



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



**Ingeniería Eléctrica**

# **CURSOS ABIERTOS**

## **CA-623 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

### **TEMA**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS  
(APUNTES GENERALES)**

**EXPOSITOR: ING. ARTURO BENITEZ MORALES**

**DEL 03 AL 07 DE OCTUBRE DE 2005**

**PALACIO DE MINERÍA**

### **3 AFECTACIONES DE LOS COSTOS DIRECTOS**

3A El Costo Indirecto; partes que lo integran y su cálculo

3B Financiamiento; su cálculo mediante el flujo de caja

3C La utilidad

3D Los cargos adicionales

### **4 APLICACIÓN DE CLÁUSULA DE FACTOR DE AJUSTE DE PRECIO UNITARIO**

4A Métodos señalados en la Ley de Obras Públicas, relativos de insumos de Banco de México y otros

4B Índice de Costo, su cálculo

4C Fórmulas de escalación con utilización de índices

### **ANEXOS**

# 1 TEORIA GENERAL DE LOS COSTOS

## 1A Definición de Costo y Precio, Costo Directo, Costo Indirecto

En muchas ocasiones se emplean estos términos inadecuadamente, ya que de acuerdo con las siguientes definiciones se comprenderá mejor:

### **Costo:**

- Lo que nos cuesta algo para tener acceso a el
- Costo o Gasto, trabajo que cuesta una cosa
- Los bienes que se sacrifican pueden consistir en recursos monetarios, bienes tangibles o intangibles, como un derecho. El costo es un atributo de dos recursos escasos, puesto que los que se pueden obtener libremente no exigen ningún sacrificio para su adquisición
- La renuncia a un bien o al sacrificio del mismo, medido en términos monetarios, realizado o por realizar, para lograr un objetivo específico, en el contexto de las actividades de una empresa.
- La palabra costo tiene varios significados, en función de las circunstancias, ya que el concepto de costo que se debe de aplicarse depende de la decisión que haya que tomarse en una empresa.
- Los costos se pueden referir al tiempo, como costo histórico, costo pasado, costo estimado, costo estándar, costo por periodo, en cuanto a su origen como costo directo, costo indirecto, costo de producto, costo de conjunto, cuando son referidos al control son costo controlable, costo de oportunidad, costo marginal, costo asignado y al referirse al nivel de actividad es costo fijo, costo variable y costo semivariable.

### **Precio:**

- Valor en que se estima algo
- Principal determinante de la demanda
- Se da un precio (determinar una cantidad de dinero) a las cosas que son escasas y también deseadas

## **Presupuesto:**

En la formulación acertada de planes, **los presupuestos** y funciones administrativas constituyen la actuación básica de la gerencia de las empresas y es factor vital de su prosperidad.

El presupuesto del capital o inversión, abarca la totalidad del proceso de planeación de los gastos cuyos rendimientos se espera que se extienda posteriormente, de ahí que también al presupuesto se le defina como un instrumento administrativo.

## **Analista de costos o de precios unitarios y la ingeniería de costos:**

Las definiciones de analista de costos o analista de precios unitarios, dentro de la industria de la construcción están dentro de la especialidad o actividad de costear o presupuestar y según sea su metodología, medios empleados, experiencia, capacidad, alcance y grado de dificultad, además de que sea reconocida la experiencia.

La ingeniería de costos es más integral, ya que emplea métodos y sistemas para estimar, revisar, analizar y controlar costos en proyectos de ingeniería, formulación o análisis de precios unitarios, índices, estadísticas de costos, precios de insumos, rendimientos y demás variables que intervienen en los costos. Gracias al desarrollo de la computación, la aplicación de la ingeniería de costos se ha facilitado.

Esta actividad, cuyos inicios en forma, se remontan hacia la década de los 60' dentro de la Industria de la Construcción ha evolucionado hasta convertirse en una especialidad reconocida, pues empezó como el llenado o formulación de las matrices de precios unitarios en forma manual, pasando por la clasificación histórica de la información que había resultado acertada, con la evolución de la ingeniería en cibernética, hacia principios de los 70' se empezaron a hacer precios unitarios y presupuestos en grandes empresas constructoras u organismos gubernamentales que en función del volumen de información que manejaban podían invertir fuertes sumas de dinero para este desarrollo.

Desde los 80' el uso de las computadoras ha sido muy amplio y con menores costos, además de poder contar con programas de precios unitarios comerciales a precios más accesibles para cualquier tamaño de empresa, teniéndose en la actualidad la formulación de información mas integral, rápida, eficiente, confiable y fácil de manejar, contando con la participación de empresas netamente mexicanas en el desarrollo del software, que día a día están mejorando su producto y que incluso lo exportan a varios países latinoamericanos.

### **Contratos:**

Un documento básico para la ejecución de una obra, ya sea pública o privada, es el contrato, el cual es un pacto o acuerdo de voluntades entres dos o más personas, en donde quedan definidas los derechos y obligaciones de las partes que intervienen, basadas en las normas reguladoras de la conducta y ética profesional, que están contenidas en la Constitución Política y el Código Civil.

Un contrato tiene el siguiente contenido:

- Encabezado: que tiene el tipo de contrato que es, quienes lo celebran, sus representantes y se denominaran contratante y contratista, ejecutante o empresa constructora
- Declaraciones, datos complementarios de las partes participantes
- Cláusulas: objetivo del contrato, plazo de ejecución, disponibilidad del inmueble y documentos, anticipos, forma de pago, garantías, ajuste de precios, recepción de los trabajos, representantes de las partes durante el desarrollo de los trabajos, relaciones laborales, responsabilidades del constructor respecto a la calidad de materiales y ejecución de los trabajos, penas convencionales, recesión o suspensión de los trabajos y otras cláusulas complementarias o específicas.
- Fecha de la firma y firmantes
- Anexos

Cualquier actividad, con fines de lucro y que esta sea licita, implica derechos y obligaciones, máxime cuando se contrata personal, pues se tendrá que cumplir con lo señalado en la Ley

Federal del Trabajo, Ley del Seguro Social, Ley del INFONAVIT, la legislación fiscal o hacendaría a nivel federal y local, principalmente.

Hace algunos años, la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, con el fin de promover la ética empresarial hizo la "Declaración de Principios de los Constructores", destacando entre otros:

- Actuar de acuerdo con la Constitución, las Leyes, los Principios de la Libre Empresa y los estatutos y objetivos de la CMIC (antes CNIC)
- Actuar con honestidad en la asignación, proyecto, realización y supervisión de obras.
- Aceptar y observar todos los acuerdos que protejan a la empresa constructora y fortalezcan su unidad.
- Propugnar por hacer efectivos los derechos de los trabajadores en lo que se refiere a salarios, seguridad social, protección de su salud y la capacitación que los habilite a elevar su nivel de vida y prestigio, tanto en lo social como en lo económico.

Cada tipo de contrato conlleva sus beneficios, ventajas o desventajas para ambas partes, pero siendo objetivos, la aplicación de estos estará en función del tipo de obra, tamaño, monto y tiempo de ejecución.

**Contrato por Administración:** es la forma más usual para proyectos de edificación de mediano monto (hasta 2 000 m<sup>2</sup> de construcción), siendo muy común entre los profesionistas independientes o microempresarios que construyen casas habitación, oficinas y comercios pequeños y también realizan ampliaciones o remodelaciones. Se parte de un estimado de orden de magnitud o costo por m<sup>2</sup> para que el cliente tenga una idea y se cobra semanalmente o quincenalmente, un porcentaje sobre el total del monto de dinero que se destina para la compra de insumos y sueldos, pudiendo estos estar basados en los Aranceles de los Colegios de Arquitectos.

La principal desventaja de este tipo de contrato es para el cliente, pues puede pagar de mas para la compra de insumos, pago de sueldos y que se hayan omitido el pago de impuestos, derechos y prestaciones sociales, ya que normalmente no se lleva un control de la cuantificación de los componentes de la construcción, es decir cuanto se estimo y cuanto se compro.

En obra pública este sistema se aplica cuando la dependencia o entidad cuenta con los recursos necesarios y se denomina "por administración directa"

**Contrato a precio alzado:** Este tipo opera para proyectos bien definidos, prototipos, o repetitivos y de corta duración, realizándose los pagos periódicos en función del avance físico porcentual, quedando fijos los precios y volúmenes de obra.

Tiene como inconvenientes o riesgos para el constructor de no poder negociar incrementos de precios, ya que se hace un estimado de los posibles incrementos y en cuanto a los volúmenes, es responsabilidad del constructor su revisión de acuerdo al proyecto, debiendo prever, en algunos casos, actividades o conceptos de obra que no estén especificados en los planos pero que es lógica su ejecución. Este tipo de contratación en ocasiones es demasiado ventajoso para el contratante y requiere de un análisis a fondo antes de firmar el contrato:

**Contrato a base de precios unitarios:** Es el de mayor empleo en obra pública y en trabajos importantes de obra privada requiriendo de un proyecto bien definido y terminado para hacer las cuantificaciones que se necesitan para el catálogo de conceptos. Dentro del contrato están previstos los aspectos de incrementos de costos y variaciones en los volúmenes de obra, por ajustes o cambios de la misma.

Este tipo de contratación es muy equitativa y justo para ambas partes, ya que independientemente de que permite un alto nivel de detalle en el contenido del presupuesto, también facilita un control más eficaz en su desarrollo o aplicación.

**Contrato llave en mano:** También se define como contrato de proyecto integral, pues incluye el desarrollo del proyecto, construcción y el financiamiento, en algunos casos.

Este tipo de contrato esta diseñado para comprender desde el estudio de prefactibilidad, financiamiento, ingeniería básica, ingeniería de detalle, proyecto ejecutivo, gerencia de proyecto, procuración, construcción, pruebas preoperacionales y hasta la puesta en marcha, además del control de calidad e informe de avance en cada una de las etapas.

## **1B Elementos que integran un Precio Unitario**

En México al hablar de términos, definiciones, normas o especificaciones en la formulación de precios unitarios, costos y presupuestos, normalmente se emplean los utilizados en la normatividad de la obra pública y que son de uso común, con algunas adecuaciones, para la practica o calculo de los presupuestos de la obra privada.

