

---

# **FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS**

**Ing. Ernesto René Mendoza Sánchez**



**FUNDACIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE LA CONSTRUCCIÓN, A.C.**

La Fundación para la Enseñanza de la Construcción, FUNDEC, A.C., institución sin fines lucrativos, formada por profesores de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, tiene como principal objetivo, implementar los mecanismos necesarios para el fomento y mejoramiento de la enseñanza de la Construcción, promoviendo las acciones que tiendan al beneficio y superación académica de profesores y alumnos de instituciones universitarias en el ámbito nacional.

Para el cumplimiento de sus objetivos, se tiene celebrado un convenio de colaboración y apoyo con la Universidad Nacional Autónoma de México.

La oficina central de FUNDEC, A.C., se ubica en las instalaciones del Departamento de Construcción de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, situadas en Ciudad Universitaria, México. D.F.

## **PROLOGO**

Los presentes apuntes, cubren uno de los temas básicos en las asignaturas del área de construcción: la presupuestación de obras.

El procedimiento de presupuestación que se presenta es con base en el sistema de precios unitarios, donde se describen con detalle cada uno de los elementos o factores que lo integran: costo directo, costo indirecto, costo de financiamiento, utilidad y, en su caso, cargos adicionales.

Para ello, se han tomado como base los lineamientos que establece la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y el Reglamento de la propia Ley para la integración de los elementos que conforman los costos, esto es, entre otros, el cálculo del factor de salario real, los cargos por herramienta y equipo de seguridad, la integración de los costos horarios del equipo de construcción, los criterios para el cálculo del costo directo por concepto de materiales, los costos correspondientes a la administración central y de campo, los criterios para el cálculo del costo de financiamiento, la determinación de la utilidad y el tratamiento de los cargos adicionales.

En los ejemplos, se han considerado costos de mercado en la fecha en que se prepararon estas notas, sin embargo, bien pudiera ocurrir, como ya de hecho sucedió con el caso casi repentino del alza en el precio del acero, que se presentaran en cualquier momento variaciones importantes en el costo de los insumos de la construcción, por lo cual, es preferible, en el estudio de la presupuestación de obras, dar énfasis, no meramente al aspecto del costo de los insumos (materiales, mano de obra y maquinaria), sino a la metodología para el análisis, cálculo e integración de los precios unitarios de los conceptos de obra que se pretende analizar.

El autor agradece de antemano las aportaciones, sugerencias y comentarios sobre estos apuntes, para la mejora de futuras ediciones.

Atentamente

Ing. Ernesto René Mendoza Sánchez  
erene@unam.mx



Febrero de 2014

## INDICE

### Capítulo 1 Introducción al análisis de precios unitarios

1.1	Aspectos generales sobre precios unitarios	7
1.2	Elementos que integran el precio unitario	10

### Capítulo 2 Materiales

2.1	Generalidades	14
2.2	Precio de adquisición	14
2.3	Abundancia y escasez	15
2.4	Fluctuaciones	16
2.5	Transporte, carga y descarga de materiales	17
2.6	Derechos y regalías	18
2.7	Almacenamiento de materiales	18
2.8	Riesgos	19
2.9	El IVA en los costos de materiales	19
2.10	Cotizaciones	20
2.11	Consumos	20
2.12	Costo directo por concepto de materiales	20
2.13	Ejemplos	22

### Capítulo 3 Mano de Obra

3.1	Cuadrillas de trabajadores	29
3.2	Oficios en la construcción	31
3.3	Prestaciones y obligaciones obrero-patronales que enuncia la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	35
3.3.1	Derecho al trabajo	36
3.3.2	Duración de la jornada	36
3.3.3	Salario mínimo	37
3.3.4	Horas extras	37
3.3.5	Vivienda	38
3.3.6	Capacitación	38
3.3.7	Sindicatos	39
3.3.8	Seguridad social	39
3.4	Prestaciones y obligaciones obrero-patronales que enuncia la Ley Federal del Trabajo	39
3.5	Incrementos a los salarios nominales por prestaciones y primas otorgadas por las leyes vigentes y contrato colectivo de trabajo	47
3.6	Integración del Salario Real	54
3.6.1	Cálculo de Tp/tl	56
3.6.2	Cálculo del factor ps	58
3.7	Cálculo del salario real	75
3.8	El IVA en los costos de mano de obra	80

3.9	Determinación de los rendimientos de mano de obra en las principales actividades de la construcción	80
3.10	Ejemplos	83

## **Capítulo 4    Maquinaria**

4.1	Generalidades	88
4.2	Clasificación de maquinaria y equipo	88
4.3	Vida útil	93
4.4	Vida económica	93
4.4.1	Criterios para la determinación de la vida económica	96
4.5	Valor de rescate	97
4.6	Costo horario de operación	98
4.6.1	Cargos fijos	100
4.6.2	Cargos por consumos	104
4.6.3	Cargo por operación	112
4.7	Cargo por transporte	114
4.8	El IVA en los costos de la maquinaria	114
4.9	Costo directo por maquinaria	114
4.10	Rendimientos de los equipos de construcción	120
4.11	Ejemplos	124

## **Capítulo 5    Costos indirectos, financiamiento y utilidad**

5.1	Generalidades	137
5.2	Administración central	138
5.2.1	Honorarios, sueldos y prestaciones	138
5.2.2	Depreciaciones, mantenimiento y rentas	139
5.2.3	Servicios	139
5.2.4	Gastos de oficina	140
5.2.5	Capacitación y adiestramiento	140
5.2.6	Seguridad e higiene	141
5.3	Administración y gastos generales de obra	141
5.3.1	Honorarios, sueldos y prestaciones	142
5.3.2	Depreciación, mantenimiento y rentas	143
5.3.3	Servicios	143
5.3.4	Fletes y acarreos	143
5.3.5	Gastos de oficina	143
5.3.6	Capacitación y adiestramiento	144
5.3.7	Seguridad e higiene	145
5.3.8	Trabajos previos y auxiliares	145
5.4	Fianzas y seguros	146
5.5	Imprevistos	147
5.6	Financiamiento	148
5.7	Utilidad	153

5.8	Cargos adicionales	154
5.9	Sugerencias para el cálculo de precios unitarios	157
5.10	Ejemplos	158
5.11	Integración de presupuestos	178
5.12	Ajuste de costos	181
	Comentario final	183
	Reformas y adiciones publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 2006	184



# Capítulo 1

## 1. Introducción al Análisis de Precios Unitarios

---

### 1.1 Aspectos generales sobre precios unitarios

La determinación del costo aproximado de construcción de una obra, es un dato que invariablemente se requiere a lo largo del proceso por el que atraviesan los proyectos de ingeniería.

La determinación del costo de las obras antes de que se construyan, constituye lo que se denomina *Presupuesto*. Los procedimientos o métodos para estimarlo son múltiples; sin embargo, uno de los más utilizados es con base en el cálculo de los precios unitarios de todas y cada una de las actividades (denominadas en este caso conceptos de obra), en que convencionalmente se haya dividido la obra por ejecutar.

Obsérvese que la palabra Presupuesto, está formada por el prefijo *pre*, que significa antes de, y la palabra *supuesto* que involucra una suposición o hipótesis. Por esto, no es raro encontrar obras terminadas en las cuales el costo real se ha alejado enormemente del presupuestado. Esto nos indica la importancia que tiene estudiar con mucho cuidado las variables que inciden en los cálculos relativos a un presupuesto, iniciando con un proyecto ejecutivo de buena calidad y, posteriormente, durante la ejecución de los trabajos, pugnar porque se cumplan las condiciones supuestas en la etapa de presupuestación.

El estudio de los precios unitarios involucra tres etapas: Análisis, cálculo e integración.

Evidentemente, la primera etapa: el análisis, es la más importante. Es necesario en ella, definir con claridad, entre otros aspectos, el alcance de los trabajos a realizar, la manera en que se llevarán a cabo estos trabajos (Procedimiento constructivo) y la cantidad y



tipo de los recursos o insumos (Mano de obra, materiales y maquinaria) con los que se va a realizar el proceso constructivo, todo ello sin perder de vista el contexto (Tipo, magnitud y complejidad) en el cual se ubica la obra. El cálculo de los precios unitarios, definidos los factores que lo integran, es una operación mecanizada y repetitiva, que en la actualidad se lleva a cabo con el apoyo de las computadoras. Finalmente, la forma de integración, dependerá básicamente de los lineamientos normativos que se sigan para tal efecto, o de los requerimientos que el cliente exija del constructor sobre la manera en que deberán ser presentados los diferentes costos que conforman los precios unitarios.

La mayoría de veces, un concepto de obra puede ejecutarse siguiendo dos o más procedimientos constructivos distintos, que a su vez involucren diferentes tipos y cantidad de insumos, en estos casos, el procedimiento más económico o más rápido para realizarlo, según el objetivo deseado, será el adecuado, esto nos lleva a incrementar el número de alternativas para determinar qué métodos y qué recursos conviene emplear.

Afortunadamente, como ya se mencionó, se han desarrollado programas de cómputo que permiten reducir sustancialmente el tiempo destinado a los cálculos numéricos y por tanto, se dispone de mayor oportunidad para el análisis cuidadoso de los resultados obtenidos.

El estudio de los precios unitarios no es el único factor que incide en el cálculo de un buen presupuesto. Otros factores, igualmente importantes, son la definición de los conceptos de obra, y su cuantificación.

Dependiendo de la magnitud y complejidad de la obra, se pueden clasificar y agrupar conceptos de obra con base a su naturaleza y parte o etapa de la obra en la que participan, conformando lo que se conoce como *Partidas Presupuestales*, las cuales, en caso de requerirse, pueden estar a su vez integradas por *Sub partidas*.

Al aplicar los precios unitarios a la cantidad determinada para cada concepto de obra se obtiene el importe de dicho concepto. La suma de los importes de todos los conceptos, dará el importe del presupuesto de la obra que se está analizando.

La Tabla No. 1 ilustra esquemáticamente lo anterior.

*Tabla No. 1.- Elementos que integran un presupuesto por precios unitarios*

Clave	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(4)*(5)
<b>PARTIDA I</b>					
1	I.1.-	m	10.00	\$300.00	\$ 3,000.00
2	I.2.-	m <sup>2</sup>	100.50	\$130.00	13,065.00
8	I.8.-	m <sup>3</sup>	50.00	\$1,640.00	82,000.00
9	I.9.-	ton	23.85	\$9,000.00	214,650.00
<b>SUBTOTAL PARTIDA I</b>					<b>\$750,123.00</b>
<b>PARTIDA II</b>					
10	II.1.-	pieza	32.00	\$250.00	8,000.00
16	II.6.-	m <sup>3</sup>	15.00	\$320.00	4,800.00
17	II.7.-	m <sup>3</sup> -km	15,000.00	\$6.50	97,500
<b>SUBTOTAL PARTIDA II</b>					<b>\$976,545.00</b>
<b>PARTIDA XX</b>					
95	XX.1.-	Jgo.	64.00	\$100.00	6,400.00
96	XX.2.-	P.T.	121.20	\$14.50	1,757.40
97	XX.3.-	Kg	789.50	\$20.00	15,790.00
100	XX.6.-	Salida	30.00	\$250.00	7,500.00
<b>SUBTOTAL PARTIDA XX</b>					<b>\$508,453.75</b>
<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>					<b>\$14'075,210.55</b>

Dentro del ramo de la construcción, el establecimiento de los precios unitarios equitativos a que debe pagarse un trabajo, ha sido tradicionalmente un punto de interés entre las empresas contratistas y los órganos oficiales o particulares encargados de la realización de obras, lo que ha constituido motivo de adecuaciones frecuentes en la definición de la estructura del precio unitario.

Cuando con anticipación se establecen en forma perfectamente definidas las normas, especificaciones y criterios generales que servirán de base para el cálculo de los precios unitarios, los puntos de divergencia pueden reducirse al mínimo.

La elaboración de los precios unitarios, no es más que una etapa dentro del proceso constructivo general, que se inicia con la investigación o estudio de la factibilidad de realizar una obra, y que termina con la construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de la misma.

No es posible calcular precios unitarios sin el apoyo de las especificaciones, ya que éstas son precisamente las que definen los trabajos que se requieren y la manera en que deben ejecutarse para alcanzar los estándares de calidad.

Previo al análisis de los precios unitarios, es absolutamente indispensable, conocer a fondo la naturaleza de los recursos, tanto humanos, como de maquinaria y materiales, así como la disponibilidad de los mismos y el procedimiento constructivo a seguir en cada caso.

Al final de los presentes apuntes, se abunda en el tema de elaboración de presupuestos.

## 1.2 Elementos que integran el precio unitario

Antes de exponer los elementos que integran un precio unitario, es necesario establecer las siguientes definiciones:

### • Precio unitario

De acuerdo al artículo 154 de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, para los efectos de dicha Ley y su Reglamento, se considerará como precio unitario: *“el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto terminado, ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad”*.

El precio unitario se integra con los costos directos correspondientes al concepto de trabajo, los costos indirectos, el costo por financiamiento, el cargo por utilidad del contratista y los cargos adicionales.

### • Unidad de obra

Es la unidad de medición señalada en el catálogo de conceptos, para cuantificar el concepto de trabajo con fines de medición y pago.

### • Concepto de trabajo

Es la descripción detallada del trabajo por realizar, incluye el conjunto de operaciones manuales y mecánicas que el contratista deberá realizar durante la ejecución de cada una de las partes que conforman la obra, de acuerdo a planos y especificaciones, divididas convencionalmente para fines de medición y pago,

incluyendo el suministro de los materiales correspondientes cuando éstos sean necesarios.

- **Normas y especificaciones**

Son el conjunto de requerimientos exigidos en los proyectos y presupuesto para definir con precisión y claridad el alcance de los conceptos de trabajo. Las especificaciones de un concepto particular, deben contener la descripción del concepto, materiales que intervienen y su calidad, alcance de la ejecución del concepto, mediciones para fines de pago, cargos que incluyen los precios unitarios y los controles que deben realizarse para garantizar una calidad adecuada de la obra.

Los elementos que componen un precio unitario son: costo directo, costo indirecto, costo de financiamiento, utilidad y cargos adicionales. La estructura completa se muestra en el **Cuadro No. 1.**

Observamos en la figura que los costos directos de un concepto de trabajo, son todas aquellas erogaciones efectuadas exclusiva y directamente para realizar dicho concepto de trabajo, esto es: materiales, mano de obra y maquinaria.

Todos aquellos gastos generales necesarios para la construcción del proyecto, que no han sido considerados dentro de los costos directos, se clasifican como costos indirectos.

Adicionalmente, dependiendo de la relación egresos – ingresos que el contratista tenga durante la ejecución de la obra, podrá generarse un costo de financiamiento. La suma de los tres componentes integra el costo unitario de un concepto.

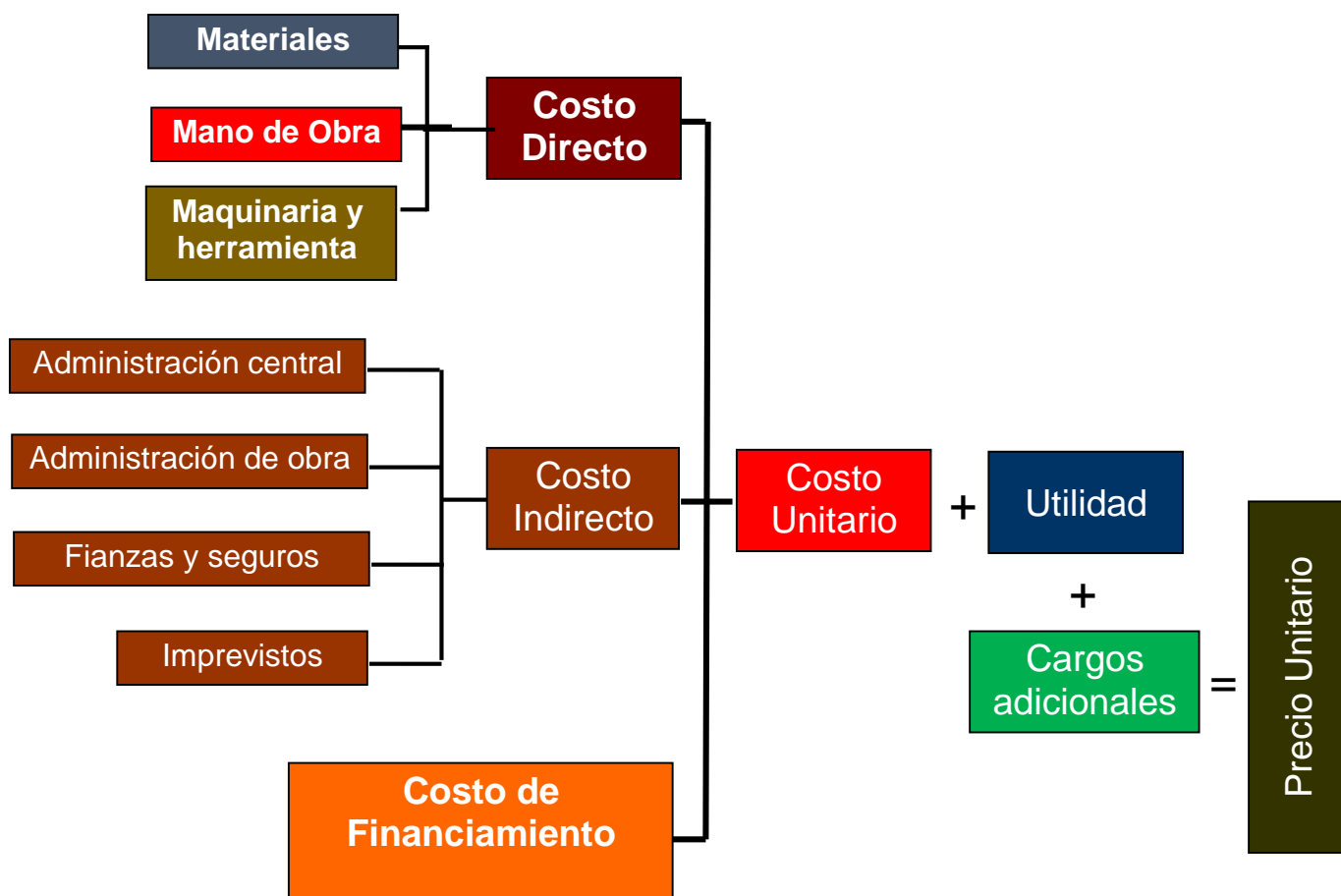
La utilidad que considera toda empresa constructora, como resultado a sus esfuerzos técnicos, administrativos y económicos, para cumplir con la realización de un proyecto, de acuerdo con el artículo 188 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, es la ganancia que recibe el contratista por la ejecución del concepto de trabajo; será fijado por el propio contratista y estará representado por un porcentaje sobre la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento.

Este cargo, deberá considerar las deducciones correspondientes al impuesto sobre la renta y la participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas.

La suma del costo unitario más la utilidad es lo que se conoce como precio unitario de un concepto de obra.

Dado el caso, cuando se trata de obras públicas y se establecen cargos adicionales a los descritos, estos deberán formar parte del precio unitario.

En los capítulos que siguen, se analiza con detalle cada uno de los elementos que conforman el precio unitario.



Cuadro No. 1. Elementos que conforman el precio unitario



# Capítulo 2

## 2. Materiales

---

### 2.1 Generalidades

Aunque la obligación de definir el tipo, especificaciones y calidad de los materiales a emplearse en una obra, recae sobre los profesionales encargados del proyecto, siempre será requisito indispensable para el ingeniero dedicado a la construcción, conocer ampliamente los materiales en todos sus aspectos. Este conocimiento, le será de enorme utilidad para seleccionar los materiales óptimos, adecuados a las condiciones de trabajo, acordes con sus limitaciones económicas.

Existen varias maneras de clasificar los materiales, por ejemplo: en cuanto a su origen (natural, elaborado, procesado y artificial), en cuanto a su composición, resistencia, calidad, etc. Sin embargo, independientemente de la clasificación que se emplee, el conocimiento de sus propiedades, características y aplicaciones resulta particularmente importante para el ingeniero civil ocupado en la construcción.

### 2.2 Precio de adquisición

El costo del material que se toma como base para integrar el precio unitario de un concepto, es el “costo del material puesto en obra”, el cual está integrado por el precio de adquisición en fábrica (lugar de origen), más el costo de transporte incluyendo carga y descarga, más las mermas, en su caso, tanto en la transportación y maniobras hasta su utilización.

Existe gran diversidad en los precios de adquisición de un mismo tipo de material, debiéndose esto a factores como los siguientes:

- a) De acuerdo a la calidad, por ejemplo: Block de concreto con distintas calidades, debido a su diferente composición o proceso de fabricación.
- b) Lejanía del consumidor con respecto a la fuente de origen del material: Puede resultar elevado el costo del flete si la fuente de abastecimiento es lejana. En estas condiciones, conviene analizar la alternativa de fabricarlo en obra.
- c) Volumen de compras: A mayores volúmenes de compra se obtiene mejores precios y condiciones de pago.
- d) Condiciones de pago: Al pagar de contado se obtienen descuentos importantes, mientras que comprar a crédito significa perder los descuentos y pagar un sobreprecio por el financiamiento otorgado.

De lo anterior, deducimos la necesidad que se tiene de conocer y estar al tanto de los precios de adquisición de los distintos materiales, de los diversos fabricantes y de los nuevos productos que aparecen continuamente en el mercado, con el fin de aprovechar al máximo las mejores condiciones en cada momento, adquiriendo el material más adecuado y económico dentro de la calidad especificada, realizando además dicha adquisición en el momento oportuno, lo cual se resume en: ¿qué, cómo y cuándo comprar? Estas preguntas se contestan mediante una adecuada planeación y programación de la obra.

## **2.3 Abundancia y escasez**

La abundancia y escasez de los materiales dependen directamente de las condiciones de la oferta y la demanda en el mercado.

Un material puede ser escaso porque la demanda sea muy elevada o muy ocasional (no conviene en general emplear materiales raros, discontinuados o de fabricación artesanal).

Un material puede ser muy abundante o muy escaso en un determinado lugar, dependiendo de la abundancia o escasez de la materia prima que lo componga (de aquí la conveniencia de utilizar en el proyecto materiales de la localidad).



La abundancia o escasez de materiales básicos en la localidad es determinante para la selección de procedimientos y tipos de construcción, por ejemplo: la selección del tipo de cortina en una presa (de concreto o de materiales graduados), con base en los materiales disponibles en las cercanías, sin detrimento de considerar factores como los geológicos, topográficos, de resistencia, de permeabilidad, sísmicos, etc.

En periodos inflacionarios, los materiales de construcción suelen escasear previamente al registro de un alza en su costo de adquisición, lo cual, desde luego, constituye una práctica dolosa de los fabricantes y distribuidores.

## **2.4 Fluctuaciones**

Es evidente que existen en el mercado fluctuaciones, tanto del precio de adquisición, como de la disponibilidad misma de un material.

El precio fluctúa generalmente con las variaciones de la oferta y la demanda, ocasionadas por diversas causas: condiciones climáticas, problemas laborales que afectan a la producción, escasez periódica de la materia prima, inicio y desarrollo de una obra muy grande que demande altos consumos del material, entre otras.

Podemos citar como ejemplo de lo anterior, los siguientes casos:

- a) Debido a la época de lluvias, el mercado del tabique recocido presenta la siguiente secuencia: por dificultades de secado de la materia prima se alarga el proceso productivo y se incrementa al costo unitario de producción. Simultáneamente, al disminuir la oferta de tabique en el mercado, mientras continúa la demanda por parte de los consumidores, se incrementa el precio de adquisición, tanto por el incremento en el costo de producción, como por el desequilibrio entre la oferta y la demanda.
- b) Debido a un incremento inusual en el volumen de construcciones en un período determinado, se produce un aumento en el consumo de cemento, lo que origina un incremento en la demanda y en el precio de adquisición.

