los insumos necesarios para construir 100 metros lineales de castillo de concreto aparente, sección de 15 x 20 cm, armados con 6 varillas de 5/16" y estribos de 1/2" a cada 20 cm.

Para desarrollar este ejemplo se presentan las tablas 5.4.1, 5.4.2, 5.4.3 y 5.4.4 ;

TABLA 5.4.1

## EJEMPLO (continuación).

Materiales correspondientes a 100 m de castillo con precios de septiembre de 1986.

INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	<del>PRECIOS</del>	<del>DE SU COSTO</del> TOTAL
Concreto	m <sup>3</sup>	3.00	18 976.70	56 930.00	0.203
Madera	P.T.	136.00	192.50	4 620.00	0.173
Alambre	kg	18.00	345.00	6 210.00	0.022
Clavo	kg	8.00	345.00	2 760.00	0.010
Varilla	kg	238.00	192.50	45 815.00	0.164
Alambrón	kg	83.00	212.00	17 596.00	0.063
Diesel	lt	40.0	108.00	4 320.00	0.015
Albañil	jour	12.5	4 611.74	57 647.00	0.206
Peón	jour	12.5	3 220.99	40 263.00	0.144

NOTA: Los salarios del albañil y peón son reales.

## TABLA 5.4.2

### EJEMPLO (continuación).

Ahora consideraremos el aumento de precios con fecha de enero de 1987.

INSUMO	UNIDAD	COSTO	% DE INCREMENTO
Concreto	m <sup>3</sup>	34 573.00	82.20
Madera	P.T.	556.01	56.00
Alambre	kg	429.00	24.10
Clavo	kg	684.00	98.30
Varilla	kg	307.00	59.50
Alambrón	kg	324.00	52.80
Diesel	lt	130.00	20.40
Albañil	jor.	6 541.44	41.80
Peón	jor.	4 596.48	42.70

NOTA: Los salarios del albañil y peón son reales.

## EJEMPLO (continuación).

Para obtener el incremento total en el costo de la construcción de 100 m de castillo siguiendo la fórmula general  $F = \sum_{i=1}^n P_i I_j$  en la que se considera la participación relativa de los insumos en el costo total se seguiría el siguiente procedimiento:

Se multiplica el peso que el insumo tiene en el costo de la obra por el porcentaje en el que se incrementó el precio de este insumo, obteniendo un nuevo factor, el cual al ser sumado con el de los demás insumos proporcionará el alza en el costo del concepto.

TABLA 5.4.3

INSUMO	% EN EL COSTO TOTAL		INCREMENTO EN EL COSTO DEL INSUMO		FACTOR DE INCREMENTO
Concreto	0.203	x	1.822	=	0.370
Madera	0.173		1.560		0.270
Alambre	0.022		1.241		0.027
Clavo	0.010		1.983		0.020
Varilla	0.164		1.595		0.262
Alambrón	0.063		1.528		0.096
Diesel	0.015		1.204		0.018
Albañil	0.206		1.418		0.292
Peón	0.144		1.427		0.205
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>				<b>1.560</b>

Es decir tenemos un incremento de 56% con respecto al costo considerado como inicial.

## EJEMPLO (continuación).

Utilizando la variación de la fórmula de ajuste, en la cual consideramos los volúmenes de obra y sus precios, se tiene lo siguiente:

TABLA 5.4.4

INSUMO	CANTIDAD		NUEVO PRECIO	=	IMPORTE
Concreto	3.00	x	34 573.00	=	103 719.00
Madera	136.00		556.01		75 617.00
Alambre	18.00		428.00		7 704.00
Clavo	8.00		684.00		5 472.00
Varilla	238.00		307.00		73 066.00
Alambrón	83.00		324.00		26 892.00
Diesel	40.00		130.00		5 200.00
Albañil	12.50		6 541.44		81 768.00
Peón	12.50		4 596.48		57 456.00
<b>TOTAL</b>					<b>436 895.00</b>

Con lo que el incremento con respecto a los precios anteriores es:

$$\frac{436\ 895.00}{280\ 025.00} = 1.560$$

O sea un aumento del 56% en el costo final.

En el ejemplo anterior se pudo observar que el resultado obtenido utilizando la fórmula general y su variación es exactamente el mismo, por lo que dependerá de la situación en que nos encontremos para utilizar alguna de estas fórmulas.