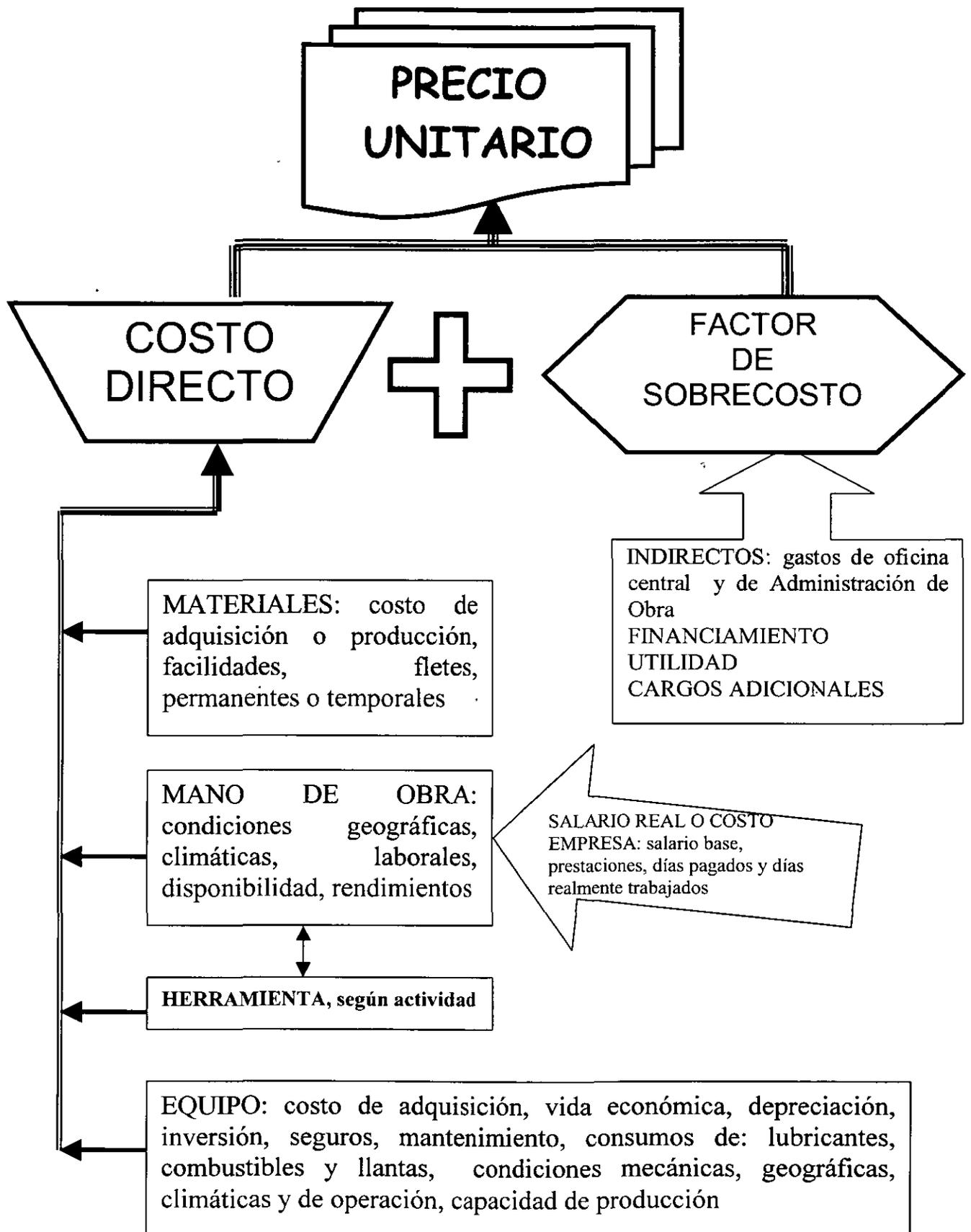
La ejecución de obra pública, a nivel federal, esta normada por la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con la Mismas y su reglamento publicados en el Diario Oficial de la Federación. Así mismo varios estados tienen su propia legislación en materia de Obra Pública.

En la ejecución de obra privada (relación entre particulares) se llevan a cabo con procesos más sencillos, siendo necesario que el proyecto este definido, contar con el presupuesto y la firma o formalización del contrato, existiendo en la mayoría de los casos una relación muy flexible y de mutua confianza, en comparación a la obra pública.

La definición más común de PRECIO UNITARIO, es “**determinación del precio de una unidad de volumen o concepto de construcción**” y de acuerdo al tipo de cálculo o empleo que se le dé se definen en básicos, auxiliares y finales o integrados. En cuanto a su uso en un tabulador estos pueden ser de concurso, especiales o extraordinarios.

Las unidades mas empleadas, del sistema métrico decimal son: metro lineal, metro cuadrado, metro cúbico, litro, hectárea, pieza, kilogramo, tonelada y en algunas ocasiones las del sistema ingles, como: pulgada y pie tablón.

**Elementos que lo integran al Precio Unitario:** La suma de costo directo más indirectos nos da el precio unitario, constanding el primero de materiales, mano de obra, herramientas y equipo y los segundos de indirectos de oficina central de la empresa, indirectos de oficina de campo, financiamiento, utilidad y cargos fijos y como veremos mas adelante su composición varia de acuerdo a sí estamos haciendo un presupuesto de obra pública o privada.



## **1C Clasificación de los Costos Históricos y Predeterminados**

Los costos históricos son una fuente importante de información que sirve como pauta para obtener la tendencia que permite estimar los costos futuros por extrapolación; pero suponen que las situaciones continuarán desarrollándose en forma similar como hasta la fecha. Sin embargo el formulador, analista de costos o evaluador de proyectos debe estar preparado para calcular, ajustar y/o revisar los costos anteriores o de base, ya que ante los posibles cambios en los factores tecnológicos, sociales, legales y económicos.

Los costos predeterminados, puede ser visto como un mal necesario, ya que no hay libertad o flexibilidad para su cambio o ajuste, pues simplemente el que una empresa, organización o autoridad gubernamental decida sobre un proyecto, esto viene acompañado de la autorización presupuestal, que debe de llevarse con un estricto control, ya que esta es una de las finalidades de la Administración.

## **1D Tipos de Presupuestos: Aproximado, Analítico y Asignación de Recursos**

La estimación de costos en la construcción es la determinación predicha de los costos en que se incurrirá para erigir un inmueble u obra de infraestructura, en función de los proyectos, especificaciones y alcances del caso, así como la experiencia pasada. Los estimados de acuerdo a la calidad y rapidez del análisis que se haga y de la información que se disponga pueden ser:

## TIPOS DE PRESUPUESTOS

### definiciones

### grado de aproximación

#### APROXIMADOS O GLOBALES

por el tamaño del inmueble u obra, existe mucha incertidumbre

± 35 %

#### POR ORDEN DE MAGNITUD

con el auxilio de parámetros, \$/m<sup>2</sup>, \$/km, \$/capacidad de producción, \$/cama para hospital o \$/cuarto de hotel

± 20 %

#### PRESUPUESTAL

en función de información histórica o de proyectos similares, haciendo un análisis selectivo de conceptos o partidas que son representativos del anteproyecto para poder prever los requerimientos financieros

± 12 %

#### PRESUPUESTO DEFINITIVO O ANALITICO

se basa en un proyecto terminado y completo con especificaciones, estudios de campo, volúmenes de obra debidamente calculados, condiciones económicas y financieras bien analizadas, todo esto para determinar calidad y tiempo de ejecución

± 8 %

#### PRESUPUESTO POR ASIGNACIÓN DE RECURSOS

Es similar al anterior, pero en lugar de ser presentado en base a un Catalogo de conceptos, se desglosa en materiales, mano de obra Maquinaria y equipo

#### PRESUPUESTO HISTORICO O REAL

es el total erogado o gasto realizado al finalizar el proyecto expresado en pesos constantes o corrientes

± 0 %

## **1E Concepto de punto de equilibrio, su cálculo gráfico y analítico**

Durante el desarrollo de cualquier proyecto, el tema económico-presupuestal estará siempre presente en la toma de decisiones, ya sea para continuar con el mismo, suspenderlo temporalmente o definitivamente, buscar alternativas o modificaciones cuyo objetivo sea el de disminuir gastos o costos.

Hay una serie de factores que inciden en el entorno, que pueden acarrear riesgos o incertidumbre, ya sean por la situación en que se encuentra el país o región en lo referente a la economía, la política, ambiente sindical-laboral y otras que no son fáciles de estimar, prever o controlar. Desde luego que esto último se puede mitigar o controlar al contar con información realista y confiable y desde luego de la experiencia y capacidad del equipo de trabajo.

También es conveniente señalar que la variación de la duración o ejecución de un proyecto puede hacer que este sea más económico o que incremente su costo, que en ocasiones al anticiparse se logran economías ante el incremento de los precios.

## 2 EL COSTO DIRECTO

### **2A Materiales; mermas y desperdicios, tablas de consumo, costos base de morteros, concretos, cimbra y acero de refuerzo**

Es muy importante que al investigar el precio de los materiales queden aclarados los siguientes conceptos:

- si el precio ya incluye IVA o no
- costo de las maniobras de carga y descarga y equipo en caso de necesitarlo
- fletes
- descuentos, por pronto pago, volumen o cliente preferencial
- plazos de pago
- tiempo de entrega
- marca y calidad que ofrece el proveedor
- mermas y costo de embalajes

Después de estas consideraciones se maneja el costo de los materiales “puesto en obra”, para el caso de materiales que se emplearan en proyectos habitacionales estos incluirán el IVA correspondiente para zonas fronterizas o central.

Es importante señalar que un material barato no necesariamente es el más económico, pues su calidad puede provocar altas mermas en su transporte y colocación, anulando lo que supuestamente se estaba economizando y también se debe de cuidar los casos de bultos de cemento de 48 o 46 kilogramos por pieza, contra los 50 kilogramos que dicen contener.

#### **Costos auxiliares y/o básicos:**

Normalmente quedan comprendidos en este campo los análisis de precios de fabricación de morteros, lechadas y de concretos hechos en obra, habilitado de acero de refuerzo y cimbras, para el caso de obras de edificación, siendo estos precios de uso en otros en repetidas ocasiones.

## **2B Mano de obra; salario base, salario real integrando su calculo, integración en grupos de trabajo, rendimientos**

Una de las primeras consideraciones en el calculo, esta en lo referente a la mano de obra y el equipo a utilizar, de acuerdo al tipo de obra, tamaño y ubicación, pues uno de los principales variables de estos esta en le rendimiento, pues se puede obtener el ideal al contar con condiciones optimas y en caso contrario tendremos rendimientos bajos que incrementan los costos.

La información que se tenga dentro de la empresa, archivos personales, publicaciones reconocidas y nuestra experiencia permitirán hacer los ajustes necesarios, en el cual influirá el tipo de cliente al que le estemos trabajando, en cuanto a sus exigencias, controles de calidad, flexibilidad en la administración de la obra.

Todos los insumos que componen a los precios unitarios son importantes, en función de su participación, en especial la mano de obra, ya que de ella depende la calidad, avance y costo de la obra con éxito, de ahí que su correcto análisis demande una atención especial.

Se puede partir de un tabulador o estudio del costo de la mano de obra local, tomando como referencia, lo publicado por la Comisión de Salarios Mínimos, siendo muy importante la presencia o influencia de los sindicatos locales. Estos tabuladores o estudios nos determinan el salario base, ya que de ahí se parte par calcular el costo real de la mano de obra o costo empresa, obteniendo también el Factor de Salario Real (FSR)

La composición o análisis del FSR toma en consideración lo siguiente;

**Salario o Sueldo:** se define como la remuneración o retribución por el desempeño de un cargo, servicios personales o profesionales a una persona, de acuerdo al artículo 88 de la Ley Federal del Trabajo.

**Aguinaldo:** la LFT indica en su artículo 87 la obligatoriedad de dar al trabajador 15 días de sueldo, como mínimo, por cada año trabajado.

**Vacaciones y prima vacacional:** en el artículo 76 se indica su aplicación, correspondiendo un mínimo de 6 días para el 1º año incrementándose 2 días mas por cada año de antigüedad hasta llegar a 22 y de pagar una prima vacacional, correspondiendo un 25%, en sueldo, de los días que correspondan.

**Domingos o séptimo día:** la LFT, en su artículo 69 indica que por cada 6 días de trabajo, corresponde uno de descanso, teniendo al año 52 domingos

**Días festivos:** en la LFT se indican, en el artículo 74, que días son los de descanso obligatorio, que son:

- 1º de enero
- 5 de febrero
- 21 de marzo
- 1º de mayo
- 16 de septiembre
- 20 de noviembre
- 1º de diciembre, de cada 6 años cuando hay cambio del poder ejecutivo federal
- 25 de diciembre
- esto da un total de 7.17 días

**Días no laborables, por costumbre:** la costumbre, más arraigada que el cumplimiento de la Ley, y de acuerdo a la ubicación de la obra tenemos:

- 3 de mayo, día de la Santa Cruz
- jueves, viernes y sábado de la Semana Santa
- 1ª y 2 de noviembre
- 12 de diciembre, día de la Virgen de Guadalupe
- 2 a 4 días por los festejos del carnaval
- día del santo patrón de la localidad
- para efectos prácticos se ha considerado para obra pública 4 días en este rubro

**Prestaciones Sociales:** aquí interviene lo referente a seguridad social (IMSS) y vivienda (INFONAVIT), que es obligatorio su cumplimiento por parte del patrón, en base a las Leyes correspondientes, teniendo su aplicación directa en el calculo de los costos para obra pública federal lo referente al IMSS y el INFONAVIT que forman parte los indirectos, pudiendo tener otra composición para el caso de obra privada. También queda dentro de este concepto prestaciones lo referente a guarderías.