## 2.5 Transporte, carga y descarga de materiales

El monto del costo de las operaciones de carga, descarga y transportación denominado “flete”, dependen primordialmente de la distancia de la fuente productora a la fuente de consumo del material, y de los procedimientos que se sigan para la carga y descarga del mismo.

Este costo debe integrarse al precio de adquisición para obtener el costo del material puesto en obra.

El costo del flete puede estar incluido dentro del precio de venta del fabricante o distribuidor cuando éste es “precio de material puesto en obra”, o puede ser cargado al consumidor por separado mediante ciertas tarifas, que pueden estar basadas en volumen, peso o número de piezas por kilómetro, o bien, por “flete cerrado”, como es el caso de materiales de naturaleza delicada o de difícil transportación, tales como elementos de concreto presforzado, transformadores, y otros.

Para definir con precisión el costo de los materiales puestos a pie de obra, debemos tomar en consideración los diferentes movimientos a que puede estar sujeto:

- ❑ Transportación externa (de la fuente de producción al sitio de la obra). El suministro de materiales a la obra puede hacerse por medio de ferrocarril, barco, camiones, etc. y;
- ❑ Transportación interna o local, comúnmente llamada “acarreo”, que pueden ser horizontales o verticales. Los acarreo horizontales pueden llevarse a cabo con vagonetas, bandas transportadoras, vogues, carretillas, camiones, camionetas y, las maniobras verticales, con malacates, grúas, torres elevadoras, bandas transportadoras, bachas y cangilones.

Debe tenerse en cuenta para efectos de determinar el costo del material puesto en obra, (que posteriormente integrará el precio unitario), el efecto que pueden tener las mermas en todas estas etapas de transportación.

Las mermas se expresan como un porcentaje del costo del material, se determinan por experiencias anteriores o análisis directo de las condiciones particulares de transportación, y dependen fundamentalmente del tipo de material, del tipo de transporte y de las condiciones en que deben realizarse las operaciones de carga, descarga y transportación propiamente dichas.

Este costo es adicional al desperdicio de material que se tenga durante su utilización.

## **2.6 Derechos y regalías**

Ocasionalmente, el costo de un material puede verse afectado por el pago de ciertos derechos y regalías, como pueden ser derechos de importación, derechos de paso y regalías de explotación.

Así por ejemplo, habrá que pagar los derechos de importación correspondientes por la utilización de materiales traídos del extranjero, como es el caso de mármol de importación, vidrios especiales o de grandes dimensiones, cierto tipo de aceros, etc.

En caso de querer explotar y extraer material localizado en un banco de propiedad privada, habrá que pagar “regalías de explotación” y, en su caso derecho de paso al propietario o propietarios de los predios afectados.

El monto de los derechos y regalías está regido por la legislación vigente, con base en los acuerdos específicos que se celebren entre las partes.

## **2.7 Almacenamiento de materiales**

El costo que origina el almacenamiento de los materiales debe aplicarse al rubro de indirectos y, dentro de ellos, específicamente a la “administración de obra”, y no ser aplicado al costo del material, ya que el costo de almacenes o bodegas, tanto en el caso que alberguen varios materiales o solamente uno, tendría que prorratearse entre todos éstos, o afectar a todos los conceptos en que el o los materiales fuesen utilizados, lo cual además de laborioso, sería impráctico e inexacto.

Sin embargo, cabe mencionar, que puede darse el caso en que, por circunstancias especiales, sea conveniente considerar el costo del almacenamiento incluido dentro del costo directo del material.

Ejemplo de lo anterior es el almacenamiento transitorio e intermedio entre dos etapas de transportación en ferrocarril, o por vía marítima, en que el material debe ser almacenado en patios o bodegas mientras es transportado en camión al sitio de la obra.

Otro ejemplo es el de una fosa o tanque para almacenamiento de asfalto, cuyo costo, total o parcialmente, debe afectar al costo directo del asfalto.

No debemos olvidar que hay ciertos materiales que, para su correcta conservación y utilización, e incluso por seguridad, requieren condiciones especiales de almacenamiento. Ejemplos típicos de estos materiales son el cemento y la dinamita.

## **2.8 Riesgos**

Los materiales que se emplean en obra están sujetos a distintos riesgos desde su transportación hasta su utilización. Dependiendo del monto de la inversión o del tipo de material que se trate, puede tomarse la decisión de cubrir el riesgo, lo cual se traduce en un sobre costo equivalente al pago de la prima para asegurar el material.

Uno de los ejemplos más comunes de este tipo de seguros lo constituye el seguro de transportación, que cubre cualquier percance al material durante esta etapa. En caso de que suceda un siniestro y el material no esté cubierto por un seguro, el costo de reposición reducirá el importe de la utilidad considerada por el constructor.

## **2.9 El IVA en los costos de materiales**

En la integración del Costo Directo por concepto de materiales no se incluyen los importes acumulados por pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA) en las diferentes etapas de dicha integración, (adquisición, fletes, manejos, almacenamientos, etc.).

Los importes de IVA pagados por el constructor a sus prestadores de servicios, se manejan contablemente en cuentas especiales que registran: IVA pagado (por acreditar), IVA trasladado al cliente (adicional al precio unitario pero no integrado a él), e IVA enterado a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (Artículo 32 de la Ley del IVA).

Cabe precisar que la construcción tiene dos tipos de tasa:

- a) Tasa gravada para cualquier tipo de construcción,
- b) Tasa exenta únicamente para las obras de vivienda.

Por tanto, en cualquier obra pública que no sea habitacional, ninguno de los integrantes del costo deberá reflejar el actual 16% de I.V.A., no así en el caso de vivienda, donde el I.V.A. tendrá que ser aplicado a materiales y maquinaria.

En el proceso de construcción de vivienda, el I.V.A. debe ser reflejado en la urbanización y no así en la vivienda, por tanto, el I.V.A. de la maquinaria será reflejado en función de los montos de obra gravada y obra exenta que ejecute la empresa constructora.

Finalmente, la tasa cero, no es aplicable a la industria de la construcción.

## **2.10 Cotizaciones**

Es conveniente llevar a cabo la investigación del costo de los materiales por utilizar en la obra, operación denominada “cotización” o “mercadeo”, cuando menos con tres proveedores.

Esta actividad, debe ser hecha por una persona con experiencia, ya que la gran cantidad de tipos y calidades de materiales en el mercado, puede ocasionar confusión y errores en la adquisición de los insumos.

También, es recomendable agrupar los materiales por especialidad del proveedor para facilitar la cotización ya sea personalmente, por teléfono, por fax o por correo electrónico.

En la actualidad, existe gran cantidad de información con respecto al costo de los materiales: catálogos impresos, discos compactos proporcionados por los propios proveedores, a través de empresas especializadas en costos y, desde luego, la internet.

## **2.11 Consumos**

Tan importante como la determinación del costo de los materiales, es el cálculo de la cantidad que se requiere de cada uno de ellos en los diferentes conceptos que integran el presupuesto de una obra. Esta cuantificación, deberá hacerse con base en lo que establece el concepto de obra, las especificaciones de construcción y en el propio procedimiento constructivo.

## **2.12 Costo directo por concepto de materiales**

Conocido el precio de adquisición del material y su consumo correspondiente dentro del concepto de obra que se analiza, el costo directo por concepto de materiales se calcula como:

$$M = P_m \times C_m$$

En la expresión anterior:

- M,** Representa el costo directo por concepto de materiales.
- P<sub>m</sub>,** Representa el precio de mercado más económico por unidad del material que se trate, puesto en el sitio de su utilización. El costo del material se integrará sumando, a los precios de adquisición en el mercado, los acarreos, maniobras y mermas aceptables durante su manejo. Cuando se usen materiales producidos en la obra, la determinación del cargo unitario será motivo del análisis respectivo.
- C<sub>m</sub>,** Representa el consumo de materiales por unidad de concepto de trabajo. Cuando se trate de materiales permanentes, C<sub>m</sub> se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proyecto, las normas y especificaciones de construcción aplicables, considerando adicionalmente los desperdicios que la experiencia determine. Cuando se trata de materiales temporales, C<sub>m</sub> se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proceso de construcción y el tipo de obra, considerando los desperdicios y el número de usos con base en el programa de obra, en la vida útil del material de que se trate y en la experiencia.

Ejemplo de lo anterior es el caso de la cimbra para las estructuras de concreto ya que ésta puede tener varios usos, dependiendo del tipo de cimbra, por ejemplo, la cimbra aparente de triplay puede tener de 3 a 4 usos, mientras que una cimbra común de pino de 3ª, de 6 a 8 usos, o en el caso de uso de cimbra metálica para elementos prefabricados se puede considerar hasta 200 usos. También son materiales temporales los elementos de señalamiento en una obra como pueden ser trafitambos, “caramelos”, conos, etc., así como materiales que se usan para la delimitación de espacios en la obra, denominados tapiales. En todos estos casos el número de veces que se usa el material corresponde a la vida útil del mismo.

## 2.1 Ejemplos

### Ejemplo 2.13.1 Costo material puesto en obra

*“Acero de refuerzo (varilla corrugada) alta resistencia  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , en largos comerciales de doce metros, incluye alambre recocido para amarres, ganchos, traslapes y desperdicios por utilización”.*

**Unidad:**

**Tonelada**

Lo más frecuente, es calcular un precio unitario para cada uno de los diámetros de varilla considerados en el proyecto. En tal caso, los porcentajes de desperdicio también serán particulares y diferentes para cada diámetro.

Si eventualmente se presenta la necesidad de integrar un solo precio unitario para acero de refuerzo de diferentes diámetros, el costo directo del material se calcula con el costo de adquisición del acero de refuerzo puesto en obra, y un consumo donde se incluya un porcentaje por ganchos, traslapes y desperdicios, obtenido a través de un “promedio pesado”, considerando los porcentajes por utilización de los diferentes diámetros involucrados en el análisis. En el ejemplo que sigue se considera este caso.

#### **Datos:**

Costo por tonelada del acero de refuerzo puesto en obra = \$10,000.00/ ton

Costo de adquisición puesto en obra del alambre recocido # 16 = \$10.00/ kg

#### **Nota:**

El número de kilos de alambre recocido que se emplean para habilitar 1 tonelada de acero son 30 kilos (cantidad aproximada que varía según el calibre que se emplee: #16, #18, #20 y según el acero que se habilite: 5/16”, 3/8”, 1/2”, 5/8”, etc., oscila entre 20 y 35 kilos por tonelada de acero habilitado).

### **Obtención del costo directo, aplicando $M = P_m \times C_m$**

#### **Acero:**

$$P_m = \$10,000.00$$

$$C = 1.0 \text{ ton} \times 1.113 \text{ ton/ton}$$

### Alambre recocido:

$$P_m = \$10.00$$

$$C = 30 \text{ kg / ton (incluye desperdicio)}$$

Con estos datos, se puede calcular:

**“Costo directo del material acero de refuerzo puesto en obra, incluyendo alambre recocido para amarres, ganchos, traslapes y desperdicios por utilización”.**

Unidad: ton

Es práctica común presentar los análisis de precios unitarios en formatos que, a la fecha, están prácticamente estandarizados; dichos formatos se llaman “matrices” o “tarjetas”. En el caso del ejemplo anterior, la presentación en dicho formato, en la parte correspondiente a materiales, queda de la siguiente manera:

Descripción	Unidad	Cantidad (Cm)	Costo Unitario (Pm)	Importe
Acero de refuerzo	ton	1.113	\$ 10,000.00	\$ 11,130.00
Alambre recocido	kg	30.00	\$ 10.00	\$ 300.00
SUMA				\$ 11,430.00

A continuación se presenta la Tabla No. 2 “Porcentaje de Utilización y Desperdicio en Varillas”, que indica la utilización de ganchos para los distintos diámetros de varilla; no debemos olvidar que la variación de los porcentajes depende fundamentalmente del elemento o elementos constructivos en que se va a utilizar la varilla de acero. La tabla que se muestra es para losas de concreto reforzado y es aproximada.



*Tabla No. 2.- Porcentaje de utilización y desperdicio en varillas*

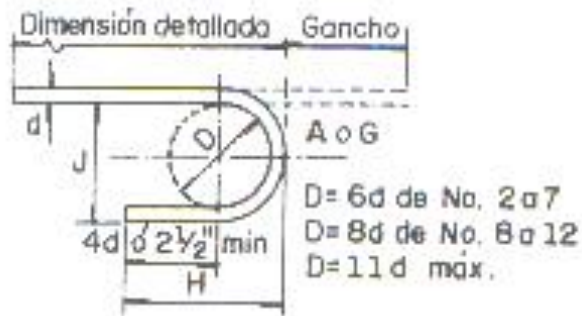
DIÁMETRO	INCREMENTOS			SUMA	% DE PARTICIPACIÓN	% TOTAL
	GANCHOS	TRASLAPES	DESPERDICIOS			
5/16" (7.9 mm)	4.3	1.16	3.3	8.76	0	0.0
3/8" (9.5 mm)	4.3	1.9	3.3	9.50	40	3.8
1/2" (12.7 mm)	5.0	2.5	3.3	10.80	30	3.2
5/8" (15.9 mm)	6.0	3.2	3.3	12.50	15	1.9
3/4" (19.1 mm)	6.7	3.8	3.3	13.80	10	1.4
7/8" (22.2 mm)	8.7	4.4	3.3	16.40	0	0.0
1" (25.4 mm)	11.0	5.1	3.3	19.40	5	1.0
1 1/8" (28.6 mm)	12.7	5.7	3.3	21.70	0	0.0
1 1/4" (31.8 mm)	14.3	6.4	3.3	24.00	0	0.0
1 1/2" (38.1 mm)	17.7	7.6	3.3	28.60	0	0.0
SUMA					100%	11.3

Para el cálculo del porcentaje de utilización por traslape que aparece en la Tabla No. 2, se ha hecho la suposición que el 60% de la varilla total a emplearse tendrá que ser traslapada, siendo la longitud del traslape de 40 diámetros.

Los porcentajes de utilización por ganchos, del tipo 180°, se obtuvieron con base en una longitud a emplearse de 6.00 m y los ganchos extremos necesarios para cada varilla de la Tabla No. 3 "Relación diámetro varilla y longitud del gancho", tomada del manual Monterrey. Así, para un diámetro de 1" (25.4 mm) se tiene:

$$\frac{33}{600} \times 2 = 0.11 \times 100 = 11.0 \%$$

### MEDIDAS RECOMENDADAS PARA GANCHOS A 180°



### MEDIDAS RECOMENDADAS PARA GANCHOS A 90°

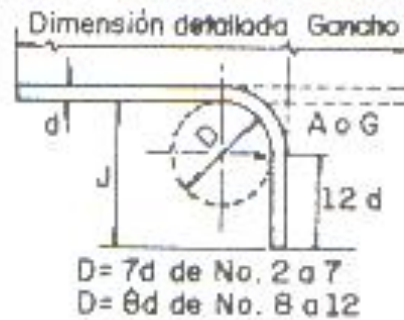


Tabla No. 3.- Relación diámetro varilla y longitud del gancho

DIÁMETRO DE VARILLA	LONGITUD DEL GANCHO
5/16"	13
3/8"	13
1/2"	15
5/8"	18
3/4"	20
7/8"	26
1"	33
1 1/8"	38
1 1/4"	43
1 1/2"	53

Ejemplo: para la varilla de 3/8" (9.5 mm), la longitud de traslape es igual a  $9.5 \times 40 = 38$  cm, por lo cual el porcentaje de utilización por traslape es de  $38 \text{ cm} \times 0.60 / 12 \text{ m} = 1.9 \%$ . Por otra parte el porcentaje de desperdicio por cortes, se ha obtenido considerando un desperdicio por este concepto de 40 cm por cada 12 metros de varilla utilizada, o sea un 3.3% de desperdicio de utilización para cualquier diámetro.

### Ejemplo 2.13.2 Costo de material puesto en obra

“Concreto premezclado  $f'c = 200 \text{ kg} / \text{cm}^2$ , Cemento resistencia rápida, agregado grueso 3/4" (19.1 mm) y revenimiento de 10 cm”.

Unidad:  $\text{m}^3$

Obtención del costo por metro cúbico en obra

Precio de lista del concreto por  $\text{m}^3 = \$ 1,345.00$

Descuento sobre material: 6% (varía de 0 a 12%, dependiendo del volumen de compras del consumidor, principalmente) = \$80.70

COSTO aplicando el descuento =  $\$1,345.00 - \$80.70 = \$1,264.30$

MERMA (adicional al desperdicio durante su utilización) 4% =  $0.04 \times \$1,264.30 = \$50.57$

COSTO tomando en cuenta la merma =  $\$1,264.30 + \$50.57 = \$1,314.87$

Es responsabilidad de la empresa fabricante del concreto, tomar cilindros de prueba por cada  $25 \text{ m}^3$  suministrados pero, por seguridad del constructor, es conveniente que tome sus propios cilindros de prueba y revenimiento del concreto solicitado. Supongamos 2 cilindros por cada  $5.00 \text{ m}^3$ . Si consideramos que \$40.00 es el costo promedio de un cilindro de prueba.

COSTO DE LOS CILINDROS =  $2 \times \$40.00 / 5.00 \text{ m}^3 = \$ 16.00$

Generalmente el concreto premezclado se descarga en artesas, perfectamente limpias y seguras. Estas artesas se deben considerar dentro del costo directo.

Para el presente caso se considera como costo de las artesas, \$ 6.00 por  $\text{m}^3$  de concreto.

Haciendo la suma se tiene:

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe
Concreto premezclado	m3	1.00	\$1,314.87	\$1,314.87
Costo de los cilindros	pza	2.00	\$8.00	\$16.00
Artesa	pza	1.00	\$6.00	\$6.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$1,336.87</b>

NOTA: Si la obra se ubica fuera del área metropolitana, será necesario hacer un cargo por flete.

### Ejemplo 2.13.3 Costo material puesto en obra

Cemento portland puzolánico (tipo CPP30R), por tonelada, en sacos de 50 kilos cada uno.

Obtención del costo:

Costo del material, puesto en obra= \$1,995.00 / ton

Merma (1% sobre costo del material)= \$19.95/ton

Al hacer la suma, se tiene:

Costo material puesto en obra por tonelada en sacos de 50 kg = \$2,014.95

**COSTO DE CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO PUESTO EN OBRA = \$ 2,014.95**

### Ejemplo 2.13.4 Cimbra y descimbra en losas

Consideremos el concepto “*Cimbra y descimbra en losas*”, (en el rubro correspondiente a materiales). **Unidad: m<sup>2</sup>**

Supongamos que la cimbra va a ser de madera; en este caso por ser una estructura temporal, el consumo que se toma en el análisis del costo directo, es la cantidad necesaria de cada elemento de madera entre el número de usos considerados, tal como se muestra en la siguiente tabla.

*Tabla No. 4.- Ilustración del concepto de “número de usos” en los materiales temporales*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD NECESARIA POR m <sup>2</sup>	NÚMERO DE USOS	CANTIDAD QUE SE TOMARÁ EN EL ANÁLISIS DE COSTOS
ñTriplay de pino de 16 mm	1 m <sup>2</sup>	4	0.25 m <sup>2</sup>
Polin 3 ½” x 3 ½”	2 piezas	10	0.20 pieza

<b>Barrote 1 ½" x 4"</b>	2 piezas	8	0.25 pieza
--------------------------	----------	---	------------

El análisis, dentro de la matriz del precio unitario, queda presentado de la siguiente manera:

CLAVE	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe
MATP16	Triplay de pino de 16 mm	m <sup>2</sup>	0.25	\$ 119.15	\$ 29.79
MAPOL1	Polín 3 ½" x 3 ½"	pieza	0.20	\$ 67.00	\$ 13.40
MABAR1	Barrote 1 ½" x 4"	pieza	0.25	\$ 40.00	\$ 10.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$</b>	<b>53.19</b>

**Nota:**

Para complementar el análisis de los materiales que intervienen en la cimbra faltaría considerar los clavos, el alambre recocido y el desmoldante, que en este ejemplo se han omitido dado que el propósito es ilustrar el concepto relativo al número de usos de los materiales temporales.



# Capítulo 3

### 3. Mano de obra

---

---

Objetivo: El alumno calculará los costos directos por concepto de mano de obra en las actividades de la construcción.

#### 3.1 Cuadrillas de trabajadores

Es difícil imaginar la ejecución de un trabajo de construcción de manera individual. La mayoría de los procedimientos constructivos manuales consisten en una serie de actividades secuenciales que requieren el acoplamiento de dos o más personas. Basten algunos casos para ejemplificar lo anterior:

- Al cimbrar con madera, mientras una persona presenta una pieza para clavarla, otra le ayuda a sostenerla y aún otra más puede estar cortando a la medida las piezas faltantes de colocar.
- En la construcción de un muro de tabique, una persona se encarga de elaborar la mezcla para juntar las piezas, de acarrear el material al pie del frente de trabajo y otra, diferente a la primera, coloca los tabiques de manera adecuada.
- Al llevar a cabo el colado de una losa, un grupo de personas está encargada de la fabricación de concreto en obra, otro grupo se ocupa del acarreo de la mezcla y otro grupo más de su colocación.

Este grupo de personas que trabajan de manera coordinada con un propósito común, recibe en el campo de la construcción, el nombre de **cuadrilla**.

De acuerdo con la naturaleza y complejidad de los trabajos por ejecutar, será el número y especialidad de las personas que integran una cuadrilla.

En una obra o inclusive en un frente de trabajo, es normal que puedan estar trabajando simultáneamente varias cuadrillas de la misma o de diferente especialidad; para efectos de calcular el costo directo de la mano de obra, en el primer caso, es conveniente tomar en consideración una sola cuadrilla, en el segundo caso se tomará cada una de las cuadrillas con su correspondiente rendimiento en la actividad que están ejecutando.

Un caso particular es el de los peones, quienes no tienen un oficio determinado pero se integran en cuadrillas para llevar a cabo tareas bien identificadas, como pueden ser excavaciones manuales en zanja o a cielo abierto. Es común asignar una determinada cantidad de peones supervisados por un encargado llamado Cabo. Así, la cuadrilla puede estar integrada por 1 Cabo + 10 peones, por 1 Cabo + 15 peones e incluso por 1 Cabo + 20 peones.

Particularmente en el campo de la edificación, se tienen tantos tipos de cuadrillas como oficios o trabajos específicos se puedan definir en esta rama de la construcción. En la tabla x se muestran algunos ejemplos de cuadrillas. La designación de la cuadrilla puede o no incluir la palabra “Oficial”

*Tabla 5. Ejemplos de cuadrillas*

1 Cabo + x número de peones	1 Topógrafo + 2 cadeneros
1 Oficial albañil + 1 ayudante	1 Oficial cerrajero + 1 ayudante
1 Oficial fierro + 1 ayudante	1 Oficial yesero + 1 ayudante
1 Oficial carpintero + 1 ayudante	1 Oficial pintor + 1 ayudante
1 Oficial plomero + 1 ayudante	1 Oficial pastero + 1 ayudante
1 Oficial electricista + 1 ayudante	1 Colocador de loseta + 1 ayudante
1 Oficial aluminero + 1 ayudante	1 Colocador de alfombra + 1 ayudante
1 Oficial herrero + 1 ayudante	1 Tablarroquero + 1 ayudante
1 Oficial vidriero + 1 ayudante	1 Oficial jardinero + 1 ayudante
1 Ebanista + 1 ayudante	1 Impermeabilizador + 1 ayudante
1 Oficial soldador + 1 ayudante	1 Poblador + 1 ayudante + 1 cargador
1 Oficial colocador de tubería + 1 ayudante	1 Cabo de maniobras + 1 maniobrista
0.10 Cabo + 1 oficial tubero + 2 ayudantes + 4 peones	1 Oficial herrero + 1 soldador + 1 ayudante + 1 peón

Para identificar lo más claramente posible en qué consisten algunos de los oficios señalados anteriormente, se ilustran a continuación algunos de ellos.

### 3.2 Oficios en la construcción

El personal que labora en la industria de la construcción, está organizado en diversos niveles jerárquicos, cuyas principales categorías son las de maestro, oficial y ayudante o peón, las que a su vez, dependiendo del tipo y





magnitud de la obra, se dividen en otras tantas sub categorías, como pueden ser: oficial de primera, oficial de segunda, cabo, etc.