### *5.5 Proceso de Elaboración del Factor de Ajuste.*

La Cámara Nacional de la Industria de la Construcción ha establecido el procedimiento a seguir para la elaboración del factor de ajuste, con el objetivo de estandarizar formatos y facilitar la elaboración de estos factores para el personal técnico asignado en obra, ya que de otra manera el trabajo siempre tendría que recaer en personal especializado de las oficinas centrales, lo que ocasionaría retrasos por falta de disponibilidad inmediata de datos reales de la obra, avalados tanto por el contratista como por la supervisión.

La metodología propuesta por la CNIC siguiendo los lineamientos marcados por la cláusula de ajuste de la Ley de Obras Públicas es la siguiente:

a). Cálculo del porcentaje en que cada concepto incide en el costo de la obra pendiente por ejecutar.

Debido a que por lo general el catálogo de conceptos es sumamente amplio, no es práctico calcular la participación porcentual de todos los conceptos, por lo que para simplificar este trabajo se propone, como ya se ha dicho anteriormente, utilizar sólo aquellos conceptos que sumados representen más del 80% del costo total de la obra por ejecutar. Además es conveniente dividir el catálogo de conceptos en grandes grupos que faciliten su análisis. Un ejemplo de esto sería, en edificación, dividir la obra en subestructura, superestructura y acabados.

b). Obtención del porcentaje en que los diferentes insumos participan en cada concepto.

Para poder realizar con exactitud este cálculo es necesario poseer el análisis de precios unitarios de la obra, ya que es única información que nos puede presentar detalladamente el desglose de todos los insumos que participan en cada concepto.

c). Variación en el costo de los insumos de obra.

Este inciso se refiere al cambio de precio en los insumos tomando como base el precio de éstos indicado en el presupuesto. La variación de precios se da en forma porcentual y se puede obtener ya sea calculándola en obra o utilizando los índices de precios publicados por los distintos organismos públicos o privados, tomando en cuenta que en los trabajos realizados con el sector público, siempre tienen que ser utilizados los índices editados por S.P.P. o el Banco de México.

d). Elaboración del Factor de Ajuste.

Para calcular el factor de ajuste se pueden seguir dos procedimientos, los cuales llevan al mismo camino. A continuación se hará una breve descripción de ambos.

En el inciso no. 3 de esta metodología para obtener el factor de ajuste se obtuvo el porcentaje en que los diversos insumos participan en el costo total de la obra, por lo que la forma más sencilla de obtener la escalación, una vez que ya tengamos estos datos consiste en multiplicar este porcentaje por el índice en que se incrementó el precio del insumo correspondiente. Este procedimiento se repite en cada insumo y posteriormente se procede a sumar los factores obtenidos, esto es la fórmula analizada anteriormente.

$$F = \sum_{i=1}^n P_i I_i$$

el factor obtenido en esta forma sólo habrá que restarle la unidad, y así sabremos el porcentaje en que se incrementó el costo del concepto.

En este último paso es en el que existe diferencia entre los dos procedimientos utilizados para la aplicación del factor de ajuste.

El primer método consiste en realizar una estimación paralela a la que se cobra con precios sin escalación, por lo que se cobrará una estimación regular más una estimación par en la que se incluirán los aumentos de precios. Para hacer más claro esto utilizaremos el siguiente ejemplo:

Sea la estimación # N con un importe de \$ 1 000 000.00 a precios de presupuesto. Siguiendo el procedimiento descrito anteriormente se llega a un factor de ajuste  $F = 1.35$ , por lo que en este período se cobrarían dos estimaciones que son:

Estimación # N	= \$ 1 000 000.00
Estimación # N "PAR" = Est. # N x (F-1)	= <u>350 000.00</u>

TOTAL \$ 1 350 000.00

La ventaja de este procedimiento en el cobro consiste en que debido a que por lo regular los trámites requeridos para aceptar un factor de ajuste son tardados el contratista podrá cobrar de todas formas la estimación regular con puntualidad, aunque la estimación de ajuste tarde más tiempo en ser aceptada.