Otros cargos en el calculo del costo de la mano de obra y según lo que exijan las autoridades locales, comprenderían impuestos locales que se derivan hacia obras de beneficio colectivo y los impuestos sobre nómina.

En la **integración de cuadrillas**, para el caso de la obra pública, se tomara la normatividad vigente, quedando como ejemplo una cuadrilla tipo de la siguiente manera:

categoria	unidad	cantidad	costo	importe
peón	jor	1.0000	168.00	168.00
oficial de albañilería	jor	0.5000	217.00	108.50
mando intermedio (maestro)	%	8.000	276.50	22.12
herramienta menor	%	3.000	276.50	8.30
total costo cuadrilla				\$ 306.92

Un sistema muy común del pago de la mano de obra en la construcción es el **destajo** y para su determinación, en función de los cálculos del costo de mano a nivel empresa es necesario definir:

- si el trabajador o destajista va a pagar la cuota del IMSS, INFONAVIT e ISR, que normalmente ocurre y el Constructor es el “patrón sustituto”
- si en el pago se incluirán las prestaciones como vacaciones, prima vacacional, aguinaldo
- se agregara el porcentaje considerado para el maestro o destajista (mando intermedio)

Estas consideraciones darán un valor que se empleara como factor para determinar el pago correspondiente, respecto a lo presupuestado como mano de obra.

En lo referente a la mano de obra y al tipo de obra, tamaño y ubicación, uno de los principales variables de esta en el **rendimiento**, pues se puede obtener el ideal al contar con condiciones optimas y en caso contrario tendremos rendimientos bajos que incrementan los costos.

La información que se tenga dentro de la empresa, archivos personales, publicaciones reconocidas y nuestra experiencia permitirá hacer los ajustes necesarios, en el cual influirá además el tipo de cliente al que le estemos trabajando, en cuanto a sus exigencias, controles de calidad y estilo o flexibilidad en la administración de la obra.

## **2C Herramienta y Equipo; métodos para estimar su costo**

El **cargo de herramienta**, para el caso de la menor, es calculado con un porcentaje sobre el costo de la mano de obra, debiéndose tomar en cuenta la aportación de la herramienta que hacen los plomeros o electricistas por ejemplo, o el grado de empleo y costo, pudiendo tener este porcentaje un valor del 1 hasta del 8%.

En caso de emplearse herramientas muy delicadas o costosas, como taladros o cortadoras portátiles, se sugiere analizarlas como costo horario de equipo, en donde interviene su vida útil en horas o usos.

El equipo de seguridad en algunos casos queda olvidado, pero debe de tomarse en cuenta, por un lado lo que señala la Ley Federal del Trabajo, lo cita la Normatividad de la Obra Pública y queda plasmado en los contratos colectivos con los Sindicatos, además se logra que el personal de obra trabaje con mas seguridad, comprendiendo en este rubro los gastos de cascos, guantes, goggles, cuerdas y sistemas de tirantes de seguridad, como mínimo y que beneficia a la empresa con respecto al "porcentaje de seguro de riesgo del patrón", que de inicio el IMSS aplica el 7.5% en la construcción.

## Costos horarios de maquinaria

Una de las inversiones de mayor importancia de una empresa lo constituye la maquinaria, pudiendo ser esta en donde estén casi todos sus activos, por lo que siempre se deberá contar con análisis bien detallados sobre su uso y recuperación de inversión a través de costos horarios realistas, dentro de los campos de cargos fijos, consumos y operación, teniendo el primero de ellos la depreciación, inversión, seguro y mantenimiento. De acuerdo a la Normatividad de la Obra Pública, en artículo 163 señala:

**Artículo 163.-** El costo directo por maquinaria o equipo de construcción es el que se deriva del uso correcto de las máquinas o equipos adecuados y necesarios para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en las normas de calidad y especificaciones generales y particulares que determine la dependencia o entidad y conforme al programa de ejecución convenido.

El costo por maquinaria o equipo de construcción, es el que resulta de dividir el importe del costo horario de la hora efectiva de trabajo, entre el rendimiento de dicha maquinaria o equipo en la misma unidad de tiempo.

El costo por maquinaria o equipo de construcción, se obtiene de la expresión:

$$ME = \frac{Phm}{Rhm}$$

Donde.

"ME" Representa el costo horario por maquinaria o equipo de construcción.

"Phm" Representa el costo horario directo por hora efectiva de trabajo de la maquinaria o equipo de construcción, considerados como nuevos; para su determinación será necesario tomar en cuenta la operación y uso adecuado de la máquina o equipo seleccionado, de acuerdo con sus características de capacidad y especialidad para desarrollar el concepto de trabajo de que se trate. Este costo se integra con costos fijos, consumos y salarios de operación, calculados por hora efectiva de trabajo.

"Rhm" Representa el rendimiento horario de la máquina o equipo, considerados como nuevos, dentro de su vida económica, en las condiciones específicas del trabajo a ejecutar, en las correspondientes unidades de medida, el que debe de corresponder a la cantidad de unidades de trabajo que la máquina o equipo ejecuta por hora efectiva de operación, de acuerdo con rendimientos que determinen los manuales de los fabricantes respectivos, así como, las características ambientales de la zona donde vayan a realizarse los trabajos.

La práctica de usar costos y rendimientos de maquinaria nueva, es un criterio universalmente aceptado.

**CARGO POR DEPRECIACIÓN,** Es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica, se considerará una depreciación lineal, es decir, que la maquinaria se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo. Este cargo está dado por:

$$D = \frac{Vm - Vr}{\dots}$$

En la que: "Vm" representa el valor inicial de la máquina, considerándose como tal, el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional, descontando el precio de las llantas, en su caso. "Vr" representa el valor de rescate de la máquina, es decir, el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica, "Ve" representa la vida económica de la máquina, expresada en horas efectivas de trabajo, o sea el tiempo que puede mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma económica, siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado.

Para el caso de la Depreciación, puede constatarse que la Norma mexicana y la estadounidense son totalmente equivalentes. Más aún, los manuales de especificaciones, aplicación y desempeño (performance) de Caterpillar, Komatsu y Fiat-Allis coinciden con este criterio.

**CARGO POR INVERSIÓN**, es el cargo equivalente a los intereses del capital invertido en maquinaria, está dado por:

$$I_m = \frac{(V_m + V_r) i}{2H_a}$$

En el que: "Vm" representa el valor inicial de la máquina y "Vr" representa el valor de rescate, "Ha" representa el número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año, "i" representa la tasa de interés anual expresada en decimales.

Con respecto al valor que debe tener "i", se han encontrado variaciones de +/- 25%, pero el mayor consenso es el de contemplar una mezcla ponderada de tasas reales (tasa activa bancaria menos inflación), extranjeras: prima o libor (en crédito externo, nominal en dólares) y nacionales (créditos quirografarios).

**CARGO POR SEGUROS** Es el que cubre los riesgos a que está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida económica, por los accidentes que sufra. Este cargo forma parte del precio unitario, ya sea que la maquinaria se asegure por una compañía de seguros, o que la empresa constructora decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria:

$$S_m = \frac{(V_m + V_r) s}{2 H_a}$$

En donde: "Vm" representa el valor inicial de la máquina y "Vr" representa el valor de rescate de la máquina, "S" representa la prima anual promedio, fijada como porcentaje del valor de la máquina y expresada en decimales, "Ha" representa el número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año.

**CARGO POR MANTENIMIENTO** estos cargos son los originados por las erogaciones necesarias para conservar la máquina en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica. El mantenimiento se divide en dos tipos: Mantenimiento Mayor y Mantenimiento Menor.

**Mantenimiento Mayor:** Es el referente a reparaciones completas ó sustitución de uno ó más conjuntos de la máquina, que debido a su complejidad requieren de personal y herramienta especializada, por lo que la máquina es retirada del frente de trabajo, por varios días. Los cargos se derivan de la mano de obra, refacciones y demás materiales empleados así como de la facturación de talleres externos.

**Mantenimiento Menor:** Es el referente a las reparaciones, ajustes ó sustituciones de repuestos de uno o más conjuntos, que debido a su relativa sencillez, pueden ser efectuados en obra. También comprende: grasas, la sustitución de lubricantes, y líquidos para el sistema hidráulico. Los cargos por esos conceptos se derivan de los materiales y mano de obra, está representado por:

$$M_n = K_o * D$$

En la que: "Ko" es un coeficiente que considera tanto el mantenimiento mayor como el menor. Este coeficiente varía según el tipo de máquina y las características del trabajo, y se fija en base a la experiencia estadística, "D" representa la depreciación de la máquina calculada de acuerdo con lo expuesto.

**CARGOS POR CONSUMOS**, son los que se derivan de las erogaciones que resultan por el uso de combustibles u otras fuentes de energía y en su caso lubricantes y llantas, cargo por combustibles, es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina o diesel para el funcionamiento de los motores, el cargo por combustible "Co" se obtendrá, mediante la ecuación:

$$Co = Gh + Pc$$

En la cual: "Gh" representa la cantidad de combustible necesario por hora efectiva de trabajo, este coeficiente está en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que varía de acuerdo con el combustible que se utilice, "Pc" representa el precio del combustible puesto en la máquina, el consumo horario, es recomendable consultarlo en los manuales del fabricante.

En una cierta época se empleo una formula que dio resultados muy confiables, la cual cayó en desuso, porque con la nueva tecnología de los motores, (turbo cargados), se ha optimizado el consumo de los combustibles, la cual era:

$$\text{consumo de diesel: } E = 0.20 \times (\text{potencia en hp} \times \text{factor de operación}) \times Pc = \\ 0.20 \times (\text{potencia de operación}) \times Pc$$

$$\text{consumo de gasolina: } E = 0.24 \times (\text{potencia de operación}) \times Pc$$

**CARGO POR LUBRICANTES**, son los motivados por el consumo y los cambios periódicos de aceites lubricantes de los conjuntos que componen la maquinaria, Se obtendrá de la ecuación:

$$Lb = (Ah + Ga) Pa$$

En la cual: "Ah" representa la cantidad de aceites lubricantes necesaria por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medidas de operación; está determinada por la capacidad del recipiente dentro de la máquina y los tiempos entre cambios sucesivos de aceites que se representa "Ga", y "Pa" representa el costo de los aceites lubricantes puestos en las máquinas.

También para el caso de lubricantes se empleaba otra fórmula, pero con la aparición de aceites de mayor rendimiento, junto con sistemas de lubricación más eficientes, su aplicación ya no es común, debiendo consultar los manuales o al fabricante de la maquinaria, junto con la experiencia que se tenga con la administración de la maquinaria:

lubricante con motor diesel:

$$Al = (\text{capac del carter en lts} / \text{cambios en hrs.} + (0.0035 \times \text{pot de oper})) \text{PI}$$

lubricante con motor de gasolina:

$$Al = (\text{capac del carter en lts} / \text{cambios en hrs.} + (0.0030 \times \text{pot de oper})) \text{PI}$$

**CARGO POR LLANTAS**, es el correspondiente al consumo por desgaste de las llantas, cuando se considere este cargo, al calcular la depreciación de la maquinaria deberá deducirse del valor inicial de la misma, el valor de las llantas.

El cargo por llantas "N" se obtendrá de la ecuación:

$$N = \frac{Pn}{Vn}$$

En la cual: "Pn" representa el precio de adquisición de las llantas, considerando el precio en el mercado nacional de las características indicadas por el fabricante de la máquina, "Vn" representa las horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determinará de acuerdo con la experiencia, considerando entre otros, los factores siguientes: velocidad máxima de trabajo; condiciones relativas del camino que transite, tales como pendientes, curvaturas, superficie de rodamiento, posición en la maquinaria, cargas que soporte, y clima en que operen.