**Carpintero de banco,** es el trabajador que fabrica o repara muebles y otros artículos similares, determina la cantidad y tipo de madera requerida, la prepara, desplanta, marca corta y labra las partes del artículo que se va a fabricar o reparar; arma y pega las piezas con partes prefabricadas. Instala muebles, herrajes y recubre los artículos ya armados. Se auxilia de herramientas propias del oficio, ocasionalmente hace presupuestos; se vale de planos y diseños.



**Carpintero de obra negra,** es el trabajador que construye estructuras de madera como tarimas, cimbras, andamios y otras para ser utilizadas en la construcción, hace cajones para el colado de cimentaciones, castillos, dalas, trabes, coloca puntales y refuerza las estructuras de madera para que resistan el peso y la presión del concreto durante su fraguado, si el caso lo requiere puede utilizar otro tipo de materiales además, también realiza el descimbrado.

**Oficial colocador de mosaicos, losetas y azulejos,** es el trabajador que coloca mosaico, azulejo, loseta y materiales similares, usados en la construcción y decoración de casas y edificios, selecciona, prepara y corta los materiales que va a colocar, combina las piezas y las dispone según los diseños a lograr; prepara la superficie con los materiales requeridos y coloca las piezas, retoca, rellena juntas, limpia, pule las superficies, se auxilia de herramientas propias del oficio, respetando siempre los requerimientos del proyecto.

**Fierrero,** es el trabajador que corta, dobla, da forma, coloca y amarra varillas, alambón y alambres en una construcción, de acuerdo con dibujos, planos o indicaciones al respecto, se auxilia de herramientas propias del oficio.



**Oficial albañil,** es el trabajador que realiza



labores de construcción y reparación de cimientos, levantamiento de muros, techos, losas, dalas y otras obras de albañilería, cuida de la preparación de la mezcla, pega tabiques, hace amarres y castillos, arma



varillas para travesaños, cimbras y colado de concreto en losas, contratravesaños y columnas; coloca tubos de albañil, empotra herrería, realiza aplanados y recubre pisos.

**Oficial electricista**, es el trabajador que instala, repara o modifica instalaciones eléctricas, reemplaza fusibles e interruptores monofásicos y trifásicos, sustituye cables de la instalación, conecta o cambia tableros de distribución de cargas o sus elementos, ranura muros y entuba; distribuye conforme a planos salidas de centros, apagadores y contactos; sustituye e instala lámparas, equipos de ventilación y calefacción, se auxilia de herramientas propias del oficio.



**Oficial herrero**, es el trabajador que fabrica o repara puertas, ventanas, cancelas, barandales, escaleras y otras piezas utilizadas en la construcción, según especificaciones de planos, dibujos o diseños, elige el material adecuado, toma las medidas requeridas, lo corta en frío o en caliente y le da la forma deseada, taladra, une las partes, coloca herrería, pule y aplica anticorrosivo, se auxilia de herramientas propias del oficio.

**Oficial pintor**, es el trabajador que aplica capas de pintura, barniz, laca o productos similares en interiores y exteriores de casas, edificios o otro tipo de construcciones, acondiciona previamente la superficie que va a pintar, lijándola, resanándola o aplicando sellador o plaste, luego prepara la pintura, iguala tonos y pinta, repitiendo esta operación las veces que sea necesario hasta que la aplicación sea uniforme, se auxilia de herramientas propias del oficio.



y

**Oficial plomero en instalaciones sanitarias**, es el trabajador que instala o repara tuberías, tinacos, enseres o accesorios sanitarios para servicio de agua, drenaje o gas, sondea, destapa, corta, dobla, tarraja, suelda, conecta tubos y partes relacionadas con las instalaciones sanitarias y de gas, hace cambios de las partes que lo requieran, se auxilia de herramientas propias del oficio.

**Oficial vidriero**, es el trabajador que mide, corta, coloca y sella todo tipo de vidrios, cristales y lunas en cancelas de cualquier tipo, se auxilia de las herramientas propias de su oficio.

**Yesero**, es el trabajador que realiza el acabado de muros, techos y



columnas, aplicando a estos una capa de yeso y recubriendo también con el mismo material, plafones, divisiones y entrepaños, prepara el yeso y la superficie y lo aplica hasta lograr el acabado requerido. Puede utilizar andamios y estructuras semipermanentes de madera o de otros materiales para llevar a cabo su trabajo.

- Hay algunos trabajadores que no ejecutan una actividad directa en algún frente de trabajo sino que participan en la obra desempeñando funciones administrativas de control, de supervisión o de vigilancia, su costo que es de carácter indirecto, quedará contemplado en el costo de administración de obra, ejemplo de ellos son:

**Velador**, es el trabajador que realiza labores de vigilancia durante la noche, recorre las diferentes áreas del establecimiento anotando su paso en el reloj checador cuando lo hay, vigila al personal que entra y sale del establecimiento después de las horas de trabajo normal, cierra puertas y contesta llamadas telefónicas, al terminar su jornada rinde un informe de las irregularidades observadas; en el desempeño de su trabajo puede usar armas de fuego.

**Encargado de bodega y/o almacén**, es el trabajador que controla las entradas y salidas de materiales, productos, mercancías u otros artículos que se manejen en la bodega o almacén del que es responsable, vigila el orden de las mercancías en los casilleros, supervisa o hace las entregas de las mismas mediante la documentación establecida, lleva registros, listas y archivos de movimientos ejecutados diariamente, hace reportes y relaciones de materiales faltantes, puede formular pedidos.

- Finalmente, existe el caso particular de la mano de obra de operación de equipo, la cual se involucra dentro del costo hora-máquina, ya que el costo de operación depende directamente del número de horas que trabaja la máquina, como se verá más adelante.

**Chofer de camión de carga en general**, es el trabajador que opera un camión para el transporte de carga en general, verifica el funcionamiento del vehículo y lo conduce hasta el lugar donde recoge la carga, opera el camión hasta su destino, donde vigila la

entrega correcta de la carga, presenta la documentación que la ampara y en su caso cobra el importe del flete y/o de la mercancía.

Este trabajador deberá tener el tipo de licencia que requieran las disposiciones legales vigentes en la zona correspondiente, que lo acrediten como calificado para conducir esta clase de vehículo, puede realizar pequeñas reparaciones al vehículo, reportarlo y/o conducir al taller mecánico para su reparación por lo que debe llevar un registro detallado que indique kilometraje, fechas y destinos.

**Chofer de camioneta de carga en general**, es el trabajador que opera una camioneta para el transporte de carga en general, verifica el funcionamiento del vehículo y lo conduce hasta el lugar donde recoge la carga, opera la camioneta hasta su destino, donde vigila la entrega correcta de la carga, presenta la documentación que la ampara y en su caso cobra el importe del flete y/o de la mercancía. Este trabajador deberá tener el tipo de licencia que requieran las disposiciones legales vigentes en la zona correspondiente, que lo acrediten como calificado para conducir esta clase de vehículo, puede realizar pequeñas reparaciones al vehículo, reportarlo y/o conducir al taller mecánico para su reparación, por lo que debe llevar un registro detallado que indique kilometraje, fechas y destinos.

**Operador de bulldozer**, es el trabajador que previa capacitación, opera una máquina provista de una hoja con cuchilla para mover tierra, rocas y otros materiales a distancias cortas. Revisa el funcionamiento del tractor y, operando los controles, procede a mover tierra, desmontar y excavar canales, nivelar terrenos y otras obras semejantes en la construcción de aeropuertos, caminos, sistemas de riego, urbanizaciones, construcción de bordos, demolición de edificios y trabajos similares, puede realizar pequeñas reparaciones a la máquina o reportarla para mantenimiento y operación.



**Operador de draga**, es el trabajador que previa capacitación, opera una draga para realizar excavaciones en la construcción de colectores pluviales, canales en sistemas de riego, obras portuarias y otras labores similares, revisa el funcionamiento de la draga, acciona controles y procede a excavar, carga material pesado, demuele edificios, coloca estructuras metálicas según el trabajo por realizar, puede efectuar pequeñas reparaciones a los motores o a la grúa de que está provista la draga o bien reportarla para mantenimiento y reparación.

**Operador de cargador frontal**, es el trabajador que previa capacitación, opera un cargador frontal sobre neumáticos o sobre orugas, provisto de un bote para excavar,

mover tierra, cargar materiales, nivelar terrenos en la industria de la construcción y actividades conexas, revisa el funcionamiento de la máquina, la pone en marcha y procede a operarla moviendo los controles para cargar materiales, remover tierra, realizar excavaciones en materiales suaves, para la construcción de caminos, presas, obras portuarias, minas de arena y de carbón, aeropuertos y alimentación de materiales en plantas de agregados y fábricas de cemento. Puede realizar pequeñas reparaciones a la máquina y reportarla para mantenimiento.

**Operador de vehículos con grúa**, es el trabajador que previa capacitación, maneja y opera grúas móviles, camión o grúa sobre orugas, para auxilio de vehículos o para tareas que requieran su intervención, como es el caso de trabajos de erecciones y montajes de todo tipo de estructuras. Coloca el vehículo y objeto a levantar en la posición adecuada y valiéndose de la grúa de operación manual o impulsada, engancha el objeto o vehículo como más convenga colocando el material de amortiguamiento necesario, hace el transporte hasta el lugar indicado; repite la operación cuantas veces sea necesario.

### **3.3 Prestaciones y obligaciones obrero-patronales que enuncia la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**

El Título Sexto de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, relativo al Trabajo y la Previsión Social establece los lineamientos bajo los cuales se regirán las relaciones laborales entre patrones y trabajadores. Se transcriben a continuación los incisos más relevantes relacionados con el tema de la mano de obra que nos ocupa. Se han insertado algunos encabezados antes de cada apartado por iniciativa del autor.

*Artículo 123.*

#### **3.3.1 Derecho al trabajo**

Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la organización social de trabajo, conforme a la ley.

El Congreso de la Unión, sin contravenir a las bases siguientes deberá expedir leyes sobre el trabajo, las cuales regirán:

A. Entre los obreros, jornaleros, empleados domésticos, artesanos y de una manera general, todo contrato de trabajo:

### 3.3.2 Duración de la jornada

I. La duración de la jornada máxima será de ocho horas.

II. La jornada máxima de trabajo nocturno será de 7 horas. Quedan prohibidas: las labores insalubres o peligrosas, el trabajo nocturno industrial y todo otro trabajo después de las diez de la noche, de los menores de dieciséis años;

III. Queda prohibida la utilización del trabajo de los menores de catorce años. Los mayores de esta edad y menores de dieciséis tendrán como jornada máxima la de seis horas.

IV. Por cada seis días de trabajo deberá disfrutar el operario de un día de descanso, cuando menos.

V. Las mujeres durante el embarazo no realizarán trabajos que exijan un esfuerzo considerable y signifiquen un peligro para su salud en relación con la gestación; gozarán forzosamente de un descanso de seis semanas anteriores a la fecha fijada aproximadamente para el parto y seis semanas posteriores al mismo, debiendo percibir su salario íntegro y conservar su empleo y los derechos que hubieren adquirido por la relación de trabajo. En el período de lactancia tendrán dos descansos extraordinarios por día, de media hora cada uno para alimentar a sus hijos;

### 3.3.3 Salario mínimo

VI. Los salarios mínimos que deberán disfrutar los trabajadores serán generales o profesionales. Los primeros regirán en las áreas geográficas que se determinen; los segundos se aplicarán en ramas determinadas de la actividad económica o en profesiones, oficios o trabajos especiales.

Los salarios mínimos generales deberán ser suficientes para satisfacer las necesidades normales de un jefe de familia, en el orden material, social y cultural, y para proveer a la

educación obligatoria de los hijos. Los salarios mínimos profesionales se fijarán considerando, además, las condiciones de las distintas actividades económicas.

Los salarios mínimos se fijarán por una comisión nacional integrada por representantes de los trabajadores, de los patrones y del gobierno, la que podrá auxiliarse de las comisiones especiales de carácter consultivo que considere indispensables para el mejor desempeño de sus funciones.

VII. Para trabajo igual debe corresponder salario igual, sin tener en cuenta sexo ni nacionalidad.

VIII. El salario mínimo quedará exceptuado de embargo, compensación o descuento.

IX. Los trabajadores tendrán derecho a una participación en las utilidades de las empresas...

X. El salario deberá pagarse precisamente en moneda de curso legal, no siendo permitido hacerlo efectivo con mercancías, ni con vales, fichas o cualquier otro signo representativo con que se pretenda substituir la moneda.

#### 3.3.4 Horas extras

XI. Cuando, por circunstancias extraordinarias deban aumentarse las horas de jornada, se abonará como salario por el tiempo excedente un 100% más de lo fijado para las horas normales. En ningún caso el trabajo extraordinario podrá exceder de tres horas diarias, ni de tres veces consecutivas. Los menores de dieciséis años no serán admitidos en esta clase de trabajos.

XII. Toda empresa agrícola, industrial, minera o de cualquier otra clase de trabajo, estará obligada, según lo determinen las leyes reglamentarias a proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas e higiénicas. Esta obligación se cumplirá mediante las aportaciones que las empresas hagan a un fondo nacional de la vivienda a fin de constituir depósitos en favor de sus trabajadores y establecer un sistema de financiamiento que permita otorgar a éstos crédito barato y suficiente para que adquieran en propiedad tales habitaciones.

#### 3.3.5 Vivienda

Se considera de utilidad social la expedición de una ley para la creación de un organismo integrado por representantes del Gobierno Federal, de los trabajadores y de los patrones, que administre los recursos del fondo nacional de la vivienda. Dicha ley regulará las formas y procedimientos conforme a los cuales los trabajadores podrán adquirir en propiedad las habitaciones antes mencionadas.

Las negociaciones a que se refiere el párrafo primero de esta fracción, situadas fuera de las poblaciones, están obligadas a establecer escuelas, enfermerías y demás servicios necesarios a la comunidad.

### 3.3.6 Capacitación

XIII. Las empresas, cualquiera que sea su actividad, estarán obligadas a proporcionar a sus trabajadores, capacitación o adiestramiento para el trabajo. La ley reglamentaria determinará los sistemas, métodos y procedimientos conforme a los cuales los patrones deberán cumplir con dicha obligación.

XIV. Los empresarios serán responsables de los accidentes del trabajo y de las enfermedades profesionales de los trabajadores, sufridas con motivo o en ejercicio de la profesión o trabajo que ejecuten; por lo tanto, los patronos deberán pagar la indemnización correspondiente, según que haya traído como consecuencia la muerte o simplemente incapacidad temporal o permanente para trabajar, de acuerdo con lo que las leyes determinen. Esta responsabilidad subsistirá aún en el caso de que el patrono contrate el trabajo por un intermediario.

XV. El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores, y del producto de la concepción, cuando se trate de mujeres embarazadas. Las leyes contendrán, al efecto, las sanciones procedentes en cada caso;

### 3.3.7 Sindicatos



XVI. Tanto los obreros como los empresarios tendrán derecho para coaligarse en defensa de sus respectivos intereses, formando sindicatos, asociaciones profesionales, etc.

### 3.3.8 Seguridad social

XXIX. Es de utilidad pública la Ley del Seguro Social, y ella comprenderá seguros de invalidez, de vejez, de vida, de cesación involuntaria del trabajo, de enfermedades y accidentes, de servicios de guardería y cualquier otro encaminado a la protección y bienestar de los trabajadores, campesinos, no asalariados y otros sectores sociales y sus familiares.

## 3.4 Prestaciones y obligaciones obrero-patronales que enuncia la Ley Federal del Trabajo

Por su parte, la Ley Federal del Trabajo establece una serie de prestaciones y obligaciones obrero-patronales que, como se verá más adelante, inciden directamente en la determinación de los costos de la mano de obra. Estos artículos aparecen sombreados para su fácil identificación.

### TITULO PRIMERO Principios Generales

#### *Artículo 1o.-*

La presente Ley es de observancia general en toda la República y rige las relaciones de trabajo comprendidas en el artículo 123, Apartado A, de la Constitución.

#### *Artículo 8o.-*

Trabajador es la persona física que presta a otra, física o moral, un trabajo personal subordinado.

#### *Artículo 10.-*

Patrón es la persona física o moral que utiliza los servicios de uno o varios trabajadores. Si el trabajador, conforme a lo pactado o a la costumbre, utiliza los servicios de otros trabajadores, el patrón de aquél, lo será también de éstos.



TITULO SEGUNDO  
Relaciones Individuales de Trabajo

CAPITULO I  
Disposiciones generales

*Artículo 20.-*

Se entiende por relación de trabajo, cualquiera que sea el acto que le dé origen, la prestación de un trabajo personal subordinado a una persona, mediante el pago de un salario.

Contrato individual de trabajo, cualquiera que sea su forma o denominación, es aquel por virtud del cual una persona se obliga a prestar a otra un trabajo personal subordinado, mediante el pago de un salario.

La prestación de un trabajo a que se refiere el párrafo primero y el contrato celebrado producen los mismos efectos.

CAPITULO II  
Duración de las relaciones de trabajo

*Artículo 35.-*

Las relaciones de trabajo pueden ser por obra o tiempo determinado o por tiempo indeterminado, a falta de estipulaciones expresas, la relación será por tiempo indeterminado.

TITULO TERCERO  
Condiciones de Trabajo

CAPITULO II  
Jornada de trabajo

*Artículo 58.-*

Jornada de trabajo es el tiempo durante el cual el trabajador está a disposición del patrón para prestar su trabajo.

*Artículo 60.-*

Jornada diurna es la comprendida entre las seis y las veinte horas.

Jornada nocturna es la comprendida entre las veinte y las seis horas.

Jornada mixta es la que comprende períodos de tiempo de las jornadas diurna y nocturna, siempre que el período nocturno sea menor de tres horas y media, pues si comprende tres y media o más, se reputará jornada nocturna.

*Artículo 61.-*

La duración máxima de la jornada será: ocho horas la diurna, siete la nocturna y siete horas y media la mixta.

*Artículo 65.-*

En los casos de siniestro o riesgo inminente en que peligre la vida del trabajador, de sus compañeros o del patrón, o la existencia misma de la empresa, la jornada podrá prolongarse por el tiempo estrictamente indispensable para evitar esos males.

*Artículo 66.-*

Podrá también prolongarse la jornada de trabajo por circunstancias extraordinarias, sin exceder nunca de tres horas diarias ni de tres veces en una semana.

*Artículo 67.-*

Las horas de trabajo a que se refiere el artículo 65, se retribuirán con una cantidad igual a la que corresponda a cada una de las horas de la jornada.

Las horas de trabajo extraordinario se pagarán con un ciento por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada.

*Artículo 68.-*

Los trabajadores no están obligados a prestar sus servicios por un tiempo mayor del permitido en este capítulo.

La prolongación del tiempo extraordinario que exceda de nueve horas a la semana, obliga al patrón a pagar al trabajador el tiempo excedente con un doscientos por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada, sin perjuicio de las sanciones establecidas en esta Ley.

### CAPITULO III Días de descanso

*Artículo 69.-*

Por cada seis días de trabajo disfrutará el trabajador de un día de descanso, por lo menos, con goce de salario íntegro.

*Artículo 71.-*

En los reglamentos de esta Ley se procurará que el día de descanso semanal sea el domingo.

Los trabajadores que presten servicio en día domingo tendrán derecho a una prima adicional de un veinticinco por ciento, por lo menos, sobre el salario de los días ordinarios de trabajo.

*Artículo 73.-*

Los trabajadores no están obligados a prestar servicios en sus días de descanso, si se quebranta esta disposición, el patrón pagará al trabajador, independientemente del salario que le corresponda por el descanso, un salario doble por el servicio prestado.

*Artículo 74.-*

Son días de descanso obligatorio:

- I. El 1o. de enero;
- II El primer lunes de febrero en conmemoración del 5 de febrero;
- III El tercer lunes de marzo en conmemoración del 21 de marzo;
- IV El 1o. de mayo;
- V El 16 de septiembre;
- VI El tercer lunes de noviembre en conmemoración del 20 de noviembre;
- VII El 1o. de diciembre de cada seis años, cuando corresponda a la transmisión del Poder Ejecutivo Federal; y
- VIII El 25 de diciembre, y
- IX El que determinen las leyes federales y locales electorales, en el caso de elecciones ordinarias, para efectuar la jornada electoral.

*Artículo 75.-*

En los casos del artículo anterior los trabajadores y los patrones determinarán el número de trabajadores que deban prestar sus servicios; si no se llega a un convenio, resolverá la junta de conciliación permanente o en su defecto la de conciliación y arbitraje.

Los trabajadores quedarán obligados a prestar los servicios y tendrán derecho a que se les pague, independientemente del salario que les corresponda por el descanso obligatorio, un salario doble por el servicio prestado.

Nota aclaratoria:

Si por la naturaleza del trabajo que se desarrolla en una empresa se requiere de una labor continua, los trabajadores deben convenir con su patrón quiénes de ellos deberá prestar sus servicios en los días de descanso obligatorio, y en caso de no llegar a un acuerdo, se planteará el conflicto ante las autoridades del trabajo, conforme a los procedimientos ordinarios señalados en la propia Ley.

## CAPITULO IV

### Vacaciones

#### *Artículo 76.-*

Los trabajadores que tengan más de un año de servicios disfrutarán de un período anual de vacaciones pagadas, que en ningún caso podrá ser inferior a seis días laborables, y que aumentará en dos días laborables, hasta llegar a doce, por cada año subsecuente de servicios.

Después del cuarto año, el período de vacaciones aumentará en dos días por cada cinco de servicios.

Con base a lo que señala el artículo anterior, se puede elaborar la siguiente tabla:

*Tabla 6. Días de vacaciones con base en los años de servicio*

Años de servicio	Días de vacaciones
1	6
2	8
3	10

4	12
5 a 9	14
10 a 14	16
15 a 19	18

*Artículo 78.-*

Los trabajadores deberán disfrutar en forma continua seis días de vacaciones, por lo menos.

*Artículo 80.-*

Los trabajadores tendrán derecho a una prima, no menor del veinticinco por ciento, sobre los salarios que les correspondan durante el período de vacaciones.

## CAPITULO V

### Salario

*Artículo 82.-*

Salario es la retribución que debe pagar el patrón al trabajador por su trabajo.

*Artículo 83.-*

El salario puede fijarse por unidad de tiempo, por unidad de obra, por comisión, a precio alzado o de cualquier otra manera.

Cuando el salario se fije por unidad de obra, además de especificarse la naturaleza de esta, se hará constar la cantidad y calidad del material, el estado de la herramienta y útiles que el patrón, en su caso, proporcione para ejecutar la obra, y el tiempo por el que los pondrá a disposición del trabajador, sin que pueda exigir cantidad alguna por concepto del desgaste natural que sufra la herramienta como consecuencia del trabajo.

*Artículo 84.-*

El salario se integra con los pagos hechos en efectivo por cuota diaria, gratificaciones, percepciones, habitación, primas, comisiones, prestaciones en especie y cualquiera otra cantidad o prestación que se entregue al trabajador por su trabajo.

*Artículo 85.-*

El salario debe ser remunerador y nunca menor al fijado como mínimo de acuerdo con las disposiciones de esta ley, para fijar el importe del salario se tomarán en consideración la cantidad y calidad del trabajo.

En el salario por unidad de obra, la retribución que se pague será tal, que para un trabajo normal, en una jornada de ocho horas, de por resultado el monto del salario mínimo, por lo menos.

*Artículo 87.-*

Los trabajadores tendrán derecho a un aguinaldo anual que deberá pagarse antes del día veinte de diciembre, equivalente a quince días de salario, por lo menos.

Los que no hayan cumplido el año de servicios, independientemente de que se encuentren laborando o no en la fecha de liquidación del aguinaldo, tendrán derecho a que se les pague la parte proporcional del mismo, conforme al tiempo que hubieren trabajado, cualquiera que fuere éste.