El segundo método de aplicación del factor de ajuste puede ser utilizado cuando no existe mucho retraso en la resolución de reclamaciones, y siempre que se pueda debe ser aprovechado, ya que su manejo es más sencillo. Este método consiste en aplicar directamente el factor de ajuste sobre la estimación a cobrar. Para explicarlo se utilizará el ejemplo anterior.

$$\begin{aligned} \text{Estimación \# N Ajustada} &= \text{Est. \# N} \times F \\ &= \$ 1\,000\,000.00 \times 1.35 \\ \text{ESTIMACION AJUSTADA} &= \$ 1\,350\,000.00 \end{aligned}$$

Como se puede observar en ambos casos, el resultado es el mismo, además de que no es necesario alterar en ninguno de ellos los precios unitarios de contrato, ya que sólo se aplica el factor de ajuste sobre el monto total de la estimación.

### *5.6 Comentarios sobre las Fórmulas de Ajuste.*

Cuando se explicaron las variaciones existentes en las fórmulas de ajuste se mostraron las dos principales versiones que son manejar volúmenes de insumos o porcentajes en los que estos insumos influyen en el costo final de la obra. He dicho que es más conveniente hacer uso de los porcentajes debido a que de esta manera podremos trabajar con un mismo modelo de fórmula una serie de construcciones con características semejantes, aunque los volúmenes de insumos sean diferentes. Es raro el caso de encontrar dos obras que utilicen las mismas cantidades insumos, por lo que si queremos manejar volúmenes siempre tendremos que elaborar un modelo diferente de fórmula de ajuste.

De lo anterior se desprende la conveniencia de elaborar por parte del contratante (refiriéndonos específicamente al sector público) una serie de modelos de escalación para cada uno de los grandes tipos de obra, como son:

1. Obra civil con equipo pesado.
2. Edificación departamental.
3. Vivienda de interés social.
4. Urbanización.
5. Escuelas.

Desde luego la lista anterior puede ser detallada subdividiéndose en algunos grupos para que el modelo elaborado encuadre con claridad dentro de dichos grupos. Unas vez elaboradas estas fórmulas de ajuste generales sólo habría que realizar algunas modificaciones para poderla utilizar en una obra específica, lo cual traería múltiples beneficios tanto para el contratante como para el contratista, pues no sería necesario discutir en cada contrato la fórmula de ajuste en su totalidad, sino solo en algunos detalles específicos de la obra en particular, con el consecuente ahorro de recursos humanos.

Por último, aunque ya se mencionó anteriormente, me gustaría hacer énfasis en que el único costo que está sujeto a escalación de precios es el costo directo de la obra, por lo que las fórmulas de ajuste se aplicarán sobre éste, y solo en caso de existir circunstancias que ocasionen incrementos en los indirectos de la obra (situaciones extraordinarias de impuestos o requerimientos especiales de personal técnico y administrativo). Estos incrementos podrán ser negociados con el contratante, pero siempre en forma independiente al análisis realizado para el costo directo.

## CAPITULO VI

### *APLICACIONES EN UNA OBRA ESPECIFICA*

El presente ejemplo tiene como finalidad exponer una metodología en el ajuste de estimaciones para la construcción de viviendas de interés social. El ejemplo está basado en un presupuesto presentado para la edificación de 54 viviendas de este tipo construidas dentro del Programa de Renovación Habitacional Popular.

La metodología a seguir es la siguiente:

1. Se presenta un presupuesto completo con todos los análisis de precios unitarios necesarios para su elaboración. La fecha en que este presupuesto se realizó será considerada como el período base en el momento de utilizar los números índice. En nuestro caso la fecha es enero de 1987.

2. Supondremos que por diversas razones la obra se inicia hasta marzo de 1987, por lo que es necesario encontrar un factor que haga posible escalar el presupuesto elaborado en enero. Debido a esto en el ejemplo utilizaremos los volúmenes totales presupuestados ya que estos representan la obra por ejecutar, pero hay que hacer notar que en el caso de querer escalar precios cuando la obra ya se ha iniciado, lo único que cambiaría son los porcentajes en que los diversos conceptos intervienen en la obra por ejecutar. Por simplificación en nuestro ejemplo únicamente analizaremos la estructura.