**CARGOS POR SALARIO PARA LA OPERACIÓN**, es el que resulta por concepto del pago de los salarios del personal encargado de la operación de la máquina, por hora efectiva de trabajo de la misma:

$$Po = \frac{Sr}{Ht}$$

En la cual: "Sr" representa los salarios por turno del personal necesario para operar la máquina, entendiéndose por salarios la definición dada, "Ht" representa las horas efectivas de trabajo de la máquina dentro del turno.

### **3 AFECTACIONES DE LOS COSTOS DIRECTOS**

#### **3A El Costo Indirecto; partes que lo integran y su cálculo**

Dentro de la Normatividad de la Obra Pública, se definen como los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los cargos directos que realiza el constructor tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y que comprenden, entre otros, los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, financiamientos, imprevistos, transporte de maquinaria, y en su caso las prestaciones sociales correspondientes al personal directivo y administrativo. Los cargos indirectos se representaran como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo, **este porcentaje se calculará** sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables, y dividiendo esta suma entre el costo directo total de la obra de que se trate.

Los indirectos también se pueden dividir en Gasto Indirecto de Operación y en Gasto Indirecto de Obra, correspondiendo al primero los gastos que efectúa la empresa para todas las obras que tiene y los segundos son exclusivos de la obra de que se trate.

El cálculo de los indirectos de oficina central y de campo, requiere de un verdadero análisis, tal como se hace con una matriz de precio unitario. Lamentablemente por las prisas para presentar un presupuesto o por desconocimiento, se da un valor a "sentimiento", que en la mayoría de los casos, por su imprecisión, mete en serios problemas al constructor para terminar con éxito la obra.

#### **3B Financiamiento; su cálculo mediante el flujo de caja**

Para el **Costo Financiero**, que después de calcularlo se representa como un porcentaje del Costo Directo, más Indirectos de Operación y oficina de campo, su consideración en el cálculo se basa en Costo del Dinero, ya que el dinero es también un insumo como lo es el acero de refuerzo, el cemento, la madera para cimbra, con la característica esencial de que

este insumo interviene en todos los procesos productivos. Al tener guardado en el banco el dinero excedente y planeado que este produzca alguna ganancia o interés, se le aplicara la tasa pasiva, teniendo como referencia principal el CPP (costo porcentual promedio), o el valor de los CETES, que se aplica para grandes capitales, en cambio si se requiere de un préstamo de dinero, la tasa de referencia es la tasa activa, que normalmente es de hasta tres veces mayor a la tasa pasiva, dependiendo de la capacidad y relación de crédito que tenga el constructor.

Para el cálculo del Costo Financiero, se pueden tomar dos caminos en su estimado, el primero con la ayuda de un flujo de efectivo (ingreso-egreso) en el que se considera lo siguiente:

- periodos de pagos y/o estimaciones: semana, quincena, mes
- interés de la tasa activa o interés a pagar, de acuerdo al período de pago
- interés de la tasa pasiva o lo que nos pagarían por tener el dinero el banco, también en función del período de pago
- fechas de las estimaciones, de acuerdo al programa de obra, y fecha probable de pago que también se conoce como “rapidez de pago”, debiendo de deducir la amortización del anticipo, para obtener el cobro neto
- monto del anticipo y fecha aplicación
- los gastos, en función de los períodos determinados, en lo que corresponde a mano de obra, materiales, costo de maquinaria, indirectos de la oficina central y de campo, debiéndose de tomar los anticipos a subcontratistas y proveedores.

Es recomendable el estudio o análisis del Costo Financiero, mediante el flujo financiero.

### **3C La utilidad**

La **utilidad** que obtiene una empresa es la prueba de su efectividad y el pago que compensa el riesgo y la incertidumbre. **La utilidad es la fuente de capital para innovación y crecimiento; sólo el capital puede crear trabajo futuro, por ello la utilidad no requiere**

**justificación, por el contrario, es responsabilidad del empresario, a fin de cumplir con el propósito económico y social del negocio.**

La Tasa Interna de Retorno (TIR), que es la forma de evaluar un negocio o proyecto, representa la tasa de utilidad que obtiene el inversionista sobre el capital no recuperado en cada periodo, cuando este se reduce a cero al final de vida del proyecto.

La utilidad en su concepción más general, a juicio de muchos especialistas del tema, es el objetivo y la razón de toda acción ejecutada por el hombre, es importante señalar que la utilidad no es un número fijado arbitrariamente y menos aún una receta, por lo que se debe determinar para cada obra o proyecto, para cada cliente, para cada entorno inflacionario, para la situación fiscal de cada empresa, el costo del capital, el desarrollo tecnológico de la empresa, el riesgo de la inversión y la revolvencia de la inversión, entendiéndose a esta última como el cociente del volumen de ventas de una empresa, dividido entre el capital contable de la misma, cuyos valores van de 3 a 20 veces y la industria de la construcción se ha observado un valor promedio de 6. Para el cálculo de la utilidad, intervienen los siguientes conceptos:

- ❖ tasa pasiva anualizada a la fecha
- ❖ riesgo empresarial anualizado, de la obra
- ❖ desarrollo tecnológico de la empresa
- ❖ volumen de obra ejecutado
- ❖ capital contable o de trabajo de la empresa
- ❖ revolvencia del capital
- ❖ utilidad esperada
- ❖ participación de los trabajadores de la utilidad
- ❖ gastos no deducibles
- ❖ impuestos sobre la renta
- ❖ utilidad bruta
- ❖ amortización de perdidas anteriores

### **3D Los cargos adicionales**

Los **cargos adicionales**, para obra pública federal se reconoce directamente en la actualidad el cargo del 5 al millar por concepto de inspección federal, para el caso de obra pública al gobierno del D. F., su integración consta de 1.5% de supervisión y revisión de obras y 2% de servicio de auditoría de obras

## 4 APLICACIÓN DE CLÁUSULA DE FACTOR DE AJUSTE DE PRECIO UNITARIO

### 4A Métodos señalados en la Ley de Obras Públicas, relativos de insumos de Banco de México y otros

**INFLACIÓN**, es un fenómeno económico que se caracteriza por el alza sostenida e irreversible de los precios, de los bienes y servicios que consumimos, generados por un exceso de la demanda sobre la capacidad de la oferta

#### CAUSAS DE LA INFLACIÓN

- ◆ Baja productividad; la carencia de una adecuada planta productiva, con personal capacitado, tecnología propia y moderna, genera un fenómeno inflacionario
- ◆ Excesiva DEMANDA sobre la OFERTA de los bienes y servicios que consume la sociedad
- ◆ ESPECULACIÓN y ocultamiento de los productos de primera necesidad
- ◆ Emisión EXCESIVA DE CIRCULANTE sin el respaldo respectivo de bienes

#### CONSECUENCIAS DE LA INFLACIÓN:

- ◆ *empobrecimiento generalizado*
- ◆ *malestar social*
- ◆ *rescisión en algunas ramas económicas no prioritarias*

Desde 1972, en nuestro país no ha sido posible volver a tener una inflación por abajo del 3% anual, llegando a tener en el año de 1987 un valor de casi 160%, por lo que ajuste o actualización de precios no siempre es fácil, máxime cuando el que tiene que pagar, no lo reconoce o no quiere pagar, agregándose a esto los continuos períodos de crecimiento negativo o recesión que han golpeado a la Industria de la Construcción Mexicana.

**Lo pactado en el contrato y lo que señala la normatividad de la obra pública:** En un contrato de trabajo, equitativo y justo, siempre queda previsto que los precios de los insumos pueden variar y se indican los mecanismos para actualizarlos, cuando se ejecutan trabajos relacionados con la obra pública, la normatividad al respecto señala los pasos a seguir.

#### **PROCEDIMIENTO DE AJUSTE DE COSTOS EN LA OBRA PÚBLICA FEDERAL, 2002:**

**NORMA BÁSICA GENERAL:** artículo 56 LOPSRM: "Cuando a partir de la presentación de las propuestas, ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato, que determinen un aumento o reducción de los costos de los trabajos no ejecutados conforme al programa pactado....."

**CONTRATOS A PRECIO ALZADO:** artículo 59 LOPSRM, "Los contratos a precio alzado o la parte de los mixtos de esta naturaleza **no podrán ser modificados en monto o en plazo**, ni estarán sujetos a ajustes de costos.

Sin embargo, cuando con posterioridad a la adjudicación de un contrato a precio alzado o la parte de los mixtos de esta naturaleza, se presenten circunstancias económicas de tipo general que sean ajenas a la responsabilidad de las partes y que por tal razón no pudieron haber sido objeto de consideración en la propuesta que sirvió de base para la adjudicación del contrato correspondiente; como son, entre otras: variaciones en la paridad cambiaria de la moneda o cambios en los precios nacionales o internacionales que provoquen directamente un aumento o reducción en los costos de los insumos de los trabajos no ejecutados conforme al programa originalmente pactado; las dependencias y entidades deberán reconocer incrementos o requerir reducciones.

**CONTRATO:** artículo 46 LOPSRM, fracción X, el procedimiento para el ajuste que se debe de indicar en el contrato

Para el caso de la obra pública federal, se indica en la **cláusula de ajuste** del contrato, la manera o forma en que se hará el ajuste, destacando los siguientes conceptos:

- el ajuste tiene tres maneras de hacerlo: precio por precio, un grupo de precios que represente el 80% del importe o por obra tipificada, que es la aplicación de los **modelos de costo**
- para calcular la variación de los precios de los insumos, se aplican los **índices o relativos** que publica la SECODAM, que son los mismos que investiga el Banco de México
- diversas dependencias gubernamentales publican sus índices para obra tipificada, como SCT, PEMEX, y CNA

Las fuentes de información necesarias para hacer los ajustes de los precios de los presupuestos son:

- ◆ para el caso de obra pública se deben consultar los índices que publica SECODAM en Diario Oficial y en caso de no encontrarse el índice del material que se necesita, se hará una investigación de mercado siguiendo los lineamientos que hay en la materia
- ◆ el Banco de México publica una gran variedad de indicadores económicos e índices de insumos, destacando el índice de precios al consumidor, índice de precios al productor, indicadores monetarios, financieros y de finanzas públicas, índice de costo de edificación de la vivienda de interés social, indicadores del sector externo, etc.
- ◆ La Cámara Mexicana de la Industria de Construcción a través del Boletín informativo de la Construcción, publica mensualmente:
  - índice nacional del costo de la vivienda de interés social (B de M)
  - índice nacional de precios al consumidor (B de M)
  - índice nacional de precios al productor (B de M)
  - paridad del peso mexicano respecto al dólar norteamericano
  - tasa de interés para el caso de prórroga en el pago de créditos fiscales
  - costo porcentual promedio de captación (CPP)
  - valores de las unidades de inversión

- índice de costos de oficinas y locales comerciales
- índice de costos de laboratorios biomédicos
- índice de costos de construcción industrial
- índice de costos de escuelas
- índice de costos de maquinaria
- índice de costos de proyectos viales (camino)
- relativos de precios de insumos, maquinaria y equipo
- costos por m<sup>2</sup> de construcción (bimsa)

#### **4B Índice de Costo, su cálculo**

**RELATIVOS DE PRECIOS:** es un indicador económico que refleja la variación particular y específica del PRECIO DEL MATERIAL o INSUMO, respecto a un período base de observación y cálculo, expresándose;

$$R_p = P_n / P_b \times 100$$

donde;

R<sub>p</sub> = Relativo de precio

P<sub>n</sub> = Precio del insumo para cualquier período de observación

P<sub>b</sub> = Precio del insumo, respecto a un mismo período base

**INDICE:** es el indicador económico que refleja la variación general de la evaluación de los precios de un CONJUNTO DE INSUMOS AFINES por sus características, respecto a un período base, calculándose por:

- agregación simple
- agregación ponderada: tomando en cuenta las cantidades de insumos con los Índice de las Peyres y de Paasche
- MODELO DE COSTO, a través de la EXPLOSIÓN DE INSUMOS, de un presupuesto de obra

## ANEXOS

<b>ANALISIS DE COSTO HORARIO</b>	proyecto:	MAQUINA	hoja de
	formulo:	marca:	clave
	lugar y fecha:	modelo:	

Vm = valor de mercado, con llantas	\$	
Pn = Valor de llantas	\$	
Vm = valor de mercado, sin llantas	\$	
Vr = valor de rescate	% \$	
i = tasa de interes		% anual
s = prima de seguros		% anual
Ko = factor de mantenimiento		
Ve = vida económica		horas
Hea = horas efectivas trabajadas/año		horas

Ponom = potencia nominal	
tipo de combustible	
Gh = gasto de combustible/hora	lts
Pc = precio del combustible	\$
Ah = lubricante consumido/hora	lts
Ga = consumo/cambios de lub.	
Pa = precio del lubricante	\$
Pn = valor de las llantas	\$
Vn = vida economica de llantas	hrs

ACTIVA	INACTIVA, en espera	PARO TOTAL
--------	------------------------	------------

**COSTOS FIJOS**

Depreciación  $D = (Vm - Vr) / Ve =$   
 Inversión  $Im = ((Vm + Vr) / 2 Hea) i =$   
 Seguro  $Sm = ((Vm + Vr) / 2 Hea) s =$   
 Mantenimiento  $Mn = (Ko) (D)$

subtotal

**COSTOS POR CONSUMO**

Combustibles  $Co = (Gh) (Pc) =$   
 Lubricantes  $Lb = (Ah + Ga) Pa =$   
 Llantas  $N = Pn / Vn =$

subtotal

**PIEZAS ESPECIALES**

**COSTOS POR SALARIO DE OPERACIÓN**

Operario  $Po = Sr / Ht$   
 Maniobristas  
 Ayudantes u otros

subtotal

TOTAL; COSTO DIRECTO HORA MAQUINA

\$	\$	\$
----	----	----

**MATRIZ DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

*datos generales del proyecto u obra*

descripción del concepto

clave  
unidad  
fecha

num	concepto/descripcion	unidad	cantidad	costo	importe
<b>MATERIALES</b>					
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				subtotal MATERIALES	\$ -
<b>MANO DE OBRA</b>					
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				subtotal MANO DE OBRA	\$ -
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				subtotal M y E	\$ -
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	\$ -
	INDIRECTOS	ofna central	%		\$ -
		ofna de campo	%		\$ -
				subtotal	\$ -
		FINANCIAMIENTO	%		\$ -
				subtotal	\$ -
		UTILIDAD	%		\$ -
				subtotal	\$ -
		cargos adicionales	%		\$ -
				<b>PRECIO UNITARIO</b>	\$ -

formato PU

**OFICINA CENTRAL**

**DIRECCION TECNICA**

CONCEPTO	costo periodo (mes)	porcentaje	importe por proyecto	costo periodo	importe
----------	------------------------	------------	-------------------------	---------------	---------

**Personal, sueldos y prestaciones**

Personal directivo;	\$ 30,000.00	5%	\$ 21,000.00		
Personal técnico;	\$ 25,000.00	30%	\$ 90,000.00		

Personal administrativo;

Cuota patronal del Seguro Social y del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores;

Prestaciones a que obliga la Ley Federal del Trabajo para el personal enunciado en los incisos a., b. y c.,

Pasajes y viáticos del personal enunciado en los incisos a., b. y c., y

Los que deriven de la suscripción de contratos de trabajo, para el personal enunciado en los incisos a., b. y c.;

**subtotal**

**subtotal**

**Depreciación, mantenimiento y rentas de los siguientes conceptos:**

Edificios y locales;

Locales de mantenimiento y guarda;

Bodegas;

Instalaciones generales;

Equipos, muebles y enseres;

Depreciación o renta, y operación de vehículos, y

Campamentos;

Servicios de los siguientes conceptos:

Consultores, asesores, servicios y laboratorios, y

Estudios e investigaciones,

Fletes y acarreos de los siguientes conceptos:

Campamentos;

Equipo de construcción;

Plantas y elementos para instalaciones, y

Mobiliario;

Gastos de oficina de los siguientes conceptos:

Materia y útiles de escritorio;

Correos, fax, teléfonos, telégrafos, radio;

Equipo de computación;

Situación de fondos;

Copias y duplicados;

Luz, gas y otros consumos, y

Gastos de la licitación;

Capacitación y adiestramiento;

Seguros y fianzas, y

Trabajos previos y auxiliares de los siguientes conceptos:

Construcción y conservación de caminos de acceso;

Montajes y desmantelamientos de equipo, y

Construcción de instalaciones generales:

De campamentos;

De equipo de construcción, y

De plantas y elementos para instalaciones

TOTAL \$ 800,000.00

\$ 900,000.00

TOTAL COSTO DIRECTO \$ 10,000,000.00

porcentajes 8%

9%



## COSTO DIRECTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO

CARGO	porcentajes de uso de maquinas		
	ACTIVA	INACTIVA, en espera	PARO TOTAL
DEPRECIACION	100%	100%	100%
INVERSIÓN	100%	100%	100%
SEGUROS	100%	100%	100%
MANTENIMIENTO	100%	75%	10%
CONSUMO COMBUSTIBLES	100%	15%	3%
CONSUMO LUBRICANTES	100%	15%	1%
CONSUMO LLANTAS	100%	0%	5%
OPERACIÓN	100%	100%	0%

proyecto:		MAQUINA CAMION DE VOLTEO de 7 M3 y 170 hp		hoja de
<b>ANALISIS DE COSTO HORARIO</b>	marca:	MERCEDES BENZ		clave
formulo:	modelo:	LK 1417/34		
lugar y fecha:AGO03				

Vm = valor de mercado, con llantas	\$	491,030.85
Pn = Valor de llantas	\$	10,942.64
Vm = valor de mercado, sin llantas	\$	480,088.21
Vr = valor de rescate	\$	49,103.09
i = tasa de interes anual		5%
s = prima de seguros anual		3%
Ko = factor de mantenimiento		0.75
Ve = vida económica HRS		9000
Hea = horas efectivas trabajadas/año		1 500 horas

Ponom = potencia nominal HP	170
tipo de combustible	DIESEL
Gh = gasto de combustible/hora	17.00 lts/hora
Pc = precio del combustible	\$ 4.31
Ah = lubricante consumido/hora	0.255 lts/hora
Ga = consumo/cambios de lub.	
Pa = precio del lubricante	\$ 18.00
Pn = valor de las llantas	\$ 10,942.64
Vn = vida economica de llantas HRS	2,000.00

ACTIVA	INACTIVA, en espera	PARO TOTAL
--------	---------------------	------------

**COSTOS FIJOS**

Depreciación $D = (Vm - Vr) / Ve =$	35.9154271	\$ 47.89	\$ 47.89	\$ 47.89
Inversión $Im = ((Vm + Vr) / 2 Hea) i =$		\$ 8.82	\$ 8.82	\$ 8.82
Seguro $Sm = ((Vm + Vr) / 2 Hea) s =$		\$ 5.29	\$ 5.29	\$ 5.29
Mantenimiento $Mn = (Ko) (D)$		\$ 35.92	\$ 26.94	\$ 2.69
	subtotal	\$ 97.91	\$ 88.94	\$ 64.69

**COSTOS POR CONSUMO**

Combustibles $Co = (Gh) (Pc) =$		\$ 73.25	\$ 10.99	\$ 3.66
Lubricantes $Lb = (Ah + Ga) Pa =$		\$ 4.59	\$ 0.69	\$ 0.23
Llantas $N = Pn / Vn =$		\$ 5.47	\$ 5.47	\$ 0.27
	subtotal	\$ 83.32	\$ 17.15	\$ 4.17

**PIEZAS ESPECIALES**

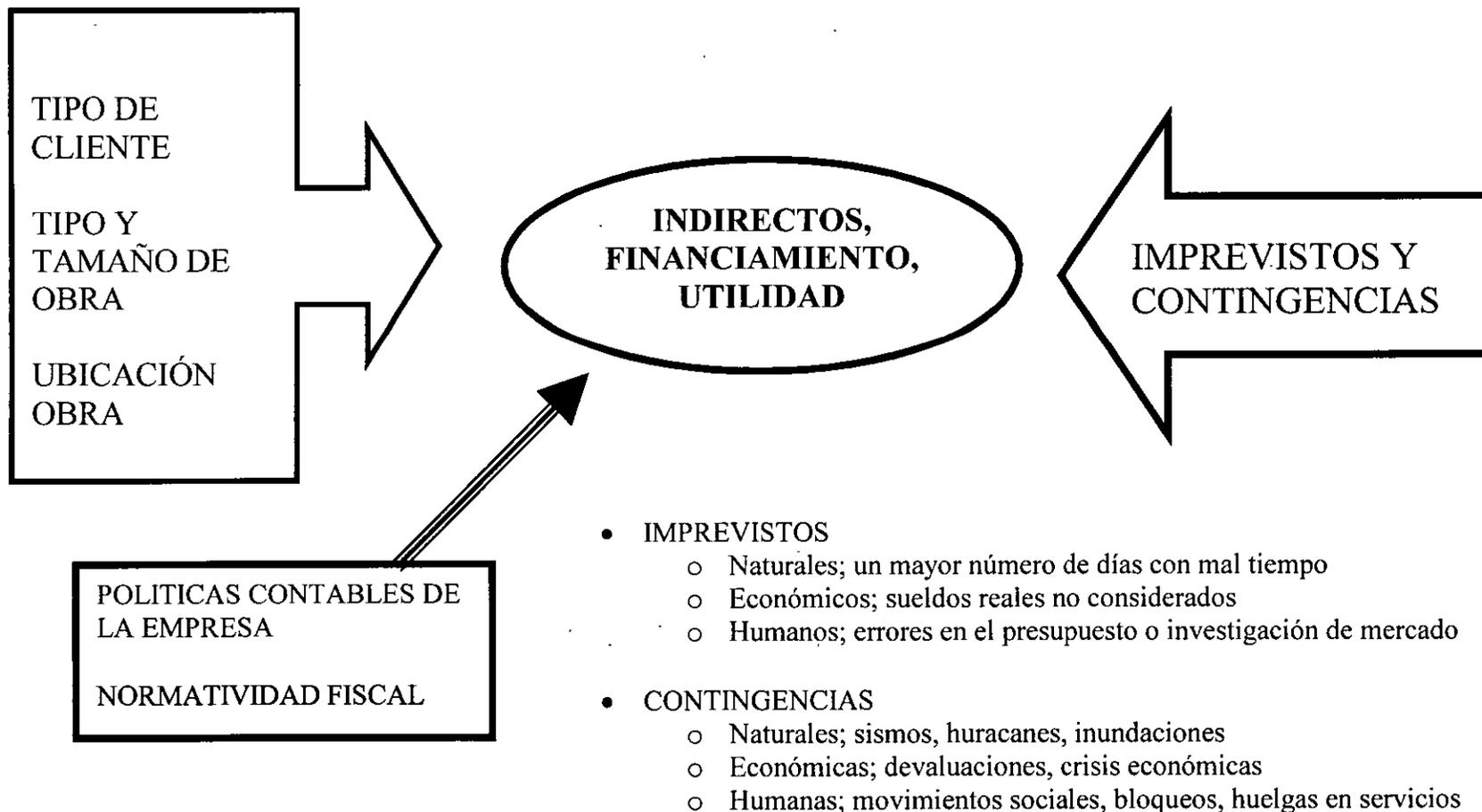
--	--	--	--	--

**COSTOS POR SALARIO DE OPERACIÓN**

Operario $Po = Sr / Ht$		\$ 46.88	\$ 46.88	\$ -
Maniobristas				
Ayudantes u otros		\$ -	\$ -	
	subtotal	\$ 46.88	\$ 46.88	\$ -