## CAPITULO VI

### Salario mínimo

*Artículo 90.-*

Salario mínimo es la cantidad menor que debe recibir en efectivo el trabajador por los servicios prestados en una jornada de trabajo.

Se considera de utilidad social el establecimiento de instituciones y medidas que protejan la capacidad adquisitiva del salario y faciliten el acceso de los trabajadores a la obtención de satisfactores.

*Artículo 91.-*

Los salarios mínimos podrán ser generales para una o varias áreas geográficas de aplicación, que pueden extenderse a una o más entidades federativas o profesionales, para una rama determinada de la actividad económica o para profesiones, oficios o trabajos especiales, dentro de una o varias áreas geográficas.

*Artículo 92.-*

Los salarios mínimos generales regirán para todos los trabajadores del área o áreas geográficas de aplicación que se determinen, independientemente de las ramas de la actividad económica, profesiones, oficios o trabajos especiales.

*Artículo 93.-*

Los salarios mínimos profesionales regirán para todos los trabajadores de las ramas de actividad económica, profesiones, oficios o trabajos especiales que se determinen dentro de una o varias áreas geográficas de aplicación.

*Artículo 94.-*

Los salarios mínimos se fijarán por una comisión nacional integrada por representantes de los trabajadores, de los patrones y del gobierno, la cual podrá auxiliarse de las comisiones especiales de carácter consultivo que considere indispensables para el mejor desempeño de sus funciones.

*Artículo 95.-*

La Comisión Nacional de los Salarios Mínimos y las Comisiones Consultivas se integrarán en forma tripartita, de acuerdo a lo establecido por el capítulo II del título trece de esta ley.

*Artículo 96.-*

La Comisión Nacional determinará la división de la República en áreas geográficas, las que estarán constituidas por uno o más municipios en los que deba regir un mismo salario mínimo general, sin que necesariamente exista continuidad territorial entre dichos municipios.

*Artículo 97.-*

Los salarios mínimos no podrán ser objeto de compensación, descuento o reducción, salvo en los casos siguientes:

- I. Pensiones alimenticias decretadas por la autoridad competente en favor de las personas mencionadas en el artículo 110, fracción V; y
- II. Pago de rentas a que se refiere el artículo 151, este descuento no podrá exceder del diez por ciento del salario.
- III. Pago de abonos para cubrir préstamos provenientes del fondo nacional de la vivienda para los trabajadores destinados a la adquisición, construcción, reparación, ampliación o mejoras de casas habitación o al pago de pasivos adquiridos por estos conceptos.

Asimismo, a aquellos trabajadores que se les haya otorgado un crédito para la adquisición de viviendas ubicadas en conjuntos habitacionales financiados por el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores se les descontará el 1% del salario a que se refiere el artículo 143 de esta ley, que se destinara a cubrir los gastos que se eroguen por concepto de administración, operación y mantenimiento del conjunto

habitacional de que se trate estos descuentos deberán haber sido aceptados libremente por el trabajador y no podrán exceder el 20% del salario.

- IV Pago de abonos para cubrir créditos otorgados o garantizados por el fondo a que se refiere el artículo 103 bis de esta ley, destinados a la adquisición de bienes de consumo duradero o al pago de servicios, estos descuentos estarán precedidos de la aceptación que libremente haya hecho el trabajador y no podrán exceder del 10% del salario.

Como se verá en el siguiente inciso, los artículos de la Ley Federal del Trabajo que anteriormente se presentaron, inciden, juntamente con la Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social IMSS, con la Ley del INFONAVIT y, en su caso, con lo establecido en los contratos colectivos de trabajo, en un incremento a los salarios nominales que debe tomarse en consideración en la determinación de los costos por concepto de mano de obra.

### **3.5 Incrementos a los salarios nominales por prestaciones y primas otorgadas por las leyes vigentes y contrato colectivo de trabajo**

La orientación que se dará al estudio de la Mano de Obra en este inciso, se enfocará hacia la obtención de todos aquellos datos que afectan directa o indirectamente la integración de los precios unitarios.

La mano de obra interviene en la determinación del precio unitario, dentro de los costos directos, y es el resultado de dividir el pago de salarios al personal individual o por cuadrilla, cuando participa única y exclusivamente en forma directa en la ejecución del trabajo que se trate, entre las unidades de producción ejecutadas en el tiempo para el cual se ha calculado dicho pago.

Debemos hacer mención de la importancia que tiene para el ingeniero encargado de la elaboración de los precios unitarios, el conocer en forma integral y profunda la obra por valorizar, para que, dentro del aspecto particular de la mano de obra, pueda prever todos los factores que afectan tanto al salario base de los obreros como a su capacidad de producción.

Conviene destacar aquí lo que establece el artículo 83 de la Ley Federal del Trabajo visto anteriormente, llevado a la práctica:

Los sistemas que en la industria de la construcción se siguen para cubrir al trabajador el importe de su trabajo son comúnmente los siguientes:



- a) Por día
- b) Por destajo
- c) Por tarea

Es “por día”, cuando se da al trabajador una cantidad fija por jornada normal de trabajo.

“Por destajo”, si la remuneración se valoriza con base en las unidades de trabajo ejecutadas por el trabajador, afectadas por un precio previamente acordado.

“Por tarea”, si se asigna un trabajo determinado por día; al término del cual el trabajador puede retirarse, recibiendo su jornal diario completo.

Los tres sistemas anteriores tienen ventajas y desventajas: para determinar cuál es el más adecuado en cada caso, habrá que estudiar y analizar las condiciones y tipo de trabajo por realizar.

En una misma obra pueden emplearse diferentes sistemas simultáneamente. Sin embargo, en términos generales, podemos hacer notar que en los trabajos realizados “por destajo”, se tendrá un mayor rendimiento pero menor calidad que en los trabajos ejecutados “por día”, ya que estando “por destajo”, el trabajador tratará de incrementar su productividad en detrimento de la calidad; de lo anterior resulta la necesidad de mantener una mejor y mayor vigilancia sobre los trabajos que se realicen bajo este sistema.

La experiencia demuestra que si existe una adecuada vigilancia y un estricto control de calidad laborando “por día”, se pueden obtener óptimos resultados a un bajo costo.

El sistema “por tarea” es el menos empleado y su utilización está restringida a aquellos trabajos en los que el riesgo y la calidad requeridos sean mínimos, como pueden ser: excavaciones menores, acarreo locales y estibados de madera y varilla.

- Para la determinación del costo directo de mano de obra y la consecuente integración posterior de los precios unitarios, se considera que los trabajadores están contratados “por día”.

Así, es necesario ampliar y precisar el término salario que establece la Ley.

En la práctica común en el medio de la construcción y para efecto del análisis de costos directos por mano de obra, llamamos:

- **Salario mínimo**, al establecido por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos como salario diario mínimo obligatorio, para las vigencias, zonas y categorías de trabajadores que ella misma establece. En algunas regiones, por condiciones económicas locales, los sindicatos o asociaciones gremiales establecen salarios mínimos diferentes a los de la mencionada Comisión, por lo que el ingeniero deberá considerar, en sus análisis de costos, los salarios realmente vigentes en la localidad donde se ejecutará la obra.
- **Salario base**, salario diario o salario nominal, al que se paga en efectivo al trabajador por día transcurrido (incluyendo domingos, vacaciones y días festivos) mientras dura la relación laboral, y por el cual fue contratado. En los casos en que procede, al trabajador se le deberá descontar lo que le corresponde por concepto de seguro social y por impuesto sobre producto del trabajo. En lo que sigue le denominaremos salario base.
- **Salario real**, a la erogación total del patrón por día trabajado, que incluye pagos directos al trabajador, prestaciones en efectivo y en especie, pagos al gobierno por concepto de impuestos y pagos a instituciones de beneficio social.

Se abunda a continuación sobre estos tres tipos de salario:

#### Salario mínimo

La Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, elabora un listado que contiene los salarios mínimos profesionales para todo tipo de actividades, mismos que se publican en el Diario Oficial de la Federación y que empiezan a regir el día 1 de enero de cada año.

En el **Tabla No. 7** se enlistan los Salarios Mínimos Generales y Profesionales relacionados con la construcción, vigentes a partir del 1 de enero de 2013 para las dos áreas geográficas “**A**”, y “**B**” en que está dividida para este propósito la república mexicana.

### AREA GEOGRÁFICA “A”

**BAJA CALIFORNIA:**

Municipios del Estado de **SONORA:**

Todos los municipios del estado

**BAJA CALIFORNIA SUR:**

Todos los municipios del Estado

**Municipios del Estado de CHIHUAHUA:**

Guadalupe Praxedis G. Guerrero  
Juárez

**DISTRITO FEDERAL**

**Municipio del Estado de GUERRERO:**

Acapulco de Juárez

**Municipios del Estado de JALISCO:**

Guadalajara Tlaquepaque  
El Salto Tonalá  
Tlajomulco de Zúñiga Zapopan

**Municipios del Estado de MÉXICO:**

Atizapán de Zaragoza Ecatepec de Morelos  
Coacalco de Berriozábal Naucalpan de Juárez  
Cuautitlán Tlalnepantla de Baz  
Cuautitlán Izcalli Tultitlán

**Municipios del Estado de NUEVO LEÓN:**

Apodaca Monterrey  
San Pedro Garza García San Nicolás de los Garza  
General Escobedo Santa Catarina  
Guadalupe

Agua Prieta

Altar

Atil

Bácum

Benito Juárez

Benjamín Hill

Caborca

Cajeme

Cananea

Carbó

Cucurpe

Empalme

Etchojoa

Guaymas

General Plutarco Elías Calles

Hermosillo

Huatabampo

Imuris

La Colorada

Magdalena

Naco

Navojoa

Nogales

Opodepe

Oquitoa

Pitiquito

Puerto Peñasco

San Ignacio Río Muerto

San Luis Río Colorado

San Miguel de Horcasitas

Santa Ana

Santa Cruz

Sáric

Suaqui Grande

Trincheras

Tubutama

**Municipios del Estado de TAMAULIPAS:**

Altamira  
Antiguo Morelos  
Camargo  
Ciudad Madero  
El Mante  
Gómez Farías  
González  
Guerrero  
Gustavo Díaz Ordaz  
Matamoros

Mier  
Miguel Alemán  
Nuevo Laredo  
Nuevo Morelos  
Ocampo  
Reynosa  
Río Bravo  
San Fernando  
Tampico  
Valle Hermoso  
Xicoténcatl

**Municipios del Estado de VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE**

Agua Dulce  
Coatzacoalcos  
Coatzintla  
Cosoleacaque  
Las Choapas  
Ixhuatlán del Sureste

Minatitlán  
Moloacán  
Nanchital de Lázaro  
Cárdenas del Río  
Poza Rica de Hidalgo  
Tuxpan

### **ÁREA GEOGRÁFICA “B”**

Todos Los municipios de los Estados de:

AGUASCALIENTES	NAYARIT
CAMPECHE	OAXACA
COAHILA DE ZARAGOZA	PUEBLA
COLIMA	QUERETARO
CHIAPAS	QUINTANA ROO
DURANGO	SAN LUIS POTOSÍ
GUANAJUATO	SINALOA
HIDALGO	TABASCO
MICHOACÁN DE OCAMPO	TLAXCALA
MORELOS	YUCATÁN
	ZACATECAS

Más todos los municipios de los Estados de:

CHIHUAHUA  
GUERRERO  
JALISCO  
MÉXICO  
NUEVO LEÓN  
SONORA  
TAMAULIPAS Y  
VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE  
no comprendidos en el área **A**

Tabla No. 7.- Salarios mínimos generales y profesionales vigentes a partir de enero de 2014

No.	SALARIOS MÍNIMOS	ÁREA GEOGRÁFICA		No.
		A	B	
	Peón	\$ 67.29	\$ 63.77	
1	Albañilería, oficial de	98.05	92.95	1
3	Bulldozer y/o traxcavo, operador(a) de	103.30	97.74	3
6	Carpintero(a) de obra negra	98.05	92.95	6
7	Carpintero(a) en fabricación y reparación de muebles, oficial	96.25	91.09	7
10	Colocador(a) de mosaicos y azulejos, oficial	95.84	90.86	10
11	Construcción de edificios y casas habitación, yesero(a) en	90.73	86.02	11
16	Chofer de camión de carga en general	100.35	95.20	16
17	Chofer de camioneta de carga en general	97.18	91.94	17
18	Chofer operador(a) de vehículos con grúa	93.01	88.26	18
19	Draga, operador(a) de	104.37	98.83	19
20	Ebanista en fabricación y reparación de muebles, oficial	97.82	92.61	20
21	Electricista instalador(a) y reparador(a) de instalaciones eléctricas, oficial	95.84	90.86	21
25	Encargado(a) de bodega y/o almacén	88.50	83.90	25
29	Herrería, oficial de	94.46	89.41	29
39	Pintor(a) de casas, edificios y construcción en general, oficial	93.74	88.69	39
41	Plomero(a) en instalaciones sanitarias, oficial	93.94	89.06	41
51	Soldador(a) con soplete o con arco eléctrico	96.90	91.66	51
57	Velador(a)	86.84	82.48	57

Se recomienda consultar:

[www.stps.gob.mx](http://www.stps.gob.mx)  
[www.conasami.gob.mx](http://www.conasami.gob.mx)

Con relación a los salarios mínimos propuestos por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos es importante hacer dos observaciones:

1. Lo salarios mínimos propuestos, en realidad están muy por debajo de los salarios que se pagan en el mercado, por lo cual, es recomendable que se lleve a cabo una investigación de salarios en la localidad donde habrá de efectuarse la obra, para elaborar el presupuesto con datos reales (investigación denominada mercadeo).
2. La lista de referencia no contiene la totalidad de los oficios empleados en la construcción por lo cual en muchos casos es necesario interpolar los datos

requeridos, sobre todo cuando en una licitación pública se solicita incluir como referencia los salarios mínimos considerados.

### **Salario base**

La determinación de los salarios base se hace a través de un mercadeo o estudio de los salarios que se pagan en una localidad determinada, en lo cual influyen factores tales como las políticas de la empresa constructora, la existencia de sindicatos, la ubicación geográfica y el volumen de obra que eventualmente se esté realizando en la zona, ya que por ejemplo la ejecución de un proyecto de gran envergadura tenderá, por efecto de la oferta y la demanda, a incrementar los salarios que se paguen.

Es fácil comprender que si pretendemos pagar salarios bajos, no conseguiremos personal suficientemente capacitado y si, por el contrario ofrecemos salarios por arriba del mercado, encareceremos el presupuesto con el riesgo de no resultar competitivos.

### **Salario Real**

Definidos los salarios base del personal que participará en la obra, es necesario calcular los incrementos que permitan integrar el salario real. Estos incrementos se refieren, en primera instancia a los que establece la Ley Federal del Trabajo, a saber: Vacaciones, prima vacacional y aguinaldo.

Sin embargo, es necesario hacer otras consideraciones en la integración del salario real:

- Días no laborables por fiestas de costumbre.

Por tradiciones arraigadas en nuestro medio laboral, sobre todo en los días correspondientes a celebraciones religiosas notables, como son: jueves y viernes santos, 3 de mayo, 2 de noviembre y 12 de diciembre, así como el 10 de mayo, el obrero no trabaja; por eso los constructores aceptan como no laborables, de acuerdo con su propia política, algunos de estos días. En algunas entidades o estados de la república debe considerarse, además, algún día no laborable por costumbre únicamente de la región, como es, en el caso de Puebla, el 5 de mayo.

- Días no laborables por enfermedad no profesional.

Cuando por enfermedad no profesional el obrero no trabaja, el patrón se ve obligado a cubrir su salario durante los 3 primeros días de ausencia, por lo que deberán considerarse, a criterio, los días no laborables por esta causa.

- Días no laborables por agentes físico-meteorológicos.

Con base en el lugar donde se va a ejecutar la obra, el medio geográfico, la estación del año, la topografía local, etc., deberá definirse un número de días no laborables por causas fortuitas, como pudieran ser: lluvia, nieve, calor o frío extremos, inundaciones y derrumbes.

De lo establecido en los incisos anteriores, podemos obtener ya conclusiones importantes aunque parciales, para la integración del salario real del trabajador.

### 3.6 Integración del Salario Real

El Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, establece en el artículo 159 la definición e integración del costo directo por concepto de mano de obra. A la letra dice lo siguiente:

*Artículo 159.-*

*El costo directo por mano de obra es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por el pago de salarios reales al personal que interviene directamente en la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, incluyendo al primer mando, entendiéndose como tal hasta la categoría de cabo o jefe de una cuadrilla de trabajadores. No se considerarán dentro de este costo, las percepciones del personal técnico administrativo, de control, supervisión y vigilancia que corresponden a los costos indirectos.*

*El costo de mano de obra se obtendrá de la expresión:*

$$Mo = \frac{Sr}{R}$$

*Donde:*

*“Mo” Representa el costo por mano de obra.*

“Sr” Representa el salario real del personal que interviene directamente en la ejecución de cada concepto de trabajo por jornada de ocho horas, salvo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia que corresponden a los costos indirectos. Incluirá todas las prestaciones derivadas de la Ley Federal del Trabajo, la Ley del Seguro Social, Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores o de los Contratos Colectivos de Trabajo en vigor.

Para la obtención de este rubro se deben considerar los salarios tabulados “Sn” (Salario Base) de las diferentes categorías y especialidades propuestas por el licitante o contratista, de acuerdo a la zona o región donde se ejecuten los trabajos, el que deberá afectarse con un factor de salario real “Fsr”, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Sr = Sn * Fsr$$

“R” Representa el rendimiento, es decir, la cantidad de trabajo que desarrolla el personal que interviene directamente en la ejecución del concepto de trabajo por jornada de ocho horas. Para realizar la evaluación del rendimiento se deberá considerar en todo momento el tipo de trabajo a desarrollar y las condiciones ambientales, topográficas y en general aquellas que predominen en la zona o región donde se ejecuten.

Por otra parte, el artículo 160 del reglamento citado, establece el procedimiento para calcular el factor de salario real; a la letra dice:

Artículo 160.-

Para los efectos del artículo anterior, se deberá entender al factor de salario real “Fsr”, como la relación de los días realmente pagados en un período anual, de enero a diciembre, divididos entre los días efectivamente laborados durante el mismo período, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$F_{sr} = ps \left( \frac{Tp}{Tl} \right) + \frac{Tp}{Tl}$$

Donde:



*“ $F_{sr}$ ” Representa el factor de salario real.*

*“ $ps$ ” Representa en fracción decimal, las obligaciones obrero-patronales derivadas de la Ley del Seguro Social y de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.*

*“ $Tp$ ” Representa los días realmente pagados durante un período anual.*

*“ $Tl$ ” Representa los días realmente laborados durante el mismo período anual.*

*Para su determinación, únicamente se deberán considerar aquellos días que estén dentro del período anual referido y que, de acuerdo con la Ley Federal del Trabajo y los Contratos Colectivos resulten pagos obligatorios, aunque no sean laborables.*

*Determinado el factor de salario real, éste permanecerá fijo hasta la terminación de los trabajos contratados, incluyendo los convenios que se celebren, debiendo considerar los ajustes a las prestaciones que para tal efecto determina la Ley del Seguro Social, dándoles un trato similar a un ajuste de costos.*

*Cuando se requiera de la realización de trabajos de emergencia originados por eventos que pongan en peligro o alteren el orden social, la economía, los servicios públicos, la salubridad, la seguridad o el ambiente de alguna zona o región del país, las dependencias o entidades podrán requerir la integración de horas por tiempo extraordinario, dentro de los márgenes señalados en la Ley Federal del Trabajo, debiendo ajustar el factor de salario real utilizado en la integración de los precios unitarios.*

### 3.6.1 Cálculo de $Tp/Tl$

De acuerdo a lo anterior, con lo que se ha expuesto hasta aquí, estamos en posibilidad de determinar, como primer punto, la relación  $Tp / Tl$ .

➤ Cálculo de los días realmente pagados durante un periodo anual ( $Tp$ ):

Los trabajadores, de acuerdo con la Ley Federal del Trabajo, tienen derecho a recibir como compensación a su trabajo, los siguientes pagos directos mínimos anuales:

Concepto	Nº de días
Por cuota diaria (Art. 83 y 84)*	365
Por prima vacacional (Art. 76 y 80), 25% x 6 días de vacaciones mínimas	1.5
Por aguinaldo (Art. 87)	15
<b>SUMA</b>	<b>381.5</b>

\* Debido a los años bisiestos, algunos analistas de precios consideran este número de días pagados por cuota diaria igual a 365.25.

➤ Cálculo de los días realmente laborados en el mismo periodo anual (TI):

También de acuerdo con la ley, los trabajadores tienen derecho de descansar, con goce de salario, los siguientes días mínimos al año.

Concepto	Nº de días
Por séptimo día (Art. 69 )	52
Por días festivos (Art. 74) (Se considera el 0.17 que corresponde a un 1/6 de día, debido a que cada 6 años no se trabaja el día de la toma de posesión del Presidente de la República Mexicana.	7.17
Por vacaciones (Art. 76)	6
<b>SUMA</b>	<b>65.17</b>

De acuerdo con la experiencia y la política de cada constructor, es necesario considerar también como inactivos algunos días del año, durante los cuales el trabajador goza de su salario íntegro. Dichos días se indican a continuación.

Concepto	Nº de días
Por fiestas de costumbre	3
Por enfermedad no profesional	3
Por mal tiempo y otros	3
<b>SUMA</b>	<b>9</b>

Resumen:

Días realmente pagados al trabajador por año ( $T_p$ ) = 381.5 días

Días realmente laborados en el mismo periodo ( $T_l$ ) =  $365 - 65.17 - 9 = 290.83$  días.

Podemos entonces determinar el valor del cociente de incremento, debido exclusivamente a prestaciones de la Ley Federal del Trabajo, que es:

$$T_p/T_l = \frac{381.5 \text{ días pagados}}{290.83 \text{ días laborados}} = 1.3118$$

Lo cual significa que, al integrar el salario real del trabajador, deberá considerarse un incremento de 31.18% sobre su salario base, por concepto de prestaciones de la Ley Federal del Trabajo.

Eventualmente, se llegan a presentar casos en que por necesidad de las obras o por convenir a los intereses del contratante y aún del contratista, se laboran jornadas de más de 8 horas diarias de trabajo, constituyéndose lo que llamamos "jornada extraordinaria de trabajo". Existen también circunstancias en que por urgencia, o por el gran volumen de obra a realizar, se hace necesario establecer dos o tres turnos de trabajo.

Es importante también, mencionar el caso de las obras foráneas, donde la utilización de mano de obra especializada es indispensable y en cuyas localidades se carece de la misma, presentándose entonces la necesidad de pagar viáticos, ayuda para hospedaje y/o alimentos al personal llevado de otros lugares. Estos importes, se deberán considerar adicionalmente a los del salario real, para las categorías correspondientes.

### 3.6.2 Cálculo del factor ps

Para el cálculo del factor ps se considerarán las obligaciones obrero-patronales derivadas de la Ley del Seguro Social y de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.

### 3.6.2.1 IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social)

De acuerdo a las disposiciones legales vigentes emanadas de los principios constitucionales que nos rigen, todos los empresarios tienen la obligación ineludible de inscribir a sus trabajadores en el Instituto Mexicano del Seguro Social, el cual, a cambio del pago de las primas de seguro correspondientes, se encarga de velar por la seguridad de los trabajadores y de impartirles la asistencia, servicios sociales y prestaciones señaladas por la nueva Ley del Seguro Social, cuyas últimas modificaciones se publicaron en el Diario Oficial de la Federación el 26 de mayo de 2009.

Se transcriben a continuación algunos artículos relevantes, sobre todo, aquellos que se inciden directamente en el cálculo del factor de salario real de la mano de obra, los cuales han sido sombreados con color.

#### *Artículo 6.*

El Seguro Social comprende:

- I. El régimen obligatorio, y
- II. El régimen voluntario.