3. De cada partida se eligen aquellos conceptos cuyos costos sumados nos representen aproximadamente el 80% (mínimo)

del importe total de ésta. En nuestro caso, estos conceptos resultan ser: muro de block de concreto, castillos de concreto aparente 15 x 15 cm, cimbra aparente en losas y traveses y concreto premezclado en estructura. De estos conceptos presento los análisis de P.U.

4. Se calculan los factores P (participación del insumo en el concepto) como el cociente del importe del insumo entre el costo directo del concepto, vaciándolos en la forma AE-1 como se indica en el ejemplo. Es necesario utilizar una forma por concepto seleccionado.

5. Se investigan las variaciones de índices de precios entre la fecha de contrato y en la que se desea hacer la escalación, en la fuente previamente acordada entre el contratante y el contratista, para cada insumo de los conceptos seleccionados, vaciándose estos datos en la columna indicada para tal efecto en la forma AE-1.

6. Procedemos a llenar la forma efectuando el producto  $P \times I$ , el cual indica en forma ponderada la influencia que tuvo el aumento de cada insumo en el nuevo costo del concepto.

7. Obtenemos el factor de ajuste del concepto (Q) como la  $\frac{1}{\Sigma (P \times I)}$ .

8. Posteriormente, pasamos a la forma AE-2 en donde calculamos la participación del concepto en la partida (R) como el cociente del importe del concepto entre el importe total de la partida.

9. A continuación calculamos el factor de ajuste de par-

tida F como la división de  $\Sigma (RxQ) / \Sigma R$ . Esto se debe a que al no haberse considerado el 100% de los conceptos que participan en la partida, utilizando unicamente la  $\Sigma (RxQ)$  se obtiene siempre un porcentaje de incremento menor al que en realidad se dio, error que se corrige dividiendo entre  $\Sigma R$ .

Este proceso se sigue para cada una de las partidas analizadas.

Para obtener un factor general de ajuste de estimación (T) se podrá utilizar la forma AE-3, en la cual se seguirá la misma metodología de la forma AE-2 y se utilizarán los factores F calculados previamente para cada una de las partidas analizadas. Este factor general es útil para conocer con fines estadísticos el porcentaje total en que se incrementó el costo de la obra, pero no es conveniente utilizarlo para hacer la escalación ya que por la gran diferencia de insumos entre una partida y otra (por ejemplo cimentación e instalación eléctrica), lo más recomendable es que la escalación se haga partida por partida, utilizando los factores obtenidos para cada una de estas.

La forma de aplicar estos factores de ajuste es la siguiente:

a). El ajuste como ya se dijo se realizará por partida, por lo cual es necesario que las estimaciones se presenten desglosando claramente el importe correspondiente a cada una de ellas.

b). El factor de ajuste de partida F se aplicará sobre el importe total estimado de su correspondiente partida. Esto se debe a que resulta lo mismo aplicarlo al costo directo

y al resultado aumentarle los indirectos, que influenciar por el factor al importe con indirectos, pero es más ágil de la primera manera, ya que no tenemos que separar el costo indirecto del directo. Lo anterior podemos comprobarlo de la siguiente forma.

Si consideramos que:

C = costo total sin ajuste  
 CD = costo directo  
 CI = costo indirecto  
 k = porcentaje de indirectos  
 F = factor de ajuste  
 CT = costo total con ajuste

Sabemos que

$$C = CD + CI$$

pero

$$CI = kCD$$

por lo que

$$C = CD + kCD$$

$$C = (1+k)CD$$

De aquí que siguiendo la primera alternativa en que el factor se aplica sobre el costo directo y al resultado los indirectos, obtenemos:

$$CT = (1+k) \cdot F \cdot (CD)$$

que es exactamente lo mismo que si al costo total le aplicamos el factor de ajuste:

$$CT = F(C)$$

$$CT = F \cdot (1+k) \cdot CD$$

A continuación se desarrollará el ejemplo y se mostrarán las fórmulas propuestas para realizar el análisis.

# PRESUPUESTO DE LA OBRA: EDIFICACION 54 VIVIENDAS

FECHA: Enero 10 de 1987.