<b>TOTAL; COSTO DIRECTO HORA MAQUINA</b>	\$ 228.11	\$ 152.96	\$ 68.86
--	-----------	-----------	----------

GASTOS INDIRECTOS	OFICINA CENTRAL			OFICINA DE CAMPO	
	CONCEPTO	costo periodo (mes)	porcentaje	importe por proyecto	costo periodo
<b>Honorarios, sueldos y prestaciones</b>					
Personal directivo;					
Personal técnico;					
Personal administrativo;					
Cuota patronal del Seguro Social y del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores;					
Prestaciones a que obliga la Ley Federal del Trabajo para el personal					
Pasajes y viáticos del personal enunciado					
Los que deriven de la suscripción de contratos de trabajo, para el personal enunciado					
			<b>subtotal</b>		<b>subtotal</b>
<b>Depreciación, mantenimiento y rentas de los siguientes conceptos:</b>					
Edificios y locales;					
Locales de mantenimiento y guarda;					
Bodegas;					
Instalaciones generales;					
Equipos, muebles y enseres;					
Depreciación o renta, y operación de vehículos, y					
Campamentos;					
<b>Servicios de los siguientes conceptos:</b>					
Consultores, asesores, servicios y laboratorios, y					
Estudios e investigaciones;					
Fletes y acarreo de los siguientes conceptos:					
Campamentos;					
Equipo de construcción,					
Plantas y elementos para instalaciones, y					
Mobiliario,					
<b>Gastos de oficina de los siguientes conceptos:</b>					
Papelería y útiles de escritorio;					
Correos, fax, teléfonos, telégrafos, radio,					
Equipo de computación;					
Situación de fondos,					
Copias y duplicados;					
Luz, gas y otros consumos					
<b>Gastos de la licitación;</b>					
<b>Capacitación y adiestramiento;</b>					
<b>Seguros y fianzas</b>					
<b>Trabajos previos y auxiliares de los siguientes conceptos:</b>					
Construcción y conservación de caminos de acceso,					
Montajes y desmantelamientos de equipo, y					
Construcción de instalaciones generales:					
De campamentos;					
De equipo de construcción, y					
De plantas y elementos para instalaciones.					



# CALCULO DEL COSTO FINANCIERO

INTERACCIÓN, SIN UTILIDAD

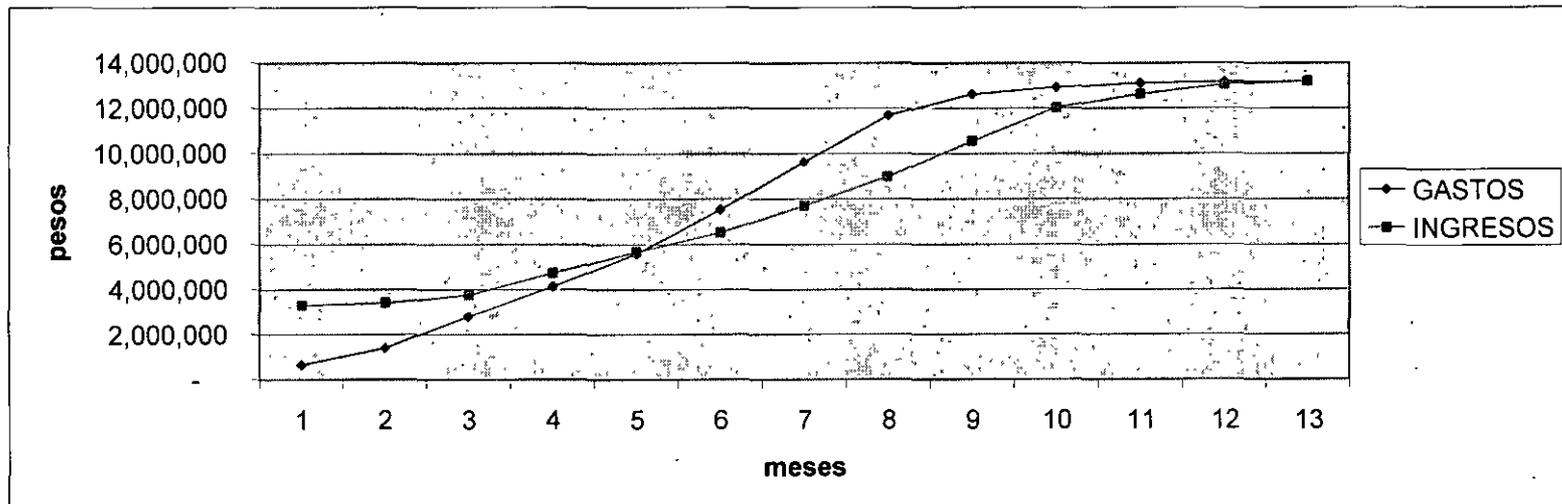
mes	obra ejecutada	INGRESOS		mano de obra	materiales	equipo y maquinaria	indirectos	GASTOS		diferencia cobro-gasto	diferencia acumulada	intereses por pagar	intereses a favor
		cobro estimación neto, parciales	cobros acumulados					total de gastos parciales	gastos acumulados				
1	130,000	3,297,500	3,297,500	80,000	450,000	30,000	100,000	660,000	660,000	2,637,500	2,637,500		23,738
2	480,000	97,500	3,395,000	90,000	318,800	200,000	124,700	733,500	1,393,500	636,000	2,001,500		18,014
3	1,300,000	360,000	3,755,000	120,000	350,000	800,000	147,500	1,417,500	2,811,000	1,057,500	944,000		8,496
4	1,250,000	975,000	4,730,000	100,000	450,000	600,000	162,500	1,312,500	4,123,500	337,500	606,500		5,459
5	1,150,000	937,500	5,667,500	160,000	500,000	600,000	205,000	1,465,000	5,588,500	527,500	79,000		711
6	1,560,000	862,500	6,530,000	140,000	900,000	600,000	295,000	1,935,000	7,523,500	1,072,500	993,500	34,773	
7	1,700,000	1,170,000	7,700,000	140,000	950,000	700,000	307,500	2,097,500	9,621,000	927,500	1,921,000	67,235	
8	2,100,000	1,275,000	8,975,000	160,000	1,300,000	200,000	405,000	2,065,000	11,686,000	790,000	2,711,000	94,885	
9	1,980,000	1,575,000	10,550,000	111,000	450,000	200,000	168,000	929,000	12,615,000	646,000	2,065,000	72,275	
10	800,000	1,485,000	12,035,000	40,000	90,000	100,000	80,000	310,000	12,925,000	1,175,000	890,000	31,150	
11	740,000	600,000	12,635,000	30,000	65,000	20,000	80,000	195,000	13,120,000	405,000	485,000	16,975	
12		418,250	13,051,250				50,000	50,000	13,170,000	366,250	118,750	4,156	
13		138,750	13,190,000				20,000	20,000	\$ 13,190,000	118,750	-		
TOTALES \$ 13,190,000		\$ 13,190,000		\$ 1,171,000	\$ 5,823,800	\$ 4,050,000	\$ 2,145,200	\$ 13,190,000				-\$ 321,449	\$ 56,417