#### *Artículo 11.*

El régimen obligatorio de la Ley, comprende los seguros de:

- I. Riesgos de trabajo;
- II. Enfermedades y maternidad;
- III. Invalidez y vida;
- IV. Retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, y
- V. Guarderías y prestaciones sociales.

- a. Riesgos de trabajo

#### *Artículo 41.*

Riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

#### *Artículo 71.*

Las cuotas que por el seguro de riesgos de trabajo deban pagar los patrones, se determinarán en relación con la cuantía del salario base de cotización, y con los riesgos

inherentes a la actividad de la negociación de que se trate, en los términos que establezca el reglamento relativo.

*Artículo 72.*

“Para los efectos de la fijación de primas a cubrir por el seguro de riesgos de trabajo, las empresas deberán calcular sus primas, multiplicando la siniestralidad de la empresa, por un factor de prima y al producto se le sumará el 0.005". El resultado será la prima que se aplicará sobre los salarios de cotización, conforme a la formula siguiente:

$$\text{Prima} = \left[ \left( \frac{S}{365} \right) + V \times (I + D) \right] \times \left( \frac{F}{N} \right) + M$$

En donde:

- V, 28 años, que es la duración promedio de vida activa de un individuo que no haya sido víctima de un accidente mortal o de incapacidad permanente total.
- F, 2.3, que es el factor de prima
- N, Número de trabajadores promedio expuestos al riesgo.
- S, Total de los días subsidiados a causa de incapacidad temporal.
- I, Suma de los porcentajes de las incapacidades permanentes, parciales y totales, divididos entre 100.
- D, Número de defunciones
- M, 0.005, que es la prima mínima de riesgo.

Al inscribirse por primera vez en el Instituto o al cambiar de actividad, las empresas cubrirán, en la clase que les corresponda conforme al reglamento, la prima media. Una vez ubicada la empresa en la prima a pagar, los siguientes aumentos o disminuciones de la misma se harán conforme al párrafo primero de este artículo.

No se tomarán en cuenta para la siniestralidad de las empresas, los accidentes que ocurran a los trabajadores al trasladarse de su domicilio al centro de labores o viceversa.

Los patrones cuyos centros de trabajo cuenten con un sistema de administración y seguridad en el trabajo acreditado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, aplicarán una F de 2.2 como factor de prima.

Las empresas de menos de 10 trabajadores, podrán optar por presentar la declaración anual correspondiente o cubrir la prima media que les corresponda conforme al reglamento, de acuerdo al artículo 73 de esta Ley.

**Artículo 73.**

Al inscribirse por primera vez en el Instituto o al cambiar la actividad, las empresas cubrirán la prima media de la clase que conforme al Reglamento les corresponda, de acuerdo con la tabla siguiente:

PRIMA MEDIA	POR CIENTO
Clase I	0.54355
Clase II	1.13065
Clase III	2.59840
Clase IV	4.65325
Clase V	<b>7.58875</b>

Se aplicará igualmente lo dispuesto por este artículo cuando el cambio de actividad de la empresa se origine por una sentencia definitiva o por disposición de esta Ley o de un reglamento.

**Artículo 74.**

Las empresas tendrán la obligación de renovar anualmente su siniestralidad, conforme al periodo y dentro del plazo que señale el reglamento, para determinar si permanecen en la misma prima, si disminuye o aumenta.

La prima conforme a la cual estén cubriendo sus cuotas las empresas podrá ser modificada, aumentándola o disminuyéndola en una proporción no mayor al uno por ciento con respecto a la del año inmediato anterior, tomando en consideración los riesgos de trabajo determinados durante el lapso que fije el reglamento respectivo, con independencia de la fecha en que éstos hubieran ocurrido y la comprobación documental del establecimiento de programas o acciones preventivas de accidentes y enfermedades

de trabajo. Estas modificaciones no podrán exceder los límites fijados para la prima mínima y máxima, que será de cero punto cinco por ciento y quince por ciento de los salarios base de cotización respectivamente. La siniestralidad se fijará conforme al reglamento de la materia.

*Artículo 75.*

La determinación de las clases comprenderá una lista de los diversos tipos de actividades y ramas industriales, catalogándolas en razón de la mayor o menor peligrosidad a que están expuestos los trabajadores, y asignando a cada uno de los grupos que formen dicha lista, una clase determinada. Este supuesto sólo se aplicará a las empresas que se inscriben por primera vez en el Instituto o cambien de actividad.

El Reglamento de la Ley del Seguro Social en Materia de Afiliación, Clasificación de Empresas, Recaudación y Fiscalización, en el Capítulo II De la Clasificación de las Empresas y Determinación de la Prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo establece:

*Artículo 18.*

Las empresas al registrarse por primera vez o al cambiar de actividad deberán auto clasificarse para efectos de la determinación y pago de la prima en el Seguro de Riesgos de Trabajo, conforme al Catálogo de Actividades establecido en el Título Octavo de este Reglamento, en la división económica, grupo económico, fracción y clase que en cada caso les corresponda de acuerdo a su actividad.

Asimismo, las empresas deberán clasificarse para los efectos del párrafo anterior en los casos de cualquier cambio de fracción, actividad o clase por disposición de la Ley, de este Reglamento o por sentencia definitiva.

Por su parte, el Título Octavo del Catálogo de Actividades para la Clasificación de las Empresas en el Seguro de Riesgos de Trabajo Capítulo Único señala:

*Artículo 196.*

Para los efectos del Capítulo II, del Título Segundo del presente Reglamento, las empresas y el Instituto se sujetarán al Catálogo de Actividades que establece este artículo.

CATÁLOGO DE ACTIVIDADES (Solo se enlistan las relacionadas con la construcción)

GRUPO 41	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES Y DE OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL	
FRACCIÓN	ACTIVIDAD	CLASE
411	<p>Construcción de edificaciones; excepto obra pública.</p> <p>Comprende a las empresas que se dedican a la construcción, reparación, reformas y reconstrucciones de edificaciones residenciales y no residenciales, excepto cuando se trate de obra pública.</p> <p>Se incluye la construcción de casas, conjuntos habitacionales, hoteles, moteles, instalaciones y edificaciones comerciales, de oficinas y servicios tales como bancos, consultorios, tiendas de autoservicio, hospitales, cuarteles, iglesias, escuelas, teatros, cines y similares.</p> <p>No se considerarán dentro de esta fracción, sino de la 412, las edificaciones realizadas por patrones personas morales, así como por patrones personas físicas, cuando éstos acrediten de manera fehaciente que se dedican normalmente a actividades de construcción.</p>	V
412	<p>Construcciones de obras de infraestructura y edificaciones en obra pública.</p> <p>Comprende a las empresas que se dedican a la construcción, reparación, reformas, reconstrucción y supervisión de obras de urbanización y saneamiento, de electrificación, de comunicaciones y transporte, hidráulicas y marítimas, de excavación, nivelación de terrenos, topografía, cimentación, perforación de pozos, alumbrado, andamiaje, demolición, montaje de estructuras prefabricadas (metálicas o de concreto) y similares.</p>	V
	<p>Se considera la construcción de instalaciones y edificaciones agropecuarias, industriales, edificaciones especiales relacionadas con el transporte (estaciones de pasajeros y otras) y edificaciones industriales especiales (centrales telefónicas, telegráficas o eléctricas, industria química y otras). Obras de colección, disposición y tratamiento de aguas negras, potabilizadoras y redes de distribución; camellones, banquetas, calles, avenidas, bulevares, viaductos, pasos a desnivel, sistemas de señalamiento, alumbrado público y otras obras de urbanización y saneamiento; líneas telegráficas, telefónicas, incluso cables submarinos, télex, red de microondas, torres transmisoras de radio y televisión, tendido de líneas para transmisión por cable y otros similares, incluso radares y microondas; caminos, brechas, carreteras, autopistas, pistas de aeropuertos, sistemas ferroviarios y transporte urbano eléctrico, estructura de vías para transporte ferroviario, urbano, suburbano e interurbano, estaciones subterráneas y vías férreas (metro); oleoductos, gasoductos y conductos similares y otras obras de comunicación y transportes; presas, estaciones de bombeo, acueductos y redes de distribución de agua, canales y obras de riego, obras para control de inundaciones (malecones, diques pluviales y otras), dragado y eliminación de rocas submarinas, puertos, muelles, desembarcaderos, diques rompeolas y similares; canales de navegación y otras obras marítimas; estadios, campos y canchas deportivas; perforación de pozos de agua, petroleros o de gas; lagos y estanques artificiales; instalación y remodelación de esculturas, monumentos y</p>	



	otras obras de ingeniería civil no especificadas.	
	Se incluyen las edificaciones a que se refiere la fracción 411, cuando se trate de obra pública, cuando sean realizadas por personas morales o cuando, tratándose de personas físicas, éstas acrediten de manera fehaciente que se dedican normalmente a actividades de construcción.	
<b>GRUPO 42</b>	<b>TRABAJOS REALIZADOS POR CONTRATISTAS ESPECIALIZADOS</b>	
<b>FRACCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CLASE</b>
421	Instalaciones sanitarias, eléctricas, de gas y de aire acondicionado.  Comprende a las empresas que se dedican a la instalación de sistemas sanitarios, de plomería y fontanería, de sistema eléctrico, intercomunicación y de alarma, de sistemas de aire acondicionado, de redes de distribución de gas combustible e instalaciones similares.  Incluye la modificación, ampliación o mantenimiento y reparación de las instalaciones mencionadas, así como la limpieza del alcantarillado, caños y tuberías.	IV
422	Instalación y reparación de ascensores, escaleras electromecánicas y otros equipos para transportación.  Comprende a las empresas que se dedican a la instalación de ascensores, escaleras electromecánicas y otros equipos o sistemas para elevación o transportación. Incluye la modificación, ampliación, mantenimiento y reparación de los equipos mencionados.	IV
423	Instalación de ventanería, herrería, cancelería, vidrios y cristales.  Comprende a las empresas que se dedican a la instalación de ventanería, herrería, cancelería (metálica, de madera u otros materiales), vitrales, vidrios, cristales y otros trabajos similares. Incluye la modificación, ampliación, mantenimiento y reparación de las instalaciones mencionadas y a las empresas que en forma simultánea fabrican e instalan los productos mencionados.	V
424	Otros servicios de instalación vinculados al acabado o remodelación de obras de construcción.  Comprende a las empresas que se dedican a la instalación de revestimientos de interiores o exteriores de obras de construcción en general con mezclas de cemento, yeso o cal, materiales pétreos o vidriados, pinturas, madera, impermeabilizantes, materiales térmicos o acústicos, elementos ornamentales y otros materiales o partes no especificados, vinculados al acabado o remodelación de obras de construcción. Incluye a los rotulistas que realicen trabajos en interiores y exteriores de inmuebles sobre muros, paredes, paneles y similares y/o empresas que instalen los anuncios publicitarios, así como sus elementos de suspensión o sustentación.	V

Dado que el artículo 71 menciona el salario base de cotización, es conveniente conocer lo que establece la ley del IMSS al respecto:

➤ Salario base de cotización

*Artículo 27.*

El salario base de cotización se integra con los pagos hechos en efectivo por cuota diaria, gratificaciones, percepciones, alimentación, habitación, primas, comisiones, prestaciones en especie y cualquiera otra cantidad o prestación que se entregue al trabajador por su trabajo. Se excluyen como integrantes del salario base de cotización, dada su naturaleza, los siguientes conceptos:

- I. Los instrumentos de trabajo tales como herramientas, ropa y otros similares;
- II. El ahorro, cuando se integre por un depósito de cantidad semanal, quincenal o mensual igual del trabajador y de la empresa; si se constituye en forma diversa o puede el trabajador retirarlo más de dos veces al año, integrará salario; tampoco se tomarán en cuenta las cantidades otorgadas por el patrón para fines sociales de carácter sindical;
- III. Las aportaciones adicionales que el patrón convenga otorgar a favor de sus trabajadores por concepto de cuotas del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez;
- IV. Las cuotas que en términos de esta Ley le corresponde cubrir al patrón, las aportaciones al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, y las participaciones en las utilidades de la empresa;
- V. La alimentación y la habitación cuando se entreguen en forma onerosa a los trabajadores; se entiende que son onerosas estas prestaciones cuando el trabajador pague por cada una de ellas, como mínimo, el veinte por ciento del salario mínimo general diario que rija en el Distrito Federal;
- VI. Las despensas en especie o en dinero, siempre y cuando su importe no rebase el cuarenta por ciento del salario mínimo general diario vigente en el Distrito Federal;

VII. Los premios por asistencia y puntualidad, siempre que el importe de cada uno de estos conceptos no rebase el diez por ciento del salario base de cotización;

VIII. Las cantidades aportadas para fines sociales, considerándose como tales las entregadas para constituir fondos de algún plan de pensiones establecido por el patrón o derivado de contratación colectiva. Los planes de pensiones serán sólo los que reúnan los requisitos que establezca la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, y

IX. El tiempo extraordinario dentro de los márgenes señalados en la Ley Federal del Trabajo.

Para que los conceptos mencionados en este precepto se excluyan como integrantes del salario base de cotización, deberán estar debidamente registrados en la contabilidad del patrón.

En los conceptos previstos en las fracciones VI, VII y IX cuando el importe de estas prestaciones rebase el porcentaje establecido, solamente se integrarán los excedentes al salario base de cotización.

Tomando como ejemplo los números considerados anteriormente para el caso de las prestaciones que establece la Ley Federal del Trabajo, el salario base de cotización (SBC) de acuerdo con lo que establece el artículo 27 de la ley del IMSS es:

$$\text{SBC} = \frac{381.5}{365} \times \text{Salario Base} = 1.0452 \times \text{Salario Base}$$

*Artículo 36.*

Corresponde al patrón pagar íntegramente la cuota señalada para los trabajadores, en los casos en que éstos perciban como cuota diaria el salario mínimo.

b. Enfermedades y maternidad

*Artículo 25. (Segundo párrafo)*

Para cubrir las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad de los pensionados y sus beneficiarios, en los seguros de riesgos de trabajo, invalidez y vida,

así como retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, los patrones, los trabajadores y el Estado aportarán una cuota de uno punto cinco por ciento sobre el salario base de cotización. De dicha cuota corresponderá al patrón pagar el uno punto cero cinco por ciento, a los trabajadores el cero punto trescientos setenta y cinco por ciento y al Estado el cero punto cero setenta y cinco por ciento.

*Artículo 105.*

Los recursos necesarios para cubrir las prestaciones en dinero, las prestaciones en especie y los gastos administrativos del seguro de enfermedades y maternidad, se obtendrán de las cuotas que están obligados a cubrir los patrones y los trabajadores o demás sujetos y de la contribución que corresponda al Estado.

*Artículo 106.*

Las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad, se financiarán en la forma siguiente:

- I. Por cada asegurado se pagará mensualmente una cuota diaria patronal equivalente al trece punto nueve por ciento de un salario mínimo general diario para el Distrito Federal;
- II. Para los asegurados cuyo salario base de cotización sea mayor a tres veces el salario mínimo general diario para el Distrito Federal; se cubrirá además de la cuota establecida en la fracción anterior, una cuota adicional patronal equivalente al seis por ciento y otra adicional obrera del dos por ciento, de la cantidad que resulte de la diferencia entre el salario base de cotización y tres veces el salario mínimo citado, y
- III. El Gobierno Federal cubrirá mensualmente una cuota diaria por cada asegurado, equivalente a trece punto nueve por ciento de un salario mínimo general para el Distrito Federal, a la fecha de entrada en vigor de esta Ley, la cantidad inicial que resulte se actualizará trimestralmente de acuerdo a la variación del Índice Nacional de Precios al Consumidor.

Con relación al artículo anterior, el DECIMO NOVENO transitorio establece que:

La tasa sobre el salario mínimo general diario del Distrito Federal a que se refiere la fracción I del artículo 106, se incrementará el primero de julio de cada año en sesenta y cinco centésimas de punto porcentual. Estas modificaciones comenzarán en el año de 1998 y terminarán en el año 2007.

Las tasas a que se refiere la fracción II del artículo 106, se reducirán el primero de julio de cada año en cuarenta y nueve centésimas de punto porcentual la que corresponde a los patrones y en dieciséis centésimas de punto porcentual la que corresponde pagar a los trabajadores. Estas modificaciones comenzarán en el año de 1998 y terminarán en el año 2007.

*Artículo 107.*

Las prestaciones en dinero del seguro de enfermedades y maternidad se financiarán con una cuota del uno por ciento sobre el salario base de cotización, que se pagará de la forma siguiente:

- I. A los patrones les corresponderá pagar el setenta por ciento de dicha cuota;
- II. A los trabajadores les corresponderá pagar el veinticinco por ciento de la misma, y
- III. Al Gobierno Federal le corresponderá pagar el cinco por ciento restante.

c. Invalidez y vida

*Artículo 112.*

Los riesgos protegidos en este capítulo son la invalidez y la muerte del asegurado o del pensionado por invalidez, en los términos y con las modalidades previstos en esta Ley.

*Artículo 146.*

Los recursos necesarios para financiar las prestaciones y los gastos administrativos del seguro de invalidez y vida, así como la constitución de las reservas técnicas, se obtendrán de las cuotas que están obligados a cubrir los patrones, los trabajadores y demás sujetos obligados, así como de la contribución que corresponda al Estado.

*Artículo 147.*

A los patrones y a los trabajadores les corresponde cubrir, para el seguro de invalidez y vida el uno punto setenta y cinco por ciento y el cero punto seiscientos veinticinco por ciento sobre el salario base de cotización, respectivamente.

d. Retiro, cesantía en edad avanzada y vejez

*Artículo 152.*

Los riesgos protegidos por este capítulo son el retiro, la cesantía en edad avanzada y la vejez del asegurado, así como la muerte de los pensionados por este seguro, en los términos y con las modalidades previstas en esta Ley.

*Artículo 154.*

Para los efectos de esta Ley existe cesantía en edad avanzada cuando el asegurado quede privado de trabajos remunerados a partir de los sesenta años de edad.

*Artículo 168.*

Las cuotas y aportaciones a que se refiere el artículo anterior serán:

I. En el ramo de retiro, a los patrones les corresponde cubrir el importe equivalente al dos por ciento del salario base de cotización del trabajador.

II. En los ramos de cesantía en edad avanzada y vejez, a los patrones y a los trabajadores les corresponde cubrir las cuotas del tres punto ciento cincuenta por ciento y uno punto ciento veinticinco por ciento sobre el salario base de cotización, respectivamente.

VI. Guarderías y prestaciones sociales

*Artículo 201.*

El ramo de guarderías cubre el riesgo de no poder proporcionar cuidados durante la jornada de trabajo a sus hijos en la primera infancia, de la mujer trabajadora, del trabajador viudo o divorciado o de aquél al que judicialmente se le hubiera confiado la custodia de sus hijos, mediante el otorgamiento de las prestaciones establecidas en este capítulo.

*Artículo 211.*

El monto de la prima para este seguro será del uno por ciento sobre el salario base de cotización. Para prestaciones sociales solamente se podrá destinar hasta el veinte por ciento de dicho monto.

*Artículo 212.*

Los patrones cubrirán íntegramente la prima para el financiamiento de las prestaciones de este capítulo, esto independientemente que tengan o no trabajadores de los señalados en el artículo 201 a su servicio.

La tabla No. 8, muestra un resumen de los porcentajes descritos en los párrafos anteriores, mismos que se aplican, según el caso a:

- Al salario mínimo general vigente en el D.F.
- Al salario base de cotización
- A la diferencia entre el salario base de cotización y tres veces el salario mínimo vigente en el D.F.

La tabla No. 9, muestra la manera en que fueron variando los porcentajes señalados en el artículo 19°. transitorio de la Ley del IMSS hasta llegar al año 2007.





**Tabla No. 8.- Porcentajes para el pago del Seguro Social**  
PORCENTAJE DE APORTACIONES OBRERO PATRONALES Y DEL ESTADO DE ACUERDO A LA LEY DEL SEGURO SOCIAL 1997

SEGUROS DE:	LÍMITE (4)	PRESTACIONES EN:	PATRON	TRABAJADOR	ESTADO
<b>ENFERMEDAD Y MATERNIDAD</b>	25 SMGDF	ESPECIE (ART 25)	POR EL PERÍODO DE PENSIONES DE R.T., I.V.R.C y V. LA BASE SERÁ EL SALARIO BASE DE COTIZACIÓN (S.B.C)		
			1.05%	0.375%	0.075%
		ESPECIE (ART 106)	INGRESOS HASTA DE 3 S.M.G.D.F. (FRACC. I)		SOBRE LA BASE DE UN S.M.G.D.F. (FRACCION III)
			13.9% (1) DE UN S.M.G.D.F.		
			INGRESOS DE MAS DE 3 S.M.G.D.F. (FRACCIÓN II)		13.90%
			6% (2) DE LA DIFERENCIA ENTRE EL S.B.C. Y EL LÍMITE DE 3 S.M.G.D.F.	2% (3) DE LA DIFERENCIA ENTRE EL S.B.C. Y EL LÍMITE DE 3 S.M.G.D.F.	
		DINERO (ART. 107)	0.70% DEL S.B.C.	0.25% DEL S.B.C.	0.05% DEL S.B.C.
<b>RIESGOS DE TRABAJO</b>	25 SMGDF	ESPECIE (*) Y DINERO (ART 71)	% DEL RIESGO CALIFICADO POR EL S.B.C.		
<b>INVALIDEZ Y VIDA</b>	15 SMGDF	DINERO (ART 147)	LA BASE SERÁ EL SALARIO BASE DE COTIZACIÓN		(ART 148)
			1.75%	0.625%	0.125%
<b>RETIRO</b>	25 SMGDF	DINERO (ART 168 FRACC I)	2% DEL S.B.C.		
<b>CESANTÍA Y VEJEZ</b>	15 SMGDF	DINERO (ART. 168 FRACC II)	LA BASE SERÁ EL SALARIO BASE DE COTIZACIÓN		(ART 168 FRACC III)
			3.150%	1.125%	6.225% MAS 5.5% DE UN S.M.G.D.F. COMO CUOTA SOCIAL (ART. 168 FRACC IV)
<b>GUARDERÍAS Y PRESTACIONES SOCIALES</b>	25 SMGDF	ESPECIE (ART 211)	1% DEL S.B.C.		

(1) ESTE PORCENTAJE SE INCREMENTARÁ CADA AÑO EN 0.65% A PARTIR DE 1999 AL 2008

(2) ESTE PORCENTAJE SE DISMINUIRÁ CADA AÑO EN 0.49% A PARTIR DE 1999 HASTA EL 2008

(3) ESTE PORCENTAJE SE DISMINUIRÁ CADA AÑO EN 0.16% A PARTIR DE 1999 HASTA EL 2008

4) ESTOS LÍMITES ENTRARÁN EN VIGOR A PARTIR DE 1997, AUMENTANDO UN SALARIO MÍNIMO CADA AÑO HASTA EL 2007 EN EL CASO DE I y V, C y V

(\*) POR INCAPACIDAD TEMPORAL

*Tabla No. 9.- Seguros de Enfermedad y Maternidad:  
Porcentajes variables según el año de aplicación*

<b>IMSS</b>		
<b>Enfermedades y maternidad</b>		
<b>Especie (Art. 106)</b>		
<b>% SMGDF</b>		
AÑO	INCREMENTO	%
1998	*****	13.90
1999	0.65	14.55
2000	0.65	15.20
2001	0.65	15.85
2002	0.65	16.50
2003	0.65	17.15
2004	0.65	17.80
2005	0.65	18.45
2006	0.65	19.10
2007	0.65	19.75
2008	0.65	20.40
<b>Enfermedades y maternidad</b>		
<b>Especie (Art. 106)</b>		
<b>%(SBC - 3SMGDF)</b>		
AÑO	DECREMENTO	%
1998	*****	6.00
1999	0.49	5.51
2000	0.49	5.02
2001	0.49	4.53
2002	0.49	4.04
2003	0.49	3.55
2004	0.49	3.06
2005	0.49	2.57
2006	0.49	2.08
2007	0.49	1.59
2008	0.49	1.10

### 3.6.2.2 INFONAVIT (Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores)

Con el fin de proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas, higiénicas y a un precio accesible; el 1º. de mayo de 1972, se creó el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.