## RESUMEN

CLAVE	PARTIDA	IMPORTE
1	Trabajos preliminares	00.00
2	Cimentación	59 654 753.00
3	Estructura	96 609 288.00
4	Albañilería	9 102 500.00
5	Inst.hidráulica y sanitaria	29 316 412.00
6	Instalación eléctrica	9 369 034.00
7	Ventanería y vidrios	4 701 075.00
8	Herrería	4 959 061.00
9	Carpintería y cerrajería	4 437 564.00
10	Pintura	12 470 578.00
11	Limpieza	1 748 660.00
12	Obras exteriores	20 569 887.00
13	Conceptos complementarios	24 879 048.00

T O T A L

277 818 860.00

## 10/1/87 PRESUPUESTO DE LA OBRA DE EDIFICACION 54 VIVIENDAS

CLAVE	CONCEPTO	UN.	CANTIDAD BASE	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
01	Muro de block de concreto de 15x20x40 cm. Acabado aparente dos caras. Junteado con mortero cem-arena 1:5 Incluye: refuerzo de escalerilla a cada 3 hiladas.	m <sup>2</sup>	3 864.20	7 937.76	30 673 092.00
05	Castillos de concreto aparente f'c=200 k/cm <sup>2</sup> Sección 15x15cm. Armados con 4 varillas de 5/16 y estribos 1/4 a cada 15 cm	ml	1 984.50	5 774.96	11 460 408.00
07	Castillos de concreto aparente f'c=200 k/cm <sup>2</sup> Sección 15x20cm. Armados con 6 varillas de 5/16 y estribos 1/4 a cada 20 cm.	ml	330.48	6 441.13	2 128 664.00
09	Castillos de mortero cemento-arena 1:5 ahogados en muro de block y armados con una varilla de 5/16.	ml	761.40	949.55	722 987.00
11	Cimbra aparente en losas y traves de entre piso y de azotea. Incluye: cimbra y des-cimbra.	m <sup>2</sup>	3 107.16	5 279.01	16 402 728.00
13	Acero de refuerzo en traves y losas. fy=2530 kg/cm <sup>2</sup>				
	a) Diámetro 1/4"	TON	3.33	445 358.29	1 483 044.00

## 10/1/87 PRESUPUESTO DE LA OBRA DE EDIFICACION 54 VIVIENDAS

CLAVE	CONCEPTO	UN.	CANTIDAD BASE	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
	b) Diámetro 5/16"	TON	12.07	424 234.29	5 119 659.00
	c) Diámetro 1/2"	TON	2.71	404 170.51	1 094 089.00
	d) Malla electrosolda da 6x6 6/6.	m <sup>2</sup>	2 883.60	1 051.24	3 031 355.00
23	Vaciado de concreto - premezclado en estruc- tura. Incluye: vacia- do con bomba, vibrado y curado.	m <sup>3</sup>	296.13	78 891.95	23 362 273.00
25	Acabado pulido inte- gral en losa de con- creto.	m <sup>2</sup>	1 477.32	629.65	930 194.00
27	Acabado escobillado en losa de concreto.	m <sup>2</sup>	318.90	629.65	200 795.00

**S U M A****96 609 288.00**

EJEMPLO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS



## ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

**OBRA** 54 VIVIENDAS      **CALCULO** J.P.C.  
**FECHA** Enero 10 de 1987      **UNIDAD** m<sup>2</sup>  
**CLAVE** 05

### ESPECIFICACION:

Castillos de concreto aparente F'c= 200 kg/cm<sup>2</sup>, sección de 15 x 15 cm. Armados con cuatro varillas de 5/16 y estribos de ¼ a cada 15 cm.

CONCEPTO.	U	CANT.	COSTO.	IMPORTE.
<b>MATERIALES.</b>				
Concreto f'c= 200 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	0.0248	28 036.70	695.31
Varilla corrugada de 5/16"	kg	1.8173	293.00	532.47
Alambrón de ¼"	kg	1.4438	368.00	531.32
Triplay de 16 mm	m <sup>2</sup>	0.066	7 378.00	486.95
Madera de 3a. 6 usos	PT	1.300	278.00	361.40
Clavo	kg	0.100	580.00	58.00
Alambre	kg	0.120	500.00	60.00
Diesel	lt	0.1733	140.00	24.26
			<b>SUMA</b>	<b>2 749.71</b>

MANO DE OBRA. Rend. 7 ml/jor				
Albañil	jor	0.143	6 816.15	974.71
Beón	jor	0.143	4 758.00	680.39
Mando intermedio	%	10.00	1 655.10	165.51
			<b>SUMA</b>	<b>1 820.61</b>