25% anticipo \$ 3,297,500

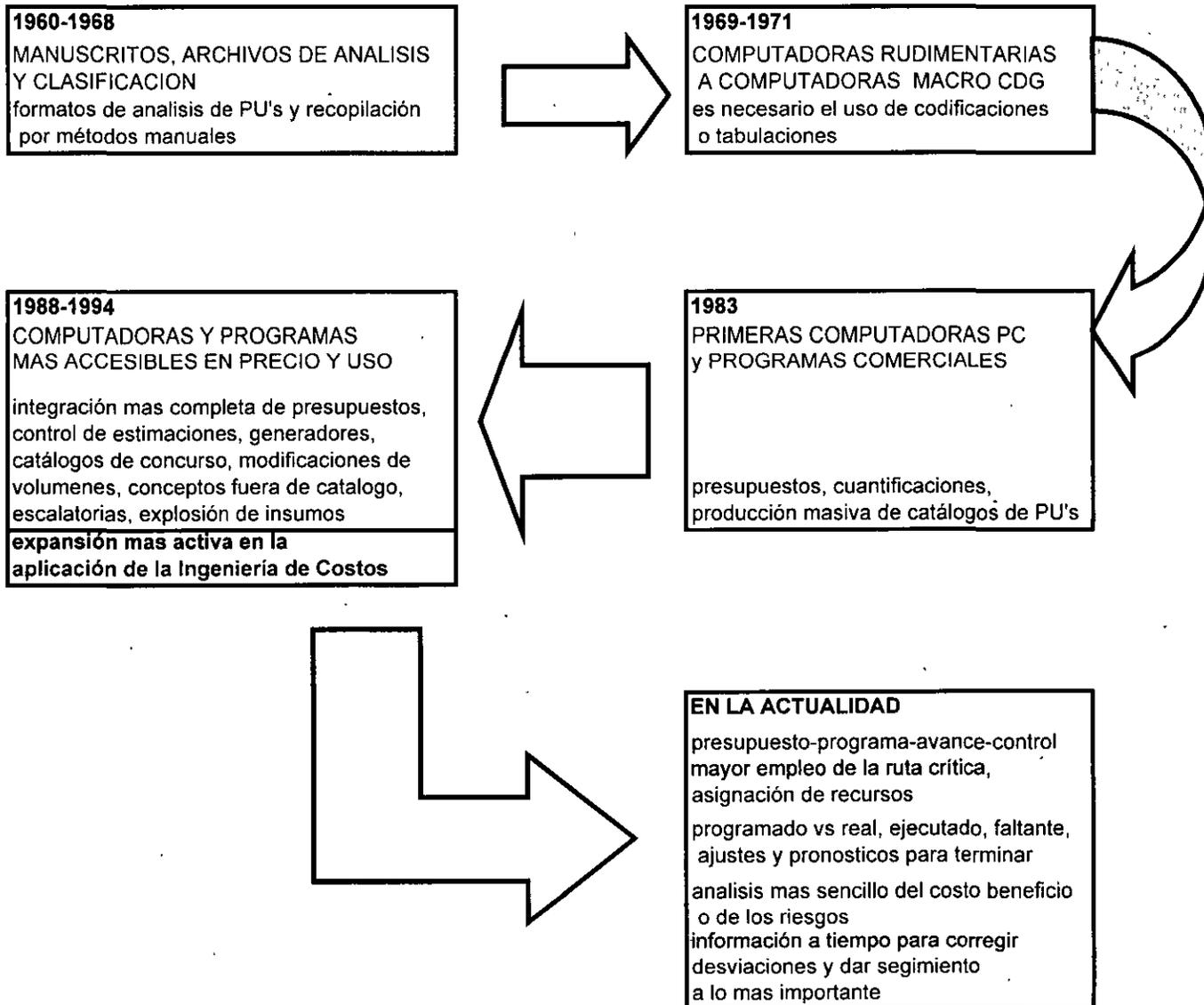
COSTO OBRA

GASTO FINANCIERO = -\$ 265,032

PORCENTAJE DE FINANCIAMIENTO = GASTO FINANCIERO/COSTO DE OBRA = -\$ 265,032 entre \$ 13,190,000 igual a -2.009%



# EVOLUCIÓN DE LA INGENIERÍA DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN





**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

**"Tres décadas de orgullosa excelencia" 1971 - 2001**



...: Ingeniería Eléctrica

# **CURSOS ABIERTOS**

## **CA-623 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

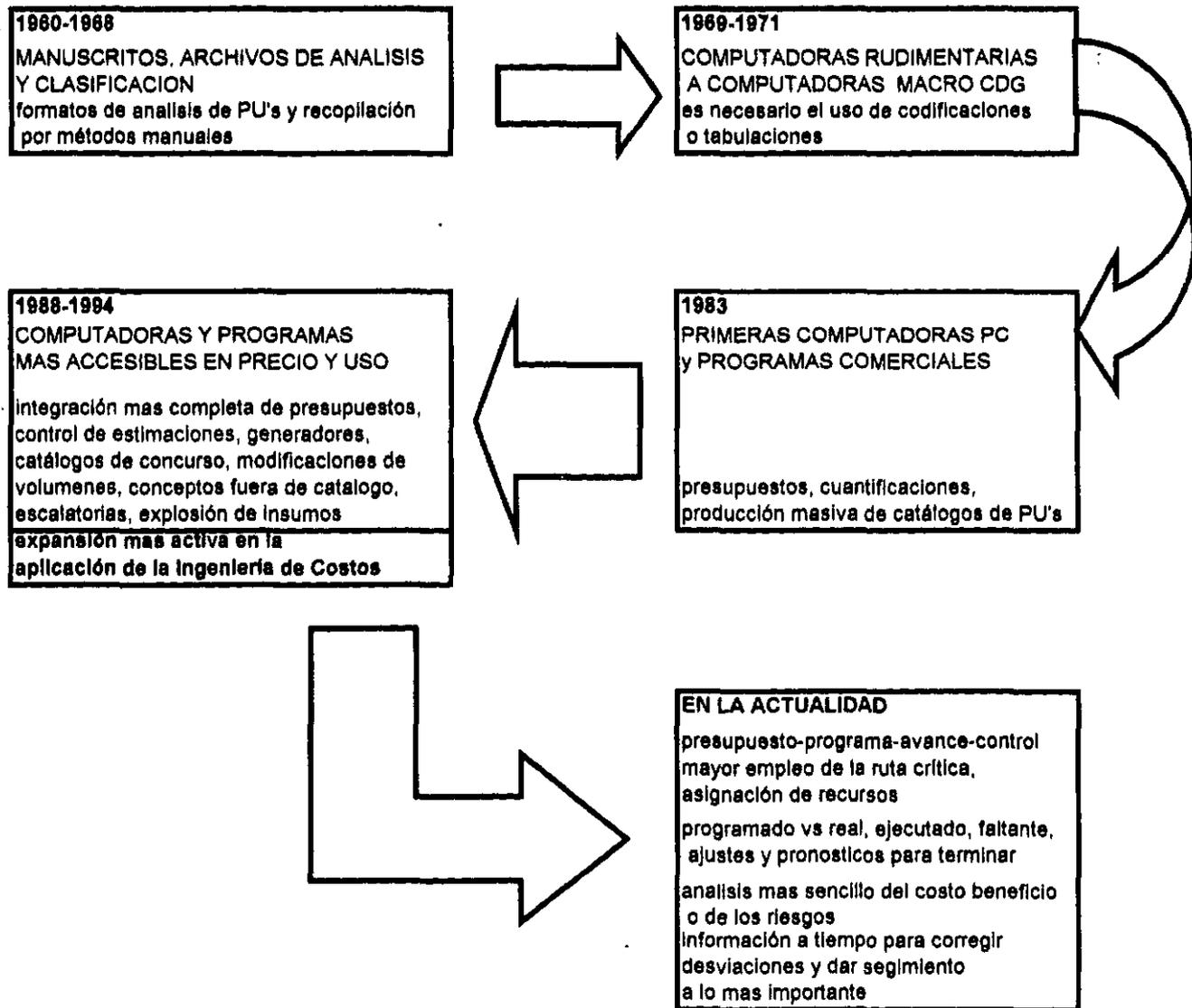
### **ANEXO**

**EXPOSITOR: ING. ARTURO BENITEZ MORALES**

**DEL 03 AL 07 DE OCTUBRE DE 2005**

**PALACIO DE MINERÍA**

## EVOLUCIÓN DE LA INGENIERÍA DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN



<b>ANALISIS DE COSTO HORARIO</b>	proyecto:	MAQUINA CAMION DE VOLTEO de 7 M3 y 170 hp	hoja de
	formulo:	marca: MERCEDES BENZ	clave
	lugar y fecha: AGO03	modelo: LK 1417/34	

Vm = valor de mercado, con llantas	\$	491,030.85
Pn = Valor de llantas	\$	10,942.84
Vm = valor de mercado, sin llantas	\$	480,088.21
Vr = valor de rescate 10%	\$	49,103.09
I = tasa de interes anual		5%
s = prima de seguros anual		3%
Ko = factor de mantenimiento		0.75
Ve = vida económica HRS		9000
Hea = horas efectivas trabajadas/año		1 500 horas

Ponom = potencia nominal HP	170
tipo de combustible	DIESEL
Gh = gasto de combustible/hora	17.00 lts/hora
Pc = precio del combustible	\$ 4.31
Ah = lubricante consumido/hora	0.255 lts/hora
Ga = consumo/cambios de lub.	
Pa = precio del lubricante	\$ 18.00
Pn = valor de las llantas	\$ 10,942.84
Vn = vida economica de llantas HRS	2,000.00

**COSTOS FIJOS**

Depreciación	$D = (Vm - Vr) / Ve =$	35.9154271
Inversión	$Im = ((Vm + Vr) / 2 Hea) i =$	
Seguro	$Sm = ((Vm + Vr) / 2 Hea) s =$	
Mantenimiento	$Mn = (Ko) (D)$	

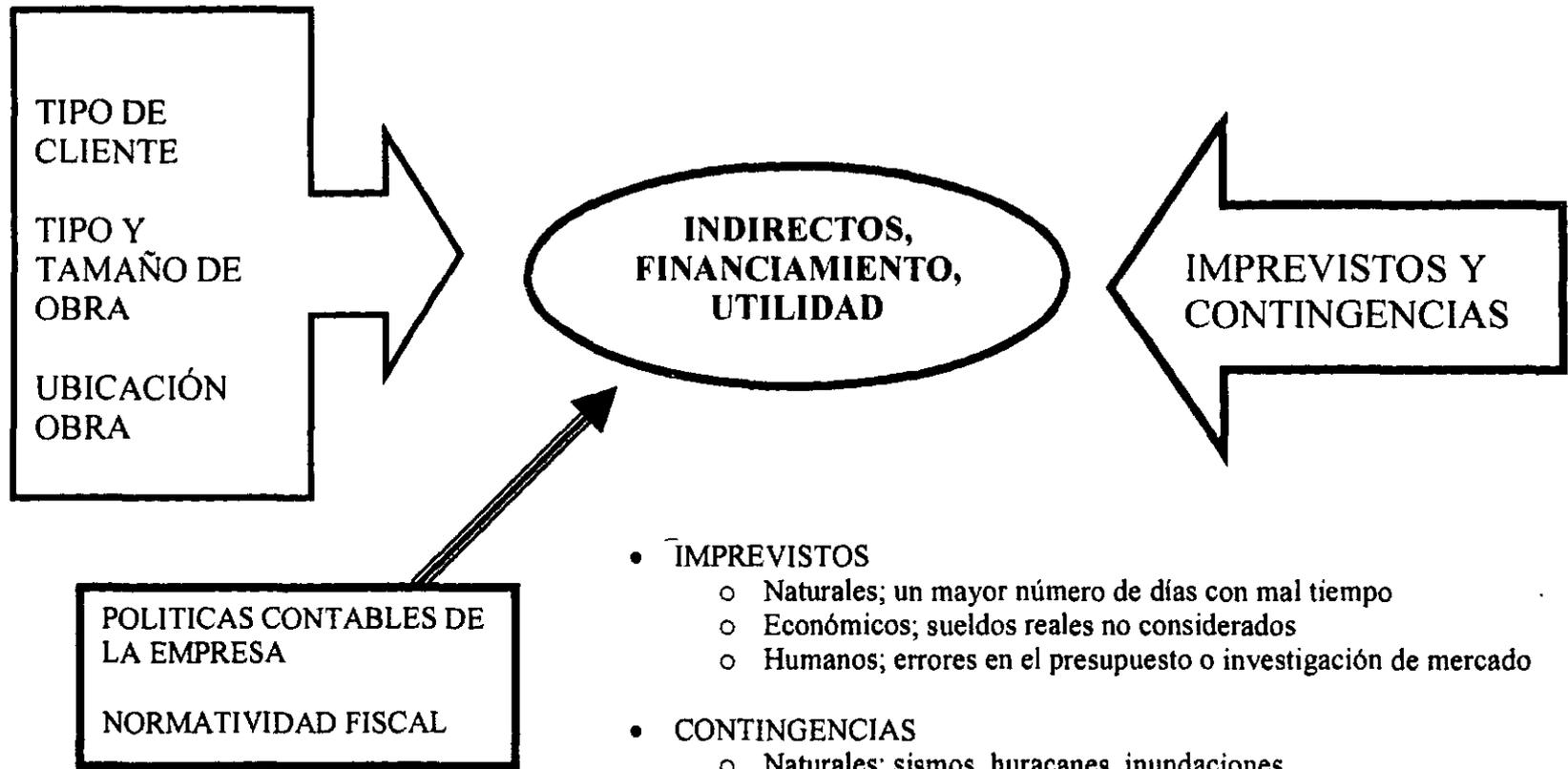
	ACTIVA	INACTIVA, en espera	PARO TOTAL
35.9154271	\$ 47.89	\$ 47.89	\$ 47.89
	\$ 8.82	\$ 8.82	\$ 8.82
	\$ 5.29	\$ 5.29	\$ 5.29
	\$ 35.92	\$ 26.94	\$ 2.69
subtotal	\$ 97.91	\$ 88.94	\$ 64.69
	\$ 73.25	\$ 10.99	\$ 3.66
	\$ 4.59	\$ 0.69	\$ 0.23
	\$ 5.47	\$ 5.47	\$ 0.27
subtotal	\$ 83.32	\$ 17.15	\$ 4.17
<b>PIEZAS ESPECIALES</b>			
<b>COSTOS POR SALARIO DE OPERACIÓN</b>			
Operario $Po = Sr / Ht$	\$ 46.88	\$ 46.88	\$ -
Maniobristas	\$ -	\$ -	\$ -
Ayudantes u otros	\$ -	\$ -	\$ -
subtotal	\$ 46.88	\$ 46.88	\$ -
<b>TOTAL; COSTO DIRECTO HORA MAQUINA</b>	\$ 228.11	\$ 152.96	\$ 68.86

## COSTO DIRECTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO

CARGO	porcentajes de uso de maquinas		
	ACTIVA	INACTIVA, en espera	PARO TOTAL
DEPRECIACION	100%	100%	100%
INVERSIÓN	100%	100%	100%
SEGUROS	100%	100%	100%
MANTENIMIENTO	100%	75%	10%
CONSUMO COMBUSTIBLES	100%	15%	3%
CONSUMO LUBRICANTES	100%	15%	1%
CONSUMO LLANTAS	100%	0%	5%
OPERACIÓN	100%	100%	0%

PAG 22.1 MAQ percent USO

GASTOS INDIRECTOS	OFICINA CENTRAL			OFICINA DE CAMPO		
	CONCEPTO	costo periodo (mes)	porcentaje	importe por proyecto	costo periodo	importe
<b>Honorarios, sueldos y prestaciones</b>						
Personal directivo;						
Personal técnico;						
Personal administrativo;						
Cuota patronal del Seguro Social y del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores;						
Prestaciones a que obliga la Ley Federal del Trabajo para el personal						
Pasajes y viáticos del personal enunciado						
Los que deriven de la suscripción de contratos de trabajo, para el personal enunciado						
			<b>subtotal</b>			<b>subtotal</b>
<b>Depreciación, mantenimiento y rentas de los siguientes conceptos:</b>						
Edificios y locales;						
Locales de mantenimiento y guarda;						
Bodegas;						
Instalaciones generales;						
Equipos, muebles y enseres;						
Depreciación o renta, y operación de vehículos, y						
Campamentos;						
<b>Servicios de los siguientes conceptos:</b>						
Consultores, asesores, servicios y laboratorios, y						
Estudios e investigaciones;						
<b>Fletes y acarreos de los siguientes conceptos:</b>						
Campamentos;						
Equipo de construcción;						
Plantas y elementos para instalaciones, y						
Mobiliario;						
<b>Gastos de oficina de los siguientes conceptos:</b>						
Papelería y útiles de escritorio;						
Correos, fax, teléfonos, telégrafos, radio;						
Equipo de computación;						
Situación de fondos;						
Copias y duplicados;						
Luz, gas y otros consumos						
<b>Gastos de la licitación;</b>						
Capacitación y adiestramiento;						
Seguros y fianzas						
<b>Trabajos previos y auxiliares de los siguientes conceptos:</b>						
Construcción y conservación de caminos de acceso;						
Montajes y desmantelamientos de equipo, y						
Construcción de instalaciones generales;						
De campamentos;						
De equipo de construcción, y						
De plantas y elementos para instalaciones.						