Dicho fondo está formado conforme lo establece la Ley Federal del Trabajo como sigue:

#### Artículo 136.-

Toda empresa agrícola, industrial, minera o de cualquier otra clase de trabajo, está obligada a proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas e higiénicas. Para dar cumplimiento a esta obligación, las empresas deberán aportar al Fondo Nacional de la Vivienda el cinco por ciento sobre los salarios de los trabajadores a su servicio.

Además, por decreto aparecido posteriormente en el Diario Oficial de la Federación, el 5% debe aportarse sobre el salario base de cotización (SBC).

El cargo por INFONAVIT, debe estar incluido en el análisis de Factor de Salario Real, de acuerdo con el artículo 160 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, tal como se ilustra en la **Tabla No. 7** "Cálculo del Factor de Salario Real de acuerdo a la Ley del IMSS 1997, y la Ley Federal del Trabajo" mostrándose lo anterior en la columna 15. Es conveniente aclarar que el pago de las cuotas se hace por medio del Seguro Social.

Conocidas las cuotas del IMSS y del INFONAVIT, se puede calcular finalmente el factor ps y, por tanto, el factor de salario real.

Al analizar con detalle las cuotas descritas, vemos que se pueden distinguir tres casos para el cálculo de dicho factor: Para trabajadores que perciben el salario mínimo, para quienes perciben un salario superior al mínimo pero menor que tres salarios mínimos generales en el D.F. y para trabajadores con salario superior a tres salarios mínimos generales en el D.F.

- Para trabajadores con salario mínimo  
(Recordar que en este caso el patrón paga las cuotas señaladas para el trabajador)

$$ps = (\text{Suma cuotas IMSS} + \text{cuota INFONAVIT})/\text{SBC} = [20.40\% \text{ SMGDF} + (0.7 + 1.05 + 1.75 + 3.15 + 2.0 + 7.58875 + 1.0 + 5.0)\% \text{ SBC} + (0.25 + 0.375 + 0.625 + 1.125)\% \text{ SBC}]/\text{SBC}$$

$$ps = (20.40\% \text{ SMGDF} + 22.23875\% \text{ SBC} + 2.375\% \text{ SBC})/\text{SBC}$$

$$ps = (20.40\% \text{ SMGDF} + 24.61375\% \text{ SBC})/\text{SBC}$$

Considerándolo en forma decimal:

$$ps = (0.2040 \text{ SMGDF} + 0.2461375 \text{ SBC})/\text{SBC}$$

Finalmente:

$$ps = 0.2040 \text{ SMGDF}/\text{SBC} + 0.2461375$$

- Para trabajadores con salario superior al mínimo pero menor que tres SMGDF

$$ps = (\text{Suma cuotas IMSS} + \text{cuota INFONAVIT})/\text{SBC} = (20.40\% \text{ SMGDF} + 22.23875\% \text{ SBC})/\text{SBC}$$

Considerándolo en forma decimal:

$$ps = (0.2040 \text{ SMGDF} + 0.2223875 \text{ SBC})/\text{SBC}$$

Finalmente:

$$ps = 0.2040 \text{ SMGDF}/\text{SBC} + 0.2223875$$

- Para Salarios superiores a tres SMGDF

$$ps = (\text{Suma cuotas IMSS} + \text{cuota INFONAVIT})/\text{SBC} = [20.40\% \text{ SMGDF} + 22.23875\% \text{ SBC} + 0.011 (\text{SBC} - 3 \text{ SMGDF})]/\text{SBC}$$

Considerándolo en forma decimal:

$$ps = [0.2040 \text{ SMGDF} + 0.2223875 \text{ SBC} + 0.011 (\text{SBC} - 3 \text{ SMGDF})]/\text{SBC}$$

$$ps = 0.2040 \text{ SMGDF}/\text{SBC} + 0.2223875 + 0.011 - 0.033 \text{ SMGDF}/\text{SBC}$$

Finalmente:

$$ps = 0.171 \text{ SMGDF}/\text{SBC} + 0.2333875$$

En cualquiera de los tres casos, bastará con aplicar la expresión:

$$F_{sr} = ps \left( \frac{Tp}{Tl} \right) + \frac{Tp}{Tl}$$

Para conocer el factor de salario real.

### 3.7 Cálculo del Salario Real

Habiendo calculado los factores de salario real, bastará con multiplicarlos por los salarios base para obtener los salarios reales y con ello elaborar el tabulador de mano de obra que habrá de utilizarse para la integración de los costos directos por concepto de mano de obra.

En virtud de que en las licitaciones de obra pública se solicita a los participantes calcular el factor de salario real para cada una de las categorías de trabajadores que intervendrán en la obra, resulta práctico hacer este cálculo de manera sistemática, utilizando una tabla como la que se muestra a continuación.

Es importante hacer notar, que el analista de precios unitarios tiene que verificar, continuamente, si existen cambios en la Ley Federal del Trabajo, en la Ley del Seguro Social y en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.





CÁLCULO DEL FACTOR DE SALARIO REAL DE ACUERDO CON LA LEY DEL IMSS 1997 Y CON LA LEY FEDERAL DEL TRABAJO

Salario mínimo 2011 \$ 59,82

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CATEGORÍA	SALARIO BASE	FACTOR PARA SALARIO INTEGRADO	SALARIO BASE DE COTIZACIÓN	ENFERMEDAD Y MATERNIDAD				RIESGOS DE TRABAJO	INVALIDEZ Y VIDA	COTIZACIÓN	CESANTÍA Y VEJEZ	GUARDERÍAS Y PRESTACIONES SOCIALES	INFONAVIT	SUMA	INCREMENTO SOBRE SALARIO BASE (ps)	ps(Tp/TI)	FASAR = ps(Tp/TI) + Tp/TI
		(1)		ESPECIE	ESPECIE (2)		DINERO										
				1,05%	20,40%	1,10%	0,70%	7,58875%	1,75%	2,00%	3,150%	1,00%	5,00%			Tp/TI=1.3118	

LEY FEDERAL DEL TRABAJO	
DÍAS PAGADOS	DÍAS DEL AÑO
	Más:
	AGUINALDO
	PRIMA VACACIONAL
	TP
DÍAS TRABAJADOS	DÍAS DEL AÑO
	Menos:
	7o. DIA
	VACACIONES
	POR LEY
	POR ENFERMEDAD
	POR COSTUMBRE
	OTROS
	TI

TP/TI=

- (1) EL IMSS CONSIDERA EL FACTOR DE SALARIO INTEGRADO COMO LA RELACION 381.5/365  
 (2) ESTE PORCENTAJE INICIÓ EN 1997 CON 13.9%, AUMENTANDO A PARTIR DE 1999 CADA AÑO EN 0.65%  
 (3) ESTE PORCENTAJE INICIÓ EN 1997 CON 6%, DISMINUYENDO A PARTIR DE 1999 CADA AÑO EN 0.49 %

Tabla No. 10.- Formato para el cálculo del factor de salario real



LLENADO DE LA TABLA PARA EL CÁLCULO DEL FACTOR DE SALARIO REAL

COLUMN A	Indicaciones
1	Se anota la categoría del personal que se trate, por ejemplo: cabo, albañil, oficial electricista, etc.
2	Se escribe el salario base de acuerdo a la categoría que se trate, es decir, es el salario con el cual se contrata al trabajador.
3	Es el resultado de dividir los días realmente pagados por el patrón al trabajador (Tp), entre los días del año, el IMSS lo designa como factor de salario base de cotización (SBC).
4	Es el resultado de multiplicar el salario base (columna 2) por el factor de salario base de cotización (columna 3).
5	De acuerdo con el artículo 25 de la ley del Seguro Social y sus reglamentos, en la parte que corresponde al título primero, disposiciones generales, capítulo único, corresponde al patrón aportar una cuota de 1.05% sobre el salario base de cotización por "enfermedad y maternidad" en la parte de "especie", por lo tanto, en esta columna, se anota el resultado de multiplicar la columna 4 por 0.0105
6	De acuerdo con el artículo 106, fracción i de la ley del seguro social, capítulo iv del seguro de enfermedades y maternidad, sección cuarta del régimen financiero, por cada asegurado se pagará mensualmente una cuota diaria patronal equivalente al 13.9% de un salario mínimo general diario para el Distrito Federal. Este porcentaje inició en 1997, aumentando a partir de 1999 cada año en 0.65% hasta el año 2008, de tal manera que en la actualidad es de 20.40%, por lo que en esta columna se asienta el resultado de multiplicar dicho porcentaje por \$50.57.
7	De acuerdo con el artículo 106, fracción II, de la ley del Seguro Social, para los asegurados cuyo salario base de cotización sea mayor a 3 veces el salario mínimo general diario para el D.F., se cubrirá, además de la cuota establecida en la fracción anterior, una cuota adicional patronal equivalente al 6% de la cantidad que resulte de la diferencia entre el salario base de cotización y 3 veces el salario mínimo general del D.F. Este porcentaje inició en 1997, disminuyendo a partir de 1999 cada año en 0.49%, de tal suerte que actualmente es de 1.10%. el resultado de multiplicar este último porcentaje por la diferencia referida, se anota en esta columna.
8	De acuerdo con el artículo 107 de la ley del seguro social, las prestaciones en dinero del seguro de enfermedades y maternidad se financiarán con una cuota del 1% sobre el salario base de cotización, que se pagará de la forma siguiente: I.- A los patrones les corresponderá el 70% de dicha cuota. II.- A los trabajadores les corresponderá pagar el 25% de la misma, y III.- Al gobierno federal le corresponderá pagar el 5% restante. En esta columna, por tanto, se asienta el resultado de multiplicar 0.70% por los salarios de la columna 4.
9 a 14	En estas columnas se coloca el correspondiente porcentaje multiplicado por el salario base de cotización (columna 4).
15	Es la suma de las columnas 5 a 14.
16	Es el resultado de dividir la columna 15 entre la columna 4.
17	Columna 16 por la relación Tp/tl.
18	Columna 17 más el resultado de la relación Tp/Tl.
19	Resultado de multiplicar la columna 18 por la columna 2.

CÁLCULO DEL FACTOR DE SALARIO REAL DE ACUERDO A LA LEY DEL IMSS 1997 Y A LA LEY FEDERAL DEL TRABAJO																		
Salario mínimo en el D.F.		\$ 67.29		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
CATEGORÍA	SALARIO BASE	FACTOR PARA SALARIO INTEGRADO (1)	SALARIO BASE DE COTIZACIÓN	ENFERMEDAD Y MATERNIDAD				RIESGOS DE TRABAJO	INVALIDEZ Y VIDA	RETIRO	CESANTÍA Y VEJEZ	GUARDERÍAS Y PRESTACIONES SOCIALES	INFONAVIT	SUMA	INCREMENTO SOBRE SALARIO BASE (ps)	ps(Tp/TI) =1.3118	FASAR = ps(Tp/TI) + Tp/TI	SALARIO REAL
				ESPECIE	ESPECIE (2)		DINERO											
				1.05%	20.40%	1.10%	0.70%											
Peón	\$ 170.00	104521	\$ 177.68	\$ 187	\$ 13.73	\$ -	\$ 124	\$ 13.48	\$ 3.11	\$ 3.55	\$ 5.60	\$ 1.78	\$ 8.88	\$ 53.24	0.2996	0.3931	1704824	\$ 289.82
Cabo	\$ 350.00	104521	\$ 365.82	\$ 3.84	\$ 13.73	\$ 180	\$ 2.56	\$ 27.76	\$ 6.40	\$ 7.32	\$ 11.52	\$ 3.66	\$ 18.29	\$ 96.88	0.2648	0.3474	1659172	\$ 580.71
Oficial albañil	\$ 255.00	104521	\$ 266.53	\$ 2.80	\$ 13.73	\$ 0.71	\$ 187	\$ 20.23	\$ 4.66	\$ 5.33	\$ 8.40	\$ 2.67	\$ 13.33	\$ 73.71	0.2766	0.3628	1674543	\$ 427.01
Oficial Fierro	\$ 260.00	104521	\$ 271.75	\$ 2.85	\$ 13.73	\$ 0.77	\$ 190	\$ 20.62	\$ 4.76	\$ 5.44	\$ 8.56	\$ 2.72	\$ 13.59	\$ 74.93	0.2757	0.3617	1673455	\$ 435.10
Ayudante Fierro	\$ 200.00	104521	\$ 209.04	\$ 2.19	\$ 13.73	\$ 0.08	\$ 146	\$ 15.86	\$ 3.66	\$ 4.18	\$ 6.58	\$ 2.09	\$ 10.45	\$ 60.29	0.2884	0.3784	1690117	\$ 338.02
Oficial carpintero	\$ 250.00	104521	\$ 261.30	\$ 2.74	\$ 13.73	\$ 0.65	\$ 183	\$ 19.83	\$ 4.57	\$ 5.23	\$ 8.23	\$ 2.61	\$ 13.07	\$ 72.49	0.2774	0.3639	1675676	\$ 418.92
Ayudante carpintero	\$ 200.00	104521	\$ 209.04	\$ 2.19	\$ 13.73	\$ 0.08	\$ 146	\$ 15.86	\$ 3.66	\$ 4.18	\$ 6.58	\$ 2.09	\$ 10.45	\$ 60.29	0.2884	0.3784	1690117	\$ 338.02
Operador equipo ligero	\$ 230.00	104521	\$ 240.40	\$ 2.52	\$ 13.73	\$ 0.42	\$ 168	\$ 18.24	\$ 4.21	\$ 4.81	\$ 7.57	\$ 2.40	\$ 12.02	\$ 67.61	0.2813	0.3689	1680699	\$ 386.56
Chofer camion volteo	\$ 270.00	104521	\$ 282.21	\$ 2.96	\$ 13.73	\$ 0.88	\$ 198	\$ 21.42	\$ 4.94	\$ 5.64	\$ 8.89	\$ 2.82	\$ 14.11	\$ 77.37	0.2742	0.3596	1671398	\$ 451.28
Operador de equipo pesado	\$ 360.00	104521	\$ 376.27	\$ 3.95	\$ 13.73	\$ 1.92	\$ 2.63	\$ 28.55	\$ 6.58	\$ 7.53	\$ 11.85	\$ 3.76	\$ 18.81	\$ 99.32	0.2640	0.3463	1658026	\$ 596.89
LEY FEDERAL DEL TRABAJO																		
DÍAS PAGADOS	DÍAS DEL AÑO		365.00															
	Más:																	
	AGUINALDO		15.00															
	PRIMA VACACIONAL		150															
	TP		38150															
DÍAS TRABAJADOS	DÍAS DEL AÑO		365.00															
	Menos:																	
	7o. DIA		52.00															
	VACACIONES		6.00															
	POR LEY		7.17															
	POR ENFERMEDAD		3.00															
	POR COSTUMBRE		4.00															
	OTROS		2.00															
	TI		290.83															
	TP/TI=		1.3118															

Tabla No. 11.- Cálculo del factor de salario real

Una vez calculado el factor de salario real, se puede integrar el catálogo de mano de obra:

Categoría	Unidad	Salario Base	Factor de Salario Real	Salario Real
Peón	Jor	\$ 170.00	1.704824	\$ 289.82
Cabo	Jor	\$ 350.00	1.659172	\$ 580.71
Oficial albañil	Jor	\$ 255.00	1.674543	\$ 427.01
Oficial fierro	Jor	\$ 260.00	1.673455	\$ 435.10
Ayudante de fierro	Jor	\$ 200.00	1.690117	\$ 338.02
Oficial carpintero	Jor	\$ 250.00	1.675676	\$ 418.92
Ayudante de carpintero	Jor	\$ 200.00	1.690117	\$ 338.02
Operador de equipo ligero	Jor	\$ 230.00	1.680699	\$ 386.56
Chofer de camion volteo	Jor	\$ 270.00	1.671398	\$ 451.28
Operador de equipo pesado	Jor	\$ 360.00	1.658026	\$ 596.89

### 3.8 El IVA en los costos de mano de obra

La remuneración de la mano de obra no incluye traslación del IVA por los trabajadores al empleador; los pagos que éste hace por tal concepto no incluyen, pues, el porcentaje del IVA y en consecuencia éste no debe aparecer en los análisis, ni formar parte de los precios unitarios.

Excepción de lo anterior, es el caso de un subcontrato por servicio de mano de obra, proporcionado por una persona moral como es el ejemplo de un destajista formalmente constituido en Sociedad Anónima o que presta sus servicios con fines empresariales, que factura cumpliendo con todos los requisitos fiscales y debe trasladar el IVA a la empresa a quien prestó el servicio; sin embargo de igual manera que lo mencionado para materiales, este IVA pagado por la empresa no debe incorporarse a los análisis de precios sino que se manejará contablemente en cuentas especiales

### 3.9 Determinación de los rendimientos de mano de obra en las principales actividades de la construcción.

Se entiende por rendimiento de mano de obra, la producción o cantidad de obra ejecutada por una persona o grupo de personas (cuadrilla) por unidad de tiempo.

Generalmente la unidad de tiempo seleccionada es la jornada de trabajo, aunque pueden darse casos en que dicha unidad sea medida por hora.

Para el cálculo de los rendimientos se puede recurrir a:

- Observación directa, registrando las cantidades de obra ejecutadas y el tiempo en que se llevaron a cabo. Es conveniente hacer varias observaciones que sean representativas y evitar que los trabajadores se den cuenta de que están siendo observados ya esto distorsionaría el estudio.
- Publicaciones especializadas que de manera estadística han registrado rendimientos promedio de los trabajos más frecuentes. Hay que tomar con reservas esta información ya que, como se mencionó, es para condiciones promedio.
- Un análisis teórico con el apoyo de quienes ejecutarán el trabajo. En ocasiones no hay información de ciertos conceptos de obra poco frecuentes y es necesario hacer una serie de suposiciones para calcular el rendimiento probable en campo.

Por otra parte, conviene hacer una breve reflexión sobre los principales factores que afectan los rendimientos de la mano de obra:

a) Clima,

En condiciones extremas de frío, calor, humedad y otros, el rendimiento estará muy por debajo de los promedios.

b) Capacitación de los trabajadores

La falta de oficio dará como resultado bajos rendimientos. Hay que estar atento a este punto, ya que pudiera atribuirse un bajo rendimiento a un grado de dificultad alto cuando en realidad es debido a la falta de capacitación.

c) Herramienta

La herramienta inadecuada o en mal estado originará bajos rendimientos.

d) Seguridad

Las condiciones de seguridad que se tengan en la obra, influirán fuertemente en el rendimiento de los trabajadores; una persona que se siente segura se desempeña con mayor eficiencia.

La **Tabla No. 12** muestra algunos rendimientos de mano de obra en trabajos diversos de construcción. Estos rendimientos deben ser analizados para cada caso específico ya que

las condiciones en cuanto a grado de dificultad y administración, pueden variar considerablemente.

*Tabla No. 12.- Rendimientos de mano de obra*

<b>CONCEPTO</b>	<b>CUADRILLA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>
Excavación a mano para desplante de estructuras en material "A", en seco, de 0.00 a 2.00 m de profundidad medido en banco.	0.10 cabo +1 Peón	3.00 m <sup>3</sup> /jor
Excavación a mano para desplante de estructuras en material "B" en seco, de 0.00 a 2.00 m de profundidad medido en banco.	0.10 cabo +1 Peón	1.50 m <sup>3</sup> /jor
Plantilla de concreto simple fabricado en obra de 5 cm de espesor, incluye preparación de la superficie, vaciado del concreto, vibrado, curado y terminado.	1 Oficial Albañil + 1 Ayudante	15 m <sup>3</sup> /jor
Cimbra y descimbra en zapatas de cimentación acabado común.	1 Oficial Carpintero + 1 Ayudante	8 m <sup>3</sup> /jor
Acero de refuerzo, incluye corte, habilitado, armado, ganchos y traslapes (3/8").	1 Oficial Fierro + 1 Ayudante	0.15 ton/jor
Colocación de malla electrosoldada 6-6-10/10	1 Oficial Fierro + 1 Ayudante	50 m <sup>2</sup> /jor
Vaciado de concreto en cimentación, incluye vibrado y curado.	1 Oficial Albañil + 1 Ayudante	3 m <sup>3</sup> /jor
Muro de tabique rojo recocido de 14 cm de espesor juntado con mortero cemento-arena acabado común, hasta 3.00 m de altura.	1 Oficial Albañil + 1 Ayudante	8 m <sup>2</sup> /jor
Mampostería de piedra braza de 0.60 m de espesor, juntada con mortero cemento arena.	1 Oficial Albañil + 1 Ayudante	2 m <sup>3</sup> /jor
Aplanado pulido de mezcla en muros.	1 Oficial Albañil + 1 Ayudante	10 m <sup>2</sup> /jor
Tirol planchado en muros	1 Oficial Yesero + 1 Ayudante	14 m <sup>2</sup> /jor
Colocación de loseta vinílica 2 mm de espesor.	1 Oficial Colocador + 1 Ayudante	20 m <sup>2</sup> /jor
Impermeabilización en losas planas a base de primario tapa poro, 2 capas de asfalto, 2 de fibra y acabado de pintura.	1 Oficial Impermeabilizador +1 Ayudante	17 m <sup>2</sup> /jor
Demolición a mano de elementos de concreto reforzado en cimentación.	0.10 Cabo + 1 Peón	0.66 m <sup>3</sup> /jor
Instalación y prueba de tubo de cobre tipo M de 19 mm	1 Oficial Plomero + 1 Ayudante	36 m/jor
Instalación y prueba de tubo de cobre tipo M de 25 mm	1 Oficial Plomero + 1 Ayudante	26 m/jor
Instalación y prueba de tubo de cobre tipo M de 32 mm	1 Oficial Plomero + 1 Ayudante	17 m/jor
Instalación y prueba de tubo de cobre tipo M de 38 mm	1 Oficial Plomero + 1 Ayudante	13 m/jor
Instalación y prueba de tubo de cobre tipo M de 51 mm	1 Oficial Plomero + 1 Ayudante	8 m/jor

A continuación, se presentan algunos ejemplos para la determinación del costo directo por concepto de mano de obra.

### 3.10 Ejemplos

#### 3.10.1 Excavación a mano en zanja, material suave a cielo abierto.

Unidad: m<sup>3</sup>

Mano de Obra: (Para el presente análisis se considera el salario base de un peón, el cual está por arriba del establecido en la Tabla de Salarios Mínimos Generales y Profesionales vigentes a partir de enero 2014) = \$170.00



Factor de Salario Real = 1.704824, (obtenido de la Tabla No. 11 Cálculo del Factor de Salario Real de acuerdo a la Ley del IMSS 1997 y a la Ley Federal del Trabajo). Por tanto:

Salario Base = \$ 170.00

Factor de salario real = 1.704824

SALARIO REAL = \$ 289.82

El salario del cabo, sobrestante y demás personal, que están al mando de este tipo de trabajos, se considera generalmente en la parte proporcional que incide en el costo directo, o bien se aplica a los costos indirectos, ya que este personal realiza diferentes actividades durante el día, según la obra que se trate.

En el caso particular del cabo, este se considera integrado en una cuadrilla junto con varios peones, cuyo número varía de acuerdo con la capacidad que tenga el cabo para organizar y supervisar al personal. La cuadrilla en estas condiciones quedará integrada de la siguiente manera:

Cuadrilla de peones = 1 Cabo + x número de peones, donde x suele ser 10, 15 ó 20.

Adicionalmente, como el rendimiento está asociado a un solo peón, la cuadrilla finalmente se expresa como una fracción de cabo más un peón; esto es, suponiendo que el número de peones fuera de 10:

Cuadrilla de peones = 0.10 Cabo + 1 Peón

### Costo de la cuadrilla:

Categoría	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe
Cabo	Jor	0.10	\$ 580.71	\$ 58.07
Peón	Jor	1.00	\$ 289.82	\$ 289.82
Total por jornada				\$ 347.89

### Rendimiento:

Capacidad de una pala: 3.0 a 3.5 litros, dependiendo del ángulo de reposo del material (usaremos 3.00 litros = 0.003 m<sup>3</sup>). Ciclo por palada= 6 seg.