MAQUINARIA Y/O HERR.				
Herramienta menor	%	3.00	1 655.10	49.65
			<b>SUMA</b>	<b>49.65</b>

<b>COSTO DIRECTO</b>		4 619.97
<b>INDIRECTOS</b>	24 %	1 154.99
<b>UTILIDAD</b>		
<b>PRECIO UNITARIO</b>		<b>5 774.96</b>





EJEMPLO

FORMA AE-1

AJUSTE DE PRECIO

# AJUSTE DE PRECIO

**PARTIDA** ESTRUCTURA

**OBRA** 54 viv.

**PERIODO BASE** Enero de 1987

**FECHA** Abr.6/87

**PERIODO DE AJUSTE** Marzo 1987 **CLAVE** 01

**CONCEPTO**

Muro de block de concreto 15 x 20 x 40 cm.

**UNIDAD** m<sup>2</sup>

INSUMOS	P	I	P.I
<b>MATERIALES</b>			
Block de concreto 15x20x40 cm	0.647	1.242	0.804
Mortero	0.088	1.215	0.107
Refuerzo	0.040	1.206	0.048
<b>MANO DE OBRA</b>			
Cuadrilla + mando intermedio	0.199	1.000	1.199
<b>MAQUINARIA Y/O HERR.</b>			
Herramienta menor	0.005	1.000	1.005
Cortadora	0.021	1.305	1.027
<b>SUMA</b>	<b>1.000</b>	<b>SUMA</b>	<b>1.190</b>

$Q = \sum (P.I)$

$Q = 1.190$

**P** PARTICIPACION DEL INSUMO EN EL CONCEPTO  
**I** INDICE DE PRECIOS  
**Q** FACTOR DE AJUSTE DEL CONCEPTO

# AJUSTE DE PRECIO

**PARTIDA** ESTRUCTURA

**OBRA** 54 viv.

**PERIODO BASE** Enero de 1987

**FECHA** Abr. 6/87

**PERIODO DE AJUSTE** Marzo 1987

**CLAVE** 05

## CONCEPTO

Castillos de concreto, sección 15 x 15.

**UNIDAD** ml

## INSUMOS

### MATERIALES

	P	I	P.I
Concreto f'c=200 hecho en obra	0.151	1.219	0.184
Varilla corrugada de 5/16"	0.115	1.206	0.139
Alambrón de 3/4"	0.115	1.205	0.139
Triplay de 16 mm	0.105	1.259	0.132
Madera de 3a.	0.078	1.259	0.098
Clavo	0.013	1.465	0.019
Alambre	0.013	1.200	0.016
Diesel	0.005	1.000	0.005

### MANO DE OBRA

Cuadrilla + mando intermedio	0.394	1.000	1.394

### MAQUINARIA Y/O HERR.

Herramienta menor	0.011	1.000	1.011

**SUMA**

1.000

**SUMA**

1.137

**Q = 3 (P.I)**

**Q = 1.137**

**P** PARTICIPACION DEL INSUMO EN EL CONCEPTO.  
**I** INDICE DE PRECIOS  
**Q** FACTOR DE AJUSTE DEL CONCEPTO...

# AJUSTE DE PRECIO

**PARTIDA** ESTRUCTURA .

**OBRA** 54 viv.

**PERIODO BASE** Enero de 1987

**FECHA** Abr. 6/87

**PERIODO DE AJUSTE** Marzo 1987 **CLAVE** 11

**CONCEPTO**

Cimbra aparente en losas y trabes de entrepiso y azotea.