# CALCULO DEL COSTO FINANCIERO

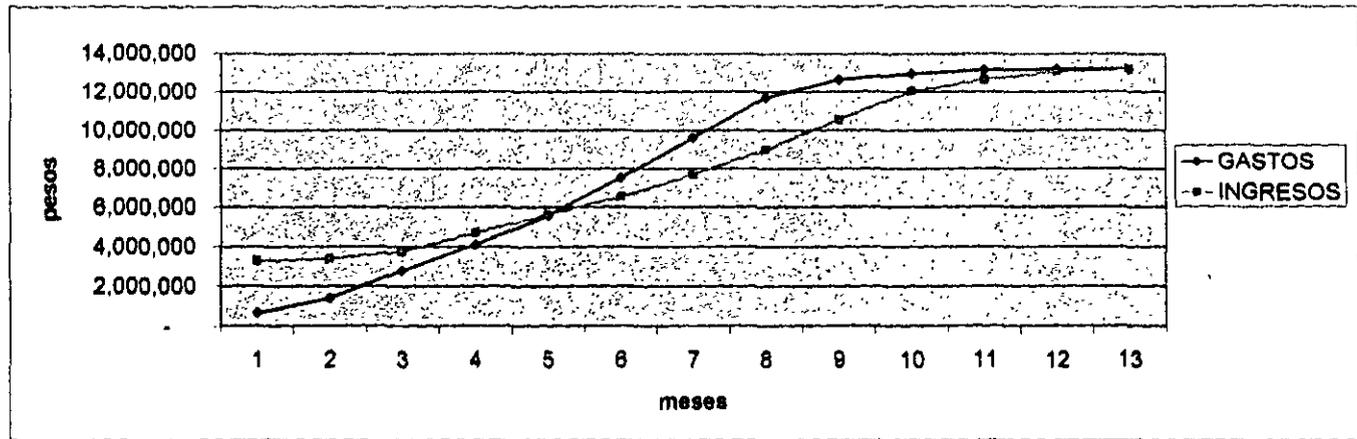
INTERACCIÓN, SIN UTILIDAD

mes	obra ejecutada	INGRESOS			GASTOS					diferencia cobro-gasto	diferencia acumulada	intereses por pagar	intereses a favor
		cobro estimación neto, parciales	cobros acumulados	mano de obra	materiales	equipo y maquinaria	Indirectos	total de gastos parciales	gastos acumulados				
1	130,000	3,297,800	3,297,800	80,000	480,000	30,000	100,000	860,000	860,000	2,637,800	2,637,800	-	23,736
2	480,000	87,800	3,395,600	80,000	318,800	200,000	124,700	733,500	1,393,500	836,000	2,001,800	-	18,014
3	1,300,000	350,000	3,745,600	120,000	380,000	800,000	147,800	1,417,800	2,811,000	1,057,800	844,000	-	8,498
4	1,280,000	878,000	4,730,000	100,000	480,000	800,000	182,800	1,312,800	4,123,800	337,800	806,800	-	8,489
5	1,180,000	837,800	5,867,800	180,000	600,000	800,000	205,000	1,485,000	5,888,800	827,800	79,000	-	711
6	1,680,000	862,800	6,830,000	140,000	800,000	800,000	285,000	1,935,000	7,823,800	1,072,800	993,800	-	34,773
7	1,700,000	1,170,000	7,700,000	140,000	860,000	700,000	307,800	2,097,800	9,821,000	927,800	1,821,000	-	87,236
8	2,100,000	1,275,000	8,875,000	150,000	1,300,000	200,000	405,000	2,055,000	11,686,000	790,000	2,711,000	-	84,885
9	1,880,000	1,675,000	10,850,000	111,000	460,000	200,000	188,000	929,000	12,815,000	848,000	2,065,000	-	72,275
10	800,000	1,488,000	12,038,000	40,000	80,000	100,000	80,000	310,000	12,925,000	1,178,000	890,000	-	31,180
11	740,000	800,000	12,838,000	30,000	85,000	20,000	80,000	195,000	13,120,000	405,000	485,000	-	18,976
12		418,250	13,081,250				80,000	80,000	13,170,000	386,250	118,750	-	4,188
13		138,750	13,190,000				20,000	20,000	13,190,000	118,750	-	-	-

TOTALES \$ 13,190,000 \$ 13,190,000 \$ 1,171,000 \$ 5,823,800 \$ 4,050,000 \$ 2,145,200 \$ 13,190,000  
 COSTO OBRA \$ 13,190,000  
 GASTO FINANCIERO = -\$ 321,449 \$ 58,417

28% anticipo \$ 3,287,800

PORCENTAJE DE FINANCIAMIENTO = GASTO FINANCIERO/COSTO DE OBRA = -\$ 255,032 entre \$ 13,190,000 igual a -2.009%





**ANALISIS DE COSTO HORARIO**

proyecto:  
MAQUINA

hoja de  
clave

formulo:

marca:

lugar y fecha:

modelo

Vm = valor de mercado, con llantas \$  
 Pn = Valor de llantas \$  
 Vm = valor de mercado, sin llantas \$  
 Vr = valor de rescate % \$  
 i = tasa de interes % anual  
 s = prima de seguros % anual  
 Ko = factor de mantenimiento  
 Ve = vida económica horas  
 Hea = horas efectivas trabajadas/año horas

\$	
\$	
\$	
\$	
%	
%	
%	
%	
horas	
horas	

Ponom = potencia nominal  
 tipo de combustible  
 Gh = gasto de combustible/hora lts  
 Pc = precio del combustible \$  
 Ah = lubricante consumido/hora lts  
 Ga = consumo/cambios de lub.  
 Pa = precio del lubricante \$  
 Pn = valor de las llantas \$  
 Vn = vida economica de llantas hrs

ACTIVA	INACTIVA, en espera	PARO TOTAL
--------	------------------------	------------

**COSTOS FIJOS**

Depreciación  $D = (Vm - Vr) / Ve =$   
 Inversión  $Im = ((Vm + Vr) / 2 Hea) i =$   
 Seguro  $Sm = ((Vm + Vr) / 2 Hea) s =$   
 Mantenimiento  $Mn = (Ko) (D)$

subtotal

**COSTOS POR CONSUMO**

Combustibles  $Co = (Gh) (Pc) =$   
 Lubricantes  $Lb = (Ah + Ga) Pa =$   
 Llantas  $N = Pn / Vn =$

subtotal

**PIEZAS ESPECIALES**

**COSTOS POR SALARIO DE OPERACIÓN**

Operario  $Po = Sr / Ht$   
 Maniobristas  
 Ayudantes u otros

subtotal

TOTAL; COSTO DIRECTO HORA MAQUINA

\$	\$	\$
----	----	----

<b>ANALISIS DE COSTO HORARIO</b>
formulo:
lugar y fecha:

proyecto:  
MAQUINA

hoja de clave
------------------

marca:  
modelo:

Vm = valor de mercado, con llantas	\$	
Pn = Valor de llantas	\$	
Vm = valor de mercado, sin llantas	\$	
Vr = valor de rescate	% \$	
i = tasa de interes		% anual
s = prima de seguros		% anual
Ko = factor de mantenimiento		
Ve = vida económica		horas
Hea = horas efectivas trabajadas/año		horas

Ponom = potencia nominal	
tipo de combustible	
Gh = gasto de combustible/hora	lts
Pc = precio del combustible	\$
Ah = lubricante consumido/hora	lts
Ga = consumo/cambios de lub.	
Pa = precio del lubricante	\$
Pn = valor de las llantas	\$
Vn = vida economica de llantas	hrs

ACTIVA	INACTIVA, en espera	PARO TOTAL
--------	------------------------	------------

**COSTOS FIJOS**

Depreciación  $D = (Vm - Vr) / Ve =$   
 Inversión  $Im = ((Vm + Vr) / 2 Hea) i =$   
 Seguro  $Sm = ((Vm + Vr) / 2 Hea) s =$   
 Mantenimiento  $Mn = (Ko) (D)$

subtotal

**COSTOS POR CONSUMO**

Combustibles  $Co = (Gh) (Pc) =$   
 Lubricantes  $Lb = (Ah + Ga) Pa =$   
 Llantas  $N = Pn / Vn =$

subtotal

**PIEZAS ESPECIALES**

**COSTOS POR SALARIO DE OPERACIÓN**

Operario  $Po = Sr / Ht$   
 Maniobristas  
 Ayudantes u otros

subtotal

TOTAL; COSTO DIRECTO HORA MAQUINA

\$	\$	\$
----	----	----

for COSTO HORARIO



**MATRIZ DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

*datos generales del proyecto u obra*

descripción del concepto

clave  
unidad  
fecha

num	concepto/descripcion	unidad	cantidad	costo	importe
<b>MATERIALES</b>					
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				subtotal MATERIALES	\$ -
<b>MANO DE OBRA</b>					
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				subtotal MANO DE OBRA	\$ -
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				subtotal M y E	\$ -
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	\$ -
	INDIRECTOS	ofna central	%		\$ -
		ofna de campo	%		\$ -
				subtotal	\$ -
		FINANCIAMIENTO	%		\$
				subtotal	\$
		UTILIDAD	%		\$
				subtotal	\$
		cargos adicionales	%		\$
				<b>PRECIO UNITARIO</b>	\$



**MATRIZ DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

*datos generales del proyecto u obra*

descripción del concepto

clave  
unidad  
fecha

num	concepto/descripcion	unidad	cantidad	costo	importe
<b>MATERIALES</b>					
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				subtotal MATERIALES	\$ -
<b>MANO DE OBRA</b>					
					\$ -
					\$ -
				subtotal MANO DE OBRA	\$ -
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				subtotal M y E	\$ -
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	\$ -
	INDIRECTOS	ofna central	%		\$ -
		ofna de campo	%		\$ -
				subtotal	\$ -
		FINANCIAMIENTO	%		\$
				subtotal	\$
		UTILIDAD	%		\$
				subtotal	\$
		cargos adicionales	%		\$
				<b>PRECIO UNITARIO</b>	\$

**MATRIZ DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

datos generales del proyecto u obra

descripción del concepto

clave  
unidad  
fecha

num	concepto/descripcion	unidad	cantidad	costo	importe
<b>MATERIALES</b>					
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				subtotal MATERIALES	\$ -
<b>MANO DE OBRA</b>					
					\$ -
					\$ -
				subtotal MANO DE OBRA	\$ -
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
					\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
				subtotal M y E	\$ -
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	\$ -
	INDIRECTOS	ofna central	%		\$ -
		ofna de campo	%		\$ -
				subtotal	\$ -
		FINANCIAMIENTO	%		\$
				subtotal	\$
		UTILIDAD	%		\$
				subtotal	\$
		cargos adicionales	%		\$
				<b>PRECIO UNITARIO</b>	\$