Número de horas efectivas por día: 8 h x 3,600 seg / h = 28,800 seg. Eficiencia: 50%  
Coeficiente de abundamiento del material: 1.20

$$\frac{\text{Rend. Efectivo}}{\text{Día}} = \frac{28,800}{6} \times \frac{0.50}{1.20} \times 0.003 = \frac{6 \text{ m}^3}{\text{día}}$$

(En la práctica este volumen oscila entre 3.00 y 6.00 m<sup>3</sup>).

Aplicando el rendimiento anterior al salario diario de la cuadrilla obtenemos:

$$\text{Mano de Obra excavación / m}^3 = \frac{\$347.89}{6.00} = \$ 57.98$$

Por tanto:

Costo de Mano de Obra por concepto de excavación en tierra suelta a cielo abierto, por metro cúbico= \$ 57.98

**Nota:** El coeficiente de abundamiento del material es utilizado para transformar la unidad de material medido en banco ( $\text{m}^3_{\text{banco}}$ ) a material medido suelto ( $\text{m}^3_{\text{suelto}}$ ).

### Ejemplo 3.10.2

**Corte habilitado y colocación de acero de refuerzo.                      Unidad: ton**

Costo de mano de obra: corte, habilitado y colocación de acero de refuerzo por tonelada.

### MANO DE OBRA

Categoría	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe
Oficial fierro	Jor	1.00	\$ 435.10	\$ 435.10
Ayudante fierro	Jor	1.00	\$ 338.02	\$ 338.02
Cabo	Jor	0.20	\$ 580.71	\$ 116.14
Total por jornada				\$ 889.26

Rendimiento:

Se determina por experiencias anteriores, depende de los diámetros de varilla que se habiliten y del sitio y facilidades de trabajo.



El personal supuesto habilita y coloca entre 0.150 y 0.200 toneladas de acero por turno de trabajo.

Consideraremos para el presente análisis un rendimiento de 0.200 toneladas por jornada.

$$\text{Mano de obra habilitado de acero / ton} = \frac{\$ 889.26}{0.200} = \$ 4,446.30$$

Por tanto:

Costo de mano de obra por concepto de corte, habilitado y colocación de acero de refuerzo por tonelada = \$4,446.30

### Ejemplo 3.10.3

**Costo de mano de obra: cimbrado y descimbrado de superficie de contacto en losas, acabado común. Unidad: m<sup>2</sup>**

En este concepto, los factores que inciden principalmente en el costo son el tipo de acabado, la altura de colocación de la cimbra y la altura de entrepiso.

La cuadrilla para la ejecución del concepto se considera integrada por un oficial carpintero con un ayudante de carpintero más el primer mando.



Categoría	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe
Oficial carpintero	Jor	1.00	\$ 418.92	\$ 418.92
Ayudante carpintero	Jor	1.00	\$ 338.02	\$ 338.02
Cabo	Jor	0.20	\$ 580.71	\$ 116.14
Total por jornada				\$ 873.08

Rendimiento en cimbrado:

Este personal tiene un rendimiento promedio de 8.0 m<sup>2</sup> / día, (oscila entre 6.0 m<sup>2</sup> y 10.0 m<sup>2</sup> por turno de trabajo).

$$\text{Cimbrado por m}^2 \text{ contacto: } \frac{\$ 873.08}{8} = \$ 109.14$$

Rendimiento en descimbrado:  
Varía entre 40.0 y 60.0 m<sup>2</sup> / día, usaremos 50 m<sup>2</sup>.

$$\text{Descimbrado por m}^2 \text{ contacto: } \frac{\$ 873.08}{50} = \$ 17.46$$

Por tanto, sumando:

Costo de Mano de Obra por concepto de cimbra y descimbra en losas por metro cuadrado acabado común = \$ 126.60

NOTA.- Algunas de las operaciones aritméticas se han efectuado en Excel por lo que, a lo largo de los ejemplos, puede haber pequeños errores en la aproximación.



# Capítulo 4

## 4. Maquinaria

---

### 4.1 Generalidades

Para la ejecución de una gran variedad de obras se hace necesaria la utilización de maquinaria o equipo de construcción a fin de obtener óptimos resultados en cuanto a calidad costo y tiempo, respetando las normas y especificaciones de construcción, y observando lo contemplado en las relaciones contractuales entre las empresas y dependencias.

Una obra, puede ser ejecutada mediante diversos procedimientos de construcción (planeación estratégica de los trabajos a realizar), empleando la maquinaria o equipo adecuado para cada función o actividad. Es obligación del constructor, estar actualizado en los diferentes equipos de vanguardia que existen en el mercado.

Desde la etapa de planeación, el ingeniero deberá tomar en cuenta el equipo más adecuado para la realización de los trabajos, para así poder ejecutar la obra de la manera más conveniente. Deberá realizar un estudio cuidadoso, a fin de determinar cuál es el equipo o maquinaria (de la gran variedad existente en el mercado nacional e internacional: diferentes marcas, modelos, capacidades y especificaciones) que ofrece los mejores resultados.

### 4.2 Clasificación de maquinaria y equipo

Para poder tener un control adecuado de la maquinaria y equipo de construcción y dado que es un activo muy importante para cualquier empresa o dependencia gubernamental

es necesario asignarle un número económico y clasificarlo convenientemente, sobre todo, cuando se cuenta con una buena cantidad de máquinas.

Es importante hacer notar que en el medio de la construcción, algunas veces cuando se habla de maquinaria, se refiere a maquinaria pesada, como es el caso de tractores, motoconformadoras, motoescrepas, compactadores, cargadores frontales, etc.

Para efectos de estas notas, usaremos indistintamente las palabras maquinaria o equipo.

Existen varias formas de clasificar el equipo de construcción, siendo algunas de ellas las siguientes:

#### **A Por su uso o función específica**

Equipo para movimiento de tierras:

Tractores, motoescrepas, cargadores frontales, camiones volteo, camiones fuera de carretera, camiones articulados, vagonetas, retroexcavadoras.

Equipo para pavimentación:

Petrolizadoras, colocadoras de pavimento (finisher), compactadores vibratorios, fresadoras, compactadores de neumáticos, compactadores de rodillos, etc.

Equipo para producción de agregados:

Equipo de perforación, trituradoras de quijadas, de rodillos, de conos, de martillos, cribas, bandas transportadoras, alimentadores, lavadoras de material, molinos.

#### **B Por la especialidad de construcción**

Equipo para:

Edificación

Construcción pesada

Obras hidráulicas

Construcción de túneles

Cimentaciones profundas

#### **C Por su estatus dentro de la empresa o entidad**

Maquinas:

Propias

Rentadas

Rentadas con opción a compra

## D Por su tamaño

Equipo:

Ligero

Pesado

Considerando que la clasificación en equipo ligero y equipo pesado es la más práctica por razones de tipo didáctico, a continuación se enlistan algunos de los equipos más comunes:

## Maquinaria y equipo de construcción

### EQUIPO LIGERO

Malacates
Revolvedoras
Vibradores
Compactadores manuales
Bombas para concreto
Soldadoras
Cortadoras
Dobladoras de varilla

### EQUIPO PESADO

<b>TRACTORES</b>	Tipo de hoja	Denominación
Pueden equiparse con hojas de diferentes tipos	Recta	Bulldozer
	Semiuniversal	
	Universal	
	Angulable	Angledozer
	Hoja amortiguada	Tractor empujador
Otros aditamentos	Desgarrador, ripper o arado	
	Pluma lateral	Tractor tiendetubos
	Punzones	

	Compactador de desechos	
--	-------------------------	--

<b>CARGADORES</b>	Denominación
Dependiendo de la dirección en que pueda descargar el bote	Descarga frontal
	Descarga lateral
	Descarga trasera

<b>EXCAVADORAS</b>	Tipos
	Palas mecánicas
	Palas hidráulicas
	Excavadora convertible
	Retroexcavadora
	Draga
	“Scooper”

<b>MOTOESCREPAS</b>	Tipos
	Estándar
	Doble motor
	“Push-Pull”
	Autocargables

<b>COMPACTADORES</b>	Tipos
	De tres rodillos
	En tandem
	Rodillo liso vibratorio
	Rodillo pata de cabra
	Rodillo de reja
	Compactador de neumáticos
	Duopactor

<b>COMPRESORES</b>	Tipo	
	De pistón	
	Giratorios	De aspas
		De tornillo

<b>PLANTAS DE TRITURACIÓN</b>	Tipos
Trituradoras	De quijadas
	De conos

	De impacto
	De rodillos
Molinos	De barras
	De bolas
Equipo complementario	Alimentadores
	Cribas
	Bandas transportadoras
	Tolvas

<b>EQUIPO DIVERSO</b>	
Plantas de concreto hidráulico	
Plantas de concreto asfáltico	
Extendedoras (Terminadoras o finisher)	
Motoconformadoras	
Petrolizadoras	
Pipas	
Camiones volteo	
Camiones fuera de carretera	
Vagonetas	
Dumptors	
Zanjadoras	
Afinadoras	
Barredoras	
Track drills	
Vagon drills	

<b>EQUIPO PARA EXCAVACIÓN DE TÚNELES</b>	
Escudos	
Topos	
Contrapozeras	
Jumbos de barrenación	

### 4.3 Vida útil

En toda maquinaria, tanto durante los tiempos de utilización, como durante los periodos en que se encuentra ociosa, sus diversas partes y mecanismos van sufriendo desgastes y deméritos, por lo que con cierta frecuencia, más o menos determinada y predecible, dichas partes deben ser reparadas o sustituidas para que la máquina esté constantemente habilitada para trabajar y producir con eficiencia y economía.

Sin embargo, con el transcurso del tiempo, irremediabilmente toda máquina llega a encontrarse en un estado tal de desgaste y deterioro, que su posesión y trabajo en vez de constituir un bien de producción, significan un gravamen para el propietario, lo cual ocurre cuando los gastos que se requieren para que la máquina produzca, exceden a los rendimientos económicos obtenidos con la misma; en otras palabras, la posesión y operación de tal máquina reportan pérdidas económicas y/o riesgos irracionales.

Bajo esta perspectiva, entendemos por vida útil de una máquina, el lapso durante el está en condiciones de realizar trabajo, sin que los gastos de su posesión excedan los rendimientos económicos obtenidos, por mínimos que éstos sean.

La vida útil de una máquina depende de múltiples y complejos factores, como pueden ser: fallas de fabricación, falta de protección contra los agentes atmosféricos, desgastes excesivos debido a un uso anormal, vibraciones y fricción excesivas de sus partes móviles, manejo de diferentes operadores e irresponsabilidad de los mismos, descuidos técnicos, etc.

#### **4.4 Vida económica**

Se entiende por vida económica de una máquina ( $V_e$ ), el período durante el cual ésta puede operar en forma eficiente, realizando un trabajo económico, satisfactorio y oportuno, siempre y cuando la máquina sea correctamente conservada y mantenida.

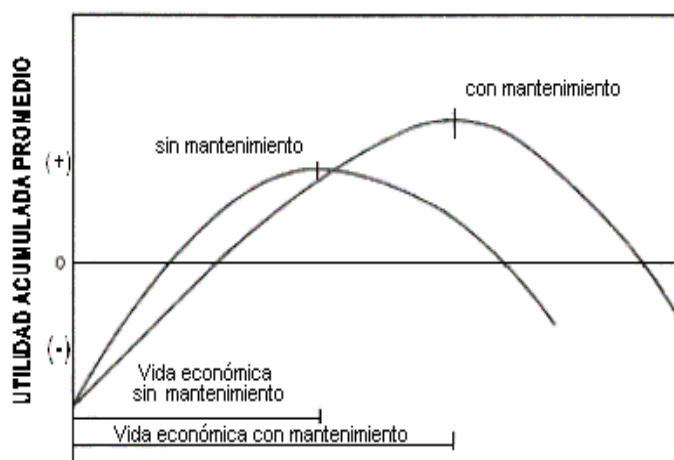
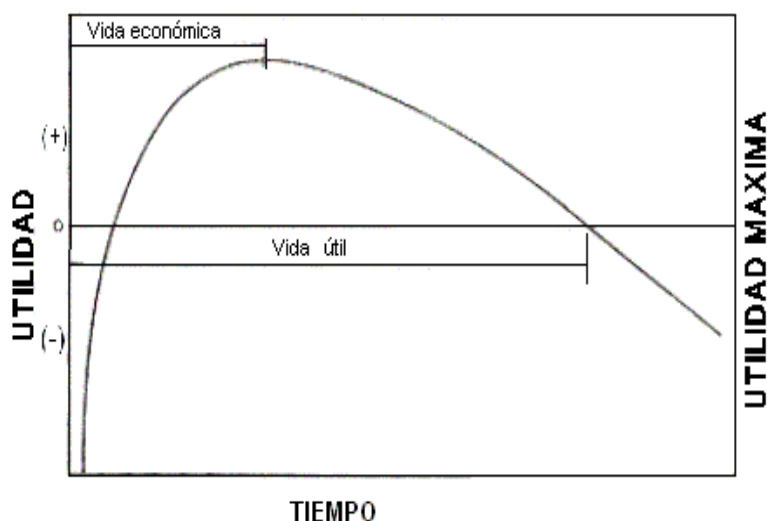
Toda máquina, a partir del momento en que empieza a ser utilizada en las labores de construcción que le corresponden, va sufriendo un demérito constante, por lo que, para conservarla en condiciones de funcionamiento satisfactorio, requiere de erogaciones y gastos derivados de la operación y del mantenimiento.

A medida que aumenta la vida y el uso de la máquina, su productividad tiende a disminuir y los costos de operación van en constante aumento como consecuencia de los gastos cada vez mayores de conservación y mantenimiento, así como por las averías cada vez más frecuentes que sufre, lo que a la vez aumenta sus tiempos muertos o



improductivos, reduciendo su disponibilidad. Esta situación llega incluso a afectar la productividad de otras máquinas que se encuentran abasteciendo a la primera o trabajando conjuntamente con ella en la ejecución de cierto trabajo.

### UTILIDADES EN FUNCION DEL TIEMPO



De la observación de registros cuidadosos y detallados de los costos de operación y mantenimiento de una máquina, fácilmente se determina que, después de cierto período, cuando los costos por hora de operación son cada vez mayores que el promedio de costos obtenidos durante sus años anteriores de operación, la máquina habrá llegado al fin de su vida económica. A partir de ahí, su operación resultará antieconómica.

Al finalizar el período de vida económica de una máquina solamente podrían presentarse cualesquiera de los tres casos alternos siguientes:

- a) Que por su patente estado de deterioro, la máquina indudablemente deba ser definitivamente desechada, debiéndose vender para obtener algún valor por ella, ya que, sea cual fuere su estado de deterioro, siempre tendrá un valor de rescate, por ínfimo que este pueda ser.
- b) Que por el esmero puesto en su cuidado y operación, la máquina se encuentre en condiciones aceptables y capaz de continuar trabajando, aunque sujeta a ciertas limitaciones, especialmente en lo que respecta a su eficiencia, potencia y por ende, productividad y operación económica por lo que, indudablemente, se encontrará en condiciones desventajosas con respecto al equipo de competidores.

Además, con su empleo, se correrán riesgos derivados e imprevisibles y súbitas averías que eventualmente podrán ocurrir, con lo que la máquina en cuestión tendrá que parar, y aún podría darse el caso de que la forzada inactividad de ésta, afectase la productividad de todo el conjunto de maquinaria que se encontrara trabajando conjugada y armónicamente con la misma, en la ejecución de un trabajo.

- c) Que por razones de orden presupuestal o financiero, el poseedor de la máquina, independientemente del estado de la misma, se encuentre en imposibilidad de sustituirla, por lo que aún a costa de utilidades, se ve en la necesidad de continuar empleando la máquina obsoleta en las operaciones de construcción. De proceder así, se estará "alargando" la vida útil de la máquina más allá del término de su vida económica.

En síntesis, las definiciones que giran en torno a la llamada vida económica de las máquinas señalan que es un periodo durante el cual se deben obtener los máximos beneficios en su operación, pues el equipo puede continuar trabajando por más tiempo aunque las utilidades tiendan a disminuir, siguiendo sin embargo, dentro de su vida útil, de modo que la fecha de terminación de la vida económica puede ser elástica en función de la política de nivel de utilidades que se fije el dueño.

Se entiende que una máquina ya es económicamente obsoleta cuando ha alcanzado el término de su vida económica, quedando además totalmente amortizada la inversión del capital empleado en su adquisición.

Sin embargo, el concepto de obsolescencia es relativo, ya que puede suceder que mientras para un constructor cierto equipo resulta obsoleto, para otro, en distintas condiciones financieras y de trabajo, no lo es.

#### **4.4.1 Criterios para la determinación de la vida económica.**

Huelga mencionar que existen numerosos criterios fundados en especulaciones más o menos sólidas, destinados a la determinación de la vida económica (también llamada vida efectiva) de una máquina.

El criterio de determinación más empleado es el estadístico, siendo en nuestro medio las estadísticas norteamericanas las más comúnmente aceptadas, debido fundamentalmente a que la mayoría de la maquinaria disponible en nuestro mercado es obtenida del vecino país.

Sin embargo, no debemos olvidar que en toda la América Latina, se presentan factores de orden económico, social y cultural, que influyen profundamente en la eficiencia, número y economía de los trabajos de construcción en general, y que difieren en mucho a los factores determinantes de las vidas económicas de los equipos en el medio norteamericano; tales factores hacen que los constructores mexicanos sigan prácticas tendientes a crear estadísticas más fieles de la realidad, y a unificar la diversidad de criterios de vidas económicas existentes en nuestro país.

La tabla No. 13 muestra la vida económica en horas de algunos de los equipos usuales de construcción de la marca Caterpillar. Los estudios sobre la determinación de la vida económica, señalan que, en épocas inflacionarias, la vida económica de las máquinas debe alargarse, a través desde luego, de un mantenimiento adecuado y un control riguroso de su operación.

Cabe hacer notar que el artículo 35, fracción XI de la Ley del Impuesto sobre la Renta, publicada en el diario oficial de la federación el 11 de diciembre de 2013, señala que la depreciación del equipo de construcción se lleve a cabo a lo largo de 4 años; esto es, el 25% de su valor inicial cada año.

Tabla No. 13.- Vida económica de algunos equipos de construcción marca Caterpillar

MÁQUINA	USO MODERADO	USO MEDIO	USO SEVERO
TRACTORES SOBRE ORUGAS			
70 a 230 HP	12000	10000	8000
285 a 770 HP	22000	18000	15000
MOTOCONFORMADORAS	20000	15000	12000
EXCAVADORAS			
	15000	12000	
	20000	18000	10000
	N/A	18000	15000
MOTOESCREPAS	22000	17000	12000
CAMIONES ARTICULADOS	15000	10000	8000
CARGADORES FRONTALES SOBRE RUEDAS			
910-966	12000	10000	8000
960-970	12000	10000	
980-992	15000	12000	10000
994	60000	50000	40000
CARGADORES FRONTALES SOBRE ORUGAS			
933-939	8000	6000	
953	10000	8000	6000
963-973	12000	10000	8000

Fuente: Manual de rendimientos Caterpillar, Ed. 39

#### 4.5 Valor de rescate

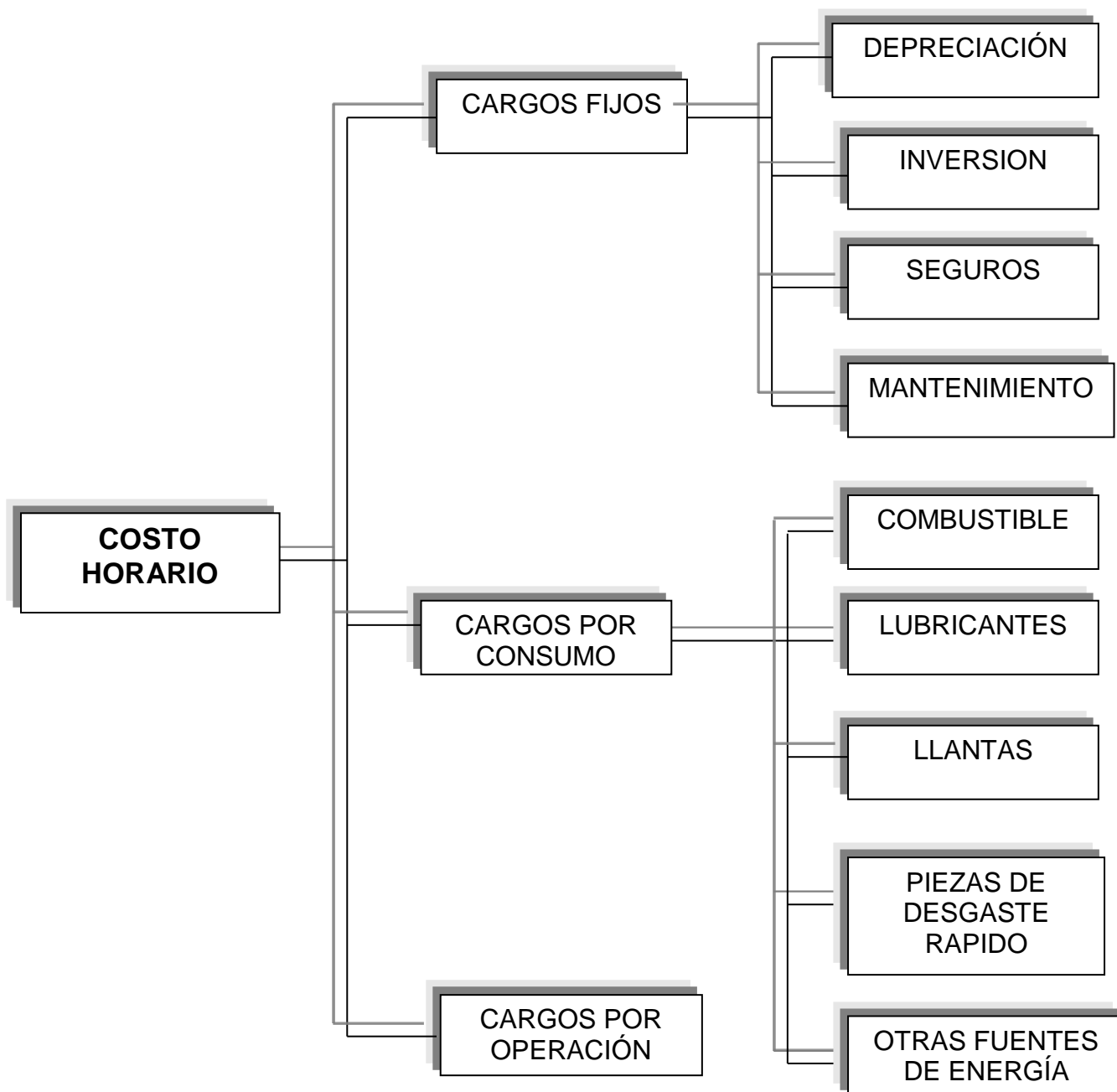
Se entiende por valor de rescate de una máquina ( $V_r$ ), el valor comercial que tiene al final de su vida económica. Toda máquina usada, aún en el caso de que sólo amerite considerársele como chatarra, tiene siempre un cierto valor de rescate. Se acostumbra considerar el valor de rescate, como un porcentaje del valor de adquisición de la máquina, que puede variar entre 5% y 20%. El valor de adquisición, por otra parte, se considera como el precio promedio actual de la máquina en el mercado, pagado de contado.

Para efectos de obtención del costo horario de operación de una máquina, existe también el criterio de considerar que, al finalizar el período de su vida económica, el equipo está totalmente depreciado, considerándose entonces nulo su valor de rescate.

#### **4.6 Costo horario de operación**

La práctica de muchos años, ha enseñado la conveniencia de estructurar todos los análisis de costos sobre la base del costo de operación por hora efectiva, de las máquinas y demás elementos que concurren a la ejecución de un trabajo, ya que, a su vez, los rendimientos, se expresan siempre en función de cada hora de trabajo.