**UNIDAD** m<sup>2</sup>

INSUMOS	P	I	P.I
<b>MATERIALES</b>			
Triplay de 16 mm	0.318	1.259	0.400
Madera de pino para cimbra	0.216	1.259	0.272
Clavo	3.026	1.465	0.029
Alambre recocido del # 16	0.014	1.200	0.017
Diesel	0.018	1.000	0.018
<b>MANO DE OBRA</b>			
Cuadrilla + mando intermedio	0.403	1.000	0.403
<b>MAQUINARIA Y/O HERR.</b>			
Herramienta menor	0.011	1.000	0.011
<b>SUMA</b>	<b>1.000</b>	<b>SUMA</b>	<b>1.150</b>

**Q = Σ (P.I)** **Q = 1.150**

**P** PARTICIPACION DEL INSUMO EN EL CONCEPTO  
**I** INDICE DE PRECIOS  
**Q** FACTOR DE AJUSTE DEL CONCEPTO

# AJUSTE DE PRECIO

**PARTIDA ESTRUCTURA**

**OBRA** 54 viv.

**PERIODO BASE** Enero de 1987

**FECHA** Abr. 6/87

**PERIODO DE AJUSTE** Marzo 1987

**CLAVE** 23

## CONCEPTO

Vaciado de concreto premezclado en estructura.

**UNIDAD** m<sup>3</sup>

INSUMOS	P	I	P.I
<b>MATERIALES</b>			
Concreto premez. f'c= 200 R.N.	0.805	1.243	1.001
Revenimiento + 14 cm	0.053	1.243	0.066
Bombeo	0.109	1.253	0.137
Agua	0.000		0.000
<b>MANO DE OBRA</b>			
Cuadrilla + mando intermedio	0.017	1.000	0.017
<b>MAQUINARIA Y/O HERR.</b>			
Herramienta menor	0.001	1.000	0.001
Vibrador	0.015	1.305	0.020
<b>SUMA</b>	<b>1.000</b>	<b>SUMA</b>	<b>1.242</b>

**Q = Σ (P.I)**

**Q = 1.242**

**P** PARTICIPACION DEL INSUMO EN EL CONCEPTO

**I** INDICE DE PRECIOS

**Q** FACTOR DE AJUSTE DEL CONCEPTO

EJEMPLO

FORMA AE-2

AJUSTE DE PARTIDA



EJEMPLO

FORMA AE-3

CONTROL DE AJUSTE



Una vez desarrollado el ejemplo se pueden hacer los siguientes comentarios:

Probablemente parezca que este método es muy largo y por lo tanto su aplicación sería lenta, mas no es así, ya que hay que tomar en cuenta que los factores P (participación del insumo en el concepto) son constantes durante todo el desarrollo de la obra, por lo que sólo tendrían que ser calculados en la primera escalatoria. Mientras los factores R (participación del concepto en la partida) y S (participación de la partida en el presupuesto) de la obra por ejecutar, deben ser fácilmente obtenidos, ya que en toda obra que se esté ejecutando por P.U. es necesario llevar un estricto control de cuales son los volúmenes de obra que ya han sido cobrados y cuales aún no han sido estimados.

La ventaja de este método y de cualquiera que se establezca desde el contrato, estriba en que al momento de realizarse una escalación, al ya estar sentadas desde el principio las bases de ésta, se ahorrará mucho tiempo en discusiones y reclamos referentes a los ajustes.

Esta metodología de ajuste es un claro ejemplo de la utilización de los números índice y las fórmulas trinómicas de ajuste, ya que como se puede observar, estamos dividiendo todos los conceptos en tres rubros, que son: materiales, mano de obra y equipo. Estos a su vez están formados por los insumos sobre los cuales, para conocer el incremento de costo, no fue necesario investigar los precios actuales -lo que implicaría un nuevo estudio de mercado -, sino únicamente consultar los índices de precios de cada uno.

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES

La Industria de la Construcción vive en la actualidad uno de sus periodos mas criticos de los últimos cincuenta años. La causa principal de esto es sin lugar a dudas la situación económica por la que atraviesa el país.

Ha sido la intención de este trabajo presentar varios de los efectos más importantes que esta situación ha tenido sobre la construcción, así como algunas de las medidas que se han tomado y otras que se podrían implementar para mejorar el estado actual en que se encuentra esta importante industria.

Deseo hacer notar que en todos los capítulos se manejó el enfoque del contratista trabajando para el sector público, debido a que el gobierno, por ser el principal inversionista en la construcción, siempre es el encargado de marcar las pautas a seguir en la contratación y pago de obras. Esto ha ocasionado que por lo regular cuando los particulares desean invertir en la construcción de obras importantes, siguen los lineamientos marcados por la Ley de Obras Públicas, ahorrándose el tiempo y costo que significaría elaborar sus propios reglamentos.

Mas es necesario hacer una aclaración: en esta tesis las únicas medidas que se consideraron para procurar mejorar la situación de las empresas constructoras son de orden financiero y legal. Pero hay que tener mucho cuidado en ello,

ya que es costumbre de la mayoría de los industriales mexicanos culpar de todos los problemas al gobierno y nunca fijarse que muchos son culpa del propio industrial.

Por ejemplo, tenemos el problema de la deuda externa, cuyo pago de servicio ocasiona una gran sangría económica al erario público. Si bien es cierto que el capital causante de esta deuda (en su mayoría contraída por el Estado), se gastó en unos casos en forma desorganizada y en otros los fondos fueron malversados, también es cierto que una gran parte de este capital fue derramado sobre las industrias por medio de la inversión pública, trayendo años de bonanza.

Pero en la mayor parte de los casos este capital no produjo una mejoría cualitativa en las empresas, sino por el contrario, la abundancia de dinero y trabajo llevó a las empresas a crecer en forma caótica, sin pensar que de repente la situación se pudiera revertir, dejándolas con exceso de personal y muchas deudas por pagar. Probablemente la situación actual no sería tan crítica si los empresarios hubieran asumido una actitud más cautelosa.

El ejemplo anterior es una muestra de que la solución de los problemas no es únicamente de tipo financiero, sino también de procedimientos. Es necesario tomar alguna serie de medidas como son: incrementar la productividad y calidad por medio de la capacitación del personal y administrar cuidadosamente los recursos de las empresas. Además se debe entender que en tiempos de crisis económicas no es posible obtener las mismas ganancias que en épocas normales. El empresario debe comprender que aparte de obtener utilidades la empresa tiene una función social muy importante que es crear fuentes de trabajo, por lo que es una obligación procurar la marcha correcta de su negocio.

## BIBLIOGRAFIA

1. BANCO DE MEXICO, Indicadores Económicos. México, marzo de 1987.
2. BARCELATA E., RAUL Y MALAGA V., JORGE, Costos y Precios de Obras en Condiciones Inflacionarias. Ponencia del 14 Congreso Mexicano de la Industria de la Construcción. México 1983.
3. CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION, Información de - Apoyo para la Aplicación de la Cláusula de Ajuste de Precios. México 1978.
4. CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION, Revista Mexicana de la Construcción. México, marzo de 1987.
5. CARTIGUE C., GERARDO Y BARCELATA E., RAUL, El Costo Financiero, un Costo Desastroso. Ponencia del 14 Congreso Mexicano de la Industria de la Construcción. México 1983.
6. CORTINAS, JOSE ANTONIO, Características Fundamentales de las Fórmulas Para Ajuste de Precios Unitarios. Ponencia del 10 Congreso Mexicano de la Industria de la Construcción. México 1975.
7. CORTINAS, JOSE A. Y BORRO, LUIS E., El Manejo de Costos de Construcción en un Mercado Inflacionario. Ed. Expansión, México 1979.
8. FEDERACION INTERAMERICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION, La Industria de la Construcción y los Problemas que Genera la Inflación. Ponencia, La Haya, Holanda 1980.
9. FOA CONSULTORES, Importancia Socioeconómica Actual y Futura de la Industria de la Construcción. Informe Preparado Para la CNIC. México 1977.
10. LEY DE OBRAS PUBLICAS, Reglamento de la Ley de Obras Públicas. Diario Oficial, México Febrero 13 de 1985.
11. MEDELLIN BAMBOA, JUAN LEONARDO, Análisis de Precios Unitarios en Epocas Inflacionarias. Facultad de Ingeniería, México 1982.
12. PAZOS, LUIS, Devaluación en México. Ed. Diana, México 1982.
13. PAZOS CHAVEZ, SERGIO, Importancia de la Formulación de Números Índice Como Indicadores Económicos en la Industria de la Construcción. Tesis Profesional, México 1983.

14. SUAREZ SALAZAR, CARLOS, Costos y Tiempos de Edificación. Ed. Trillas, México 1982.
15. SUAREZ SALAZAR, CARLOS, Perspectivas de la Industria de la Construcción, Financiamiento, Inflación, Seguridad Social y Aspectos Fiscales. Ponencia 14 Congreso Mexicano de la Industria de la Construcción, México 1983.