El costo horario por equipo, es el que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los conceptos de trabajo, conforme a lo estipulado en las especificaciones y en el contrato. Se integra mediante los cargos que se muestran en el Cuadro No. 2.



Cuadro No. 2.- Cargos que integran el Costo Horario

## 4.6.1 Cargos fijos

### 4.6.1.1 Cargo por depreciación

Es el que resulta por la disminución en el valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso durante el tiempo de su vida económica.

Existen varias formas para valorar este concepto, pero el más empleado es el sistema lineal, es decir, que la maquinaria se deprecia la misma cantidad por unidad de tiempo.

Se representa por la siguiente ecuación:

$$D = \frac{V_m - V_r}{V_e}$$

En donde:

D, Representa el costo horario por depreciación de la maquinaria o equipo de construcción.

V<sub>m</sub>, Representa el valor de la maquina o equipo considerado como nuevo, en el momento de hacer el análisis del costo horario, **descontando el precio de las llantas y de los equipamientos, accesorios o piezas especiales en su caso.**

V<sub>r</sub>, Representa el valor de rescate de la máquina o equipo que el contratista considere recuperar por su venta al término de su vida económica.

V<sub>e</sub>, Representa la vida económica de la máquina o equipo estimada por el contratista y expresada en horas efectivas de trabajo, es decir el tiempo que puede mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma eficiente, siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado.

En la actualidad, en el medio de la construcción, la legislación fiscal considera que la depreciación total del equipo de construcción se completa en un periodo de 4 años, lo cual significa una depreciación anual del 25% del costo de adquisición de la máquina, siguiendo el criterio de depreciación lineal.

#### 4.6.1.2 Cargo por inversión

Cualquier organización, para comprar una máquina, adquiere los fondos necesarios en los bancos o mercados de capitales, pagando por ellos los intereses correspondientes, o bien, si el empresario dispone de fondos suficientes de capital propio, hace la inversión directamente, esperando que la máquina le reditúe en proporción con la inversión no amortizada en cada momento. En síntesis podemos decir, que el cargo por inversión, es el cargo equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en maquinaria.

Está representado por la ecuación:

$$I_m = \frac{V_m + V_r}{2H_e a} i$$

En donde:

- $I_m$ , Representa el costo horario de la inversión de la maquinaria o equipo de construcción, considerado como nuevo.
- $V_m$ , Representa el valor de la maquina o equipo considerado como nuevo, en el momento de hacer el análisis del costo horario, descontando el precio de las llantas y de los equipamientos, accesorios o piezas especiales en su caso.
- $V_r$ , Representa el valor de rescate de la máquina o equipo que el contratista considere recuperar por su venta al termino de su vida económica.
- $H_e a$ , Representa el número de horas efectivas que la máquina o el equipo trabaja durante el año.
- $i$ , Representa la tasa de interés anual expresada en forma decimal.

Los contratistas para sus análisis de costos horarios considerarán a su juicio las tasas de interés “ $i$ ”, debiendo proponer la tasa de interés que más les convenga, la que deberá estar referida a un indicador económico específico y estará sujeta a las variaciones de dicho indicador. Su actualización se hará como parte de los ajustes de costos, sustituyendo la nueva tasa de interés en las matrices de cálculo del costo horario.

El considerar que el capital que se recupera vía depreciación, sumado a la reserva por concepto de mantenimiento y seguros, puede producir intereses al invertirse en una entidad bancaria o dentro de la propia empresa propietaria del equipo, hace que la tasa



de interés a considerar en el cargo por inversión pueda tener valores menores a la tasa anual vigente para el otorgamiento de préstamos de capital.

Por otra parte, el considerar que la inflación es mayor a los propios intereses que pudiera producir el capital recuperado que se invierte, nos lleva a proponer una tasa de interés con valores altos.

Por tal motivo, la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con la Misma a través de sus lineamientos para la integración de precios unitarios establece lo siguiente:

“La dependencia y entidades, para sus estudios y análisis de precios unitarios considerarán a su juicio la tasa de interés  $i$ . Los Contratistas en sus propuestas de concurso, propondrán la tasa de interés que más les convenga”.

“En los casos de ajustes por variación del costo de los insumos que intervengan en los precios unitarios, y cuando hay variaciones de las tasas de interés, el ajuste se hará con base al relativo de los mismos, conforme a los que hubiere determinado el Banco de México.”

#### **4.6.1.3 Cargo por seguros**

Se entiende como cargo por seguros, el necesario para cubrir los riesgos a que está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida económica y por accidentes que sufra.

Este cargo existe tanto en el caso de que la maquinaria se asegure con una compañía de seguros, como en el caso de que la empresa constructora decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria (auto aseguramiento).

Este cargo está representado por:

$$S_m = \frac{V_m + V_r}{2H_{ea}} s$$

$S_m$ , Representa el costo horario por seguros de la máquina o equipo de construcción.

$V_m$ , Representa el valor de la máquina o equipo considerado como nuevo, en el momento de hacer el análisis del costo horario, descontando el precio de

las llantas y de los equipamientos, accesorios o piezas especiales en su caso.

- Vr, Representa el valor de rescate de la máquina o equipo que el contratista considere recuperar por su venta al término de su vida económica.
- s, Representa la prima anual promedio de seguros, fijada como porcentaje del valor de la máquina o equipo, y expresada en fracción decimal (varía entre 3% y 6%).
- Hea Representa el número de horas efectivas que la máquina o el equipo trabaja durante el año.

#### 4.6.1.4 Cargos por mantenimiento

Son los originados por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica. Se divide en mantenimiento mayor y mantenimiento menor.

En el mantenimiento mayor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar reparaciones a la maquinaria en talleres especializados, o aquellas que deban realizarse en el campo, empleando personal especialista, y que requieran retirar la maquinaria de los frentes de trabajo por un tiempo considerable: incluye la mano de obra, repuestos y renovación de partes de la maquinaria, así como otros materiales necesarios.

En el mantenimiento menor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios de repuestos que se efectúan en las propias obras; así como cambios de líquidos hidráulicos, aceites de transmisión, filtros grasas y estopas. Incluye el personal y equipo auxiliar que realizan estas operaciones de mantenimiento, los repuestos y otros materiales que sean necesarios.

Está representado por:

$$Mn = K_o D$$

En la presente ecuación:

- Mn, Representa el costo horario por mantenimiento mayor y menor de la maquinaria o equipo de construcción.

Ko, Representa un coeficiente que incluye tanto el mantenimiento mayor como el menor. Este coeficiente varía según el tipo de máquina o equipo y las características del trabajo, y se fija con base en la experiencia estadística.

D, Representa la depreciación de la máquina o equipo.

#### 4.6.2 Cargos por consumos

Las máquinas empleadas en la construcción de las obras, generalmente son accionadas por motores de combustión interna, bien sean a gasolina o diesel. Para que las máquinas puedan operar, se requiere de un constante abastecimiento de los combustibles y lubricantes consumidos por las mismas.

Sabido es que el consumo de combustible de una máquina de combustión interna es proporcional a la potencia desarrollada por la misma. Generalmente, el equipo opera desarrollando sólo una fracción de su potencia nominal total. Por ejemplo, un camión cargado requiere más potencia que el mismo camión transitando en las mismas condiciones pero vacío.

De igual manera, toda máquina al operar en condiciones normales, solamente necesita un porcentaje de su potencia nominal, máxima o intermitente.

La altura con respecto al nivel del mar, las variaciones de temperatura y las diversas condiciones climáticas, ejercen influencias adversas sobre el consumo de combustibles en las máquinas de combustión interna, ya que disminuyen la potencia del motor.

Esta disminución se considera involucrada, para efecto de cálculo, en el factor de operación.

##### 4.6.2.1 Cargo por consumo de combustible

Es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina o diesel para que los motores produzcan la energía que utilizan al desarrollar trabajo.

Está representado por:

$$C_o = G_h \times P_c$$

En la presente ecuación:

Co, Representa el costo horario del combustible necesario por hora efectiva de trabajo.

G<sub>h</sub>, Representa la cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. Este coeficiente se obtiene en función de la potencia nominal del motor, de un factor de operación de la máquina o equipo y de un coeficiente determinado por la experiencia, el cual varía de acuerdo con el combustible que se use.

Pc, Representa el precio del combustible que consume la máquina.

Para maquinaria de construcción dotada de motores de combustión interna, por procedimientos esencialmente estadísticos, se han determinado promedios de consumo de combustible, por cada hora de operación y referidos al nivel del mar:

**Consumo horario en motores a diesel = 0.20 litros por H.P. op / hora**

**Consumo horario en motores a gasolina = 0.24 litros por H.P. op / hora**

Así por ejemplo, una máquina con motor diesel de 100 H.P., cuyo factor de operación sea 0.70 (promedio), tendrá un consumo de combustible de:

$$G_h = 0.20 \text{ litros} \times 100 \text{ H.P} \times 0.70 = 14.0 \text{ litros / hora.}$$

#### **4.6.2.2 Cargo por consumo de otras fuentes de energía.**

Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos de energía eléctrica o de energéticos diferentes de los consumibles señalados en el punto anterior, y representa el costo que tenga la energía consumida en la unidad de tiempo considerada.

El consumo de energía de un motor eléctrico depende fundamentalmente de su eficiencia para convertir la energía eléctrica que recibe, en energía mecánica que proporciona para ser utilizada. La ecuación fundamental que ayuda a determinar el costo de estos consumos es:

$$Ec = N \times Em \times Pe$$

En la que:

$E_c$ , Energía consumida

$N$ , Eficiencia del motor eléctrico

$E_m$ , Energía mecánica utilizable

$P_e$ , Precio de la unidad de energía eléctrica suministrada

Los factores que determinan la eficiencia de un motor eléctrico son muy variados y un estudio de la influencia de cada uno de ellos será demasiado extenso y conduciría a resultados imprácticos.

En la práctica nos encontramos con la dificultad de que los fabricantes de motores eléctricos proporcionan la potencia nominal en caballos de potencia (H.P.), pero la compañía suministradora de energía eléctrica la vende en kilowatt-hora (KWH). Para obtener el consumo horario de energía de un motor eléctrico en una hora de operación, utilizaremos la fórmula siguiente:

$$E_c = 0.653 \text{ H.P.} \times P_e$$

Donde:

$E_c$ , Cargo horario por consumo de energía eléctrica

H.P., Potencia nominal del motor

$P_e$ , Precio del kilowatt-hora puesto en la máquina

#### 4.6.2.3 Cargo por consumo de lubricantes

Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos y cambios de aceites lubricantes de los motores, incluye las erogaciones necesarias para suministrarlos en la máquina.

Este cargo está representado por:

$$\mathbf{Lb = (Ah + Ga ) Pa}$$

Lb, Representa el cargo por consumo de lubricantes.

Ah, Representa la cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación.

Ga, Representa el consumo entre cambios sucesivos de lubricantes en las máquinas o equipos; está determinada por la capacidad del recipiente dentro de la máquina o equipo y los tiempos entre cambios sucesivos de aceites.

Pa, Representa el costo de los aceites lubricantes puestos en las máquinas o equipos.

Los consumos de aceite, se pueden determinar a partir de las siguientes fórmulas obtenidas por medio de observaciones estadísticas.

Para máquinas con potencia de placa igual o menor de 100 H.P.

$$\mathbf{Ah = 0.0030 \times H.P. \text{ op}}$$

Para máquinas con potencia de placa mayor de 100 H.P.

$$\mathbf{Ah = 0.0035 \times H.P. \text{ op}}$$

En la cual, H.P. op es la potencia nominal del motor, por el factor de operación.

Por otra parte, la cantidad de aceite necesaria por hora efectiva de trabajo, en litros (Ga), se determina como sigue:

$$Ga = \frac{V}{t}$$

Donde:

V, Es la capacidad del cárter en litros

t, Es el número de horas transcurridas entre dos cambios de aceite (generalmente t = 100 horas: Cuando abunda el polvo; t = 70 horas).

#### 4.6.2.4 Cargo por consumo de llantas

Las llantas del equipo de construcción, al igual que el propio equipo, sufren demérito derivado de su uso por lo que es necesario, además de repararlas y renovarlas periódicamente, reemplazarlas cuando han llegado al fin de su vida económica.

La vida económica de las llantas varía en función de las condiciones de uso a que sean sometidas, del cuidado y mantenimiento que se les brinde, de las cargas que operen y de las condiciones de las superficies de rodamiento de los caminos en que trabajen.

Para las llantas del equipo de construcción, que generalmente trabajan en superficies que presentan condiciones muy severas y adversas, resulta práctico expresar su vida económica en horas de trabajo.

Se considera este cargo sólo para aquella maquinaria en la cual, al calcular su depreciación, se haya reducido el valor de las llantas del valor de la misma.

Este cargo está representado por:

$$N = \frac{P_n}{V_n}$$

Donde:

- N, Representa el costo horario por el consumo de las llantas de la máquina o equipo, como consecuencia de su uso.
- P<sub>n</sub>, Representa el valor de las llantas, consideradas como nuevas, de acuerdo con las características indicadas por el fabricante de la máquina.
- V<sub>n</sub> 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 tablas de estimaciones de la vida de los neumáticos, desarrolladas con base en las experiencias estadísticas de los fabricantes, considerando, entre otros, los factores siguientes: presiones de inflado, velocidad máxima de trabajo, condiciones relativas del camino que transite, tales como pendientes, curvas, superficie de rodamiento, posición de la máquina; cargas que soporte, clima en que se operen y mantenimiento.

Estudios estadísticos sobre la observación del equipo de construcción pesada en presas, carreteras, y minas, han establecido que la vida económica aproximada de una llanta es del orden de 80,000 kilómetros ó 5,000 horas de operación normal. Pero, por otra parte, solamente en condiciones de obra excepcionales se presentan los factores más favorables a la vida óptima de las llantas, razón por la que, para determinar la vida económica real, es necesario introducir los factores indicados en la **Tabla No. 14**, los que están en función de las condiciones que priven en el campo.

En la práctica se presentan condiciones adversas cuando por ejemplo en ciertos tramos de los caminos abundan piedras sobre las superficies de rodamiento, cuando por condiciones meteorológicas los caminos sufran notorio demérito sin que ello amerite la suspensión de los trabajos, etc.

Para cada caso específico se deberán estudiar cuidadosamente las condiciones de las obras, para poder aplicar en forma justa y racional los factores consignados en la **Tabla No. 14**.



*Tabla No. 14.- Factores para determinar la vida económica de las llantas*

CONDICIONES	FACTOR
<b>MANTENIMIENTO</b>	
<i>Excelentes</i>	1.00
<i>Medias</i>	0.90
<i>Deficientes</i>	0.70
<b>VELOCIDAD DE TRÁNSITO</b>	
<i>16 km por hora</i>	1.00
<i>32 km por hora</i>	0.80
<i>48 km por hora</i>	0.60
<b>CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO</b>	
<i>Tierra suave sin roca</i>	1.00
<i>Tierra suave incluyendo roca</i>	0.90
<i>Caminos bien conservados con superficie de grava compactada</i>	0.70
<i>Caminos mal conservados con superficie de grava compactada</i>	0.60
<b>POSICIÓN DE LAS LLANTAS</b>	
<i>En los ejes traseros</i>	1.00
<i>En los ejes delanteros</i>	0.90
<i>En el eje de tracción</i>	
<i>Vehículos de descarga trasera</i>	0.80
<i>Vehículos de descarga de fondo</i>	0.70
<i>Motoescrepas y similares</i>	0.60
<b>CARGAS DE OPERACIÓN</b>	
<i>Dentro del límite especificado por los fabricantes</i>	1.00
<i>Con 20% de sobrecarga</i>	0.80
<i>Con 40% de sobrecarga</i>	0.50
<b>DENSIDAD Y GRADO DE CURVAS EN EL CAMINO</b>	
<i>No existen</i>	1.00
<i>Condiciones medias</i>	0.90
<i>Condiciones severas</i>	0.80
<b>PENDIENTES DE LOS CAMINOS (Aplicables a las llantas del eje tractor)</b>	
<i>A nivel</i>	1.00
<i>5 % como máximo</i>	0.90
<i>10% como máximo</i>	0.80
<i>15% como máximo</i>	0.70
<b>OTRAS CONDICIONES DIVERSAS</b>	
<i>Inexistentes</i>	1.00
<i>Medias</i>	0.90
<i>Adversas</i>	0.80

Con base a lo anteriormente expuesto, se adjunta la **Tabla No. 15** en la que se consignan, de manera tabular, los valores de los diversos factores indicados en la **Tabla No. 14**, aplicados para cada tipo de maquinaria de construcción, así como la vida económica calculada para las llantas.

*Tabla No. 15.- Factores de afectación de las llantas del equipo de construcción y vida económica de las mismas*

CONDICIÓN	1	2	3	4	5	6 - 7	8	FACTOR TOTAL	VIDA ECONÓMICA
Camiones fuera de carretera	1.00	0.90	0.90	0.95	1.00	0.90	1.00	69.26	3463
	0.90	0.90	0.80	0.95	1.00	0.70	0.90	38.78	1940
Camiones pesados de terracerías	1.00	0.90	0.80	0.95	1.00	0.85	1.00	58.14	2900
	0.90	0.90	0.70	0.95	1.00	0.70	0.90	33.94	1697
Escrepas y motoescrepas	1.00	1.00	0.80	0.75	1.00	0.85	1.00	51.00	2550
	0.90	1.00	0.70	0.75	1.00	0.70	1.00	33.07	1650
Motoconformadoras	1.00	1.00	0.80	0.90	1.00	0.85	1.00	61.20	3060
	0.90	1.00	0.80	0.90	1.00	0.70	1.00	45.36	2270
Palas cargadoras	1.00	1.00	0.80	0.90	1.00	0.85	1.00	61.20	3060
	0.90	1.00	0.80	0.90	1.00	0.85	0.90	49.57	2480
Tractores	1.00	1.00	0.80	0.80	1.00	0.85	1.00	54.40	2720
	0.90	1.00	0.80	0.80	1.00	0.70	0.90	36.288	1815
Compactadores	1.00	1.00	0.80	1.00	1.00	0.85	1.00	68.00	3400
	0.9	1.00	0.8	1.00	1.00	0.85	1.00	61.20	3060

En el renglón superior correspondiente al tipo de maquinaria, se consignan los valores relativos a condiciones normales medias, en tanto que en el renglón inferior, se consignan los valores para condiciones adversas.

Las vidas económicas se obtuvieron multiplicando la vida óptima de las llantas, considerada del orden 5000 horas, por el factor total resultante de multiplicar entre sí, todos y cada uno de los factores individuales correspondientes a cada una de las condiciones concurrentes. Así por ejemplo: las horas de vida económicas de las llantas de un camión pesado de acarreo de terracerías, para las condiciones normales, es el producto de:

$$H_v = 1.0 \times 0.90 \times 0.80 \times 0.95 \times 1.0 \times 0.85 \times 1.0 = 0.5814 \times 5,000 \text{ hr}$$

$H_v = 2.900$  horas, valor que está consignado en la Tabla no. 9.

#### 4.6.2.5 Consumos por piezas de desgaste rápido

Este consumo, es el correspondiente al desgaste de las piezas especiales durante la operación de la maquinaria o equipo de construcción. La vida económica es menor al resto del equipo.

Se calcula mediante la expresión:

$$Ae = \frac{Pa}{Va}$$

Donde:

Ae, Representa el costo horario por piezas especiales.

Pa, Representa el valor de las piezas especiales, considerado como nuevas.

Va, Representa las horas de vida económica de las piezas especiales, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas.

Para tener en cuenta este cargo se debe considerar que no haya sido incluido en los cargos fijos, y que las piezas especiales están sujetas a condiciones severas de trabajo que produzcan un deterioro superior al normal, como pudieran ser, por ejemplo: cuchillas y gavilanes de la hoja de un tractor que continuamente estuvieran trabajando en roca abrasiva, o casquillos de un desgarrador en condiciones semejantes.

Otros elementos de desgaste rápido, pudieran ser mangueras, brocas, acero de barrenación para equipos de perforación, bandas de hule, etc., siempre que estos elementos no hayan sido considerados en el precio unitario como consumo de materiales, o mantenimiento propio del equipo.

#### 4.6.3 Costos por operación

Es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por concepto del pago de salarios al personal encargado de la operación de la máquina, por hora efectiva de la misma. Este cargo está representado por:

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

En la ecuación:

- Po, Representa el costo horario por la operación de la maquinaria o equipo de construcción.
- Sr, Representa los salarios por turno del personal necesario para operar la máquina. Los salarios deberán comprender: salario base, cuotas patronales por seguro social, impuestos locales sobre remuneraciones pagadas, días festivos, vacaciones y aguinaldo, o sea salario real de este personal.
- Ht, Representa las horas efectivas de trabajo que se consideren para la máquina, dentro del turno.

El salario a que se refiere el factor Sr, es aquel señalado en el tabulador vigente para operadores de maquinaria, atendiendo a la clase de máquina, capacidad y responsabilidad delegada al operador y condiciones generales de trabajo, sin olvidar que dicho salario base estará indudablemente afectado por la ley de la oferta y la demanda.

En la práctica, puede darse el caso de que se fije al operador un salario base reducido, pero incrementándose por medio de bonificaciones, con lo cual se logrará, además, que el operador tenga interés en mantener constantemente su máquina en condiciones de trabajo.

Lo anterior está basado en que la función y responsabilidad de los operadores de maquinaria de construcción, comprende tanto la operación de las máquinas, como todos los cuidados que razonablemente se requieran para la conservación de las mismas; incluso, es práctica comúnmente establecida por las empresas constructoras que, cuando las actividades directas de construcción decrecen, o que la maquinaria es retirada del servicio para concentrarla en los talleres de reparaciones mayores, sus operadores son abocados para vigilar que las reparaciones del equipo sean correctamente ejecutadas, puesto que ellos conocen las deficiencias de la máquina a su cargo.

En la ejecución de cualquier trabajo, es prácticamente imposible que el operador o los operadores de una máquina laboren en forma continua e ininterrumpida durante toda la jornada de trabajo, hora tras hora y minuto tras minuto.

Es lógico que existan interrupciones: unas veces debidas a factores humanos, como por ejemplo, la necesidad de que los trabajadores tomen pausas de descanso y refrigerios, con la finalidad de recobrase y serenarse; y otras, debido a pequeñas reparaciones, ajustes y lubricaciones de las máquinas, que no pueden ni deben estar funcionando ininterrumpidamente durante un número indefinido de horas al día. Frecuentemente es necesario pararlas para proporcionarles diversos servicios auxiliares de conservación.

Debe tenerse en cuenta, asimismo, especialmente en obras que presentan condiciones adversas, que las pérdidas de tiempo e interrupciones en las actividades propias la maquinaria, se incrementan en forma notable, bien sea por condiciones topográficas desfavorables, por fenómenos meteorológicos adversos, como es la precipitación pluvial, o bien, porque la maquinaria de que disponen los contratistas no sea precisamente la más adecuada para las condiciones imperantes en la obra.

Así pues, por cada hora cronológica, solo se trabaja efectivamente un porcentaje de la misma, el que está influido por las condiciones de la obra y por la calidad de la administración o gestión de la empresa constructora.

Para obtener los tiempos reales o efectivos de trabajo, es necesario introducir en los cálculos los factores correspondientes, que se señalan en la Tabla No. 16.

*Tabla No. 16.- Factores de rendimiento de trabajo en función de las condiciones de obra y de la calidad de administración*

CONDICIONES DE LA OBRA	CALIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN O GESTION			
	EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA
EXCELENTES	0.84	0.81	0.76	0.70
BUENAS	0.78	0.75	0.71	0.65
REGULARES	0.72	0.69	0.65	0.60
MALAS	0.63	0.61	0.57	0.52

#### 4.7 Cargo por transporte

En términos generales, el transporte de la maquinaria se considera como cargo indirecto, pero cuando sea necesario, podrá tomarse en cuenta, previo convenio entre contratante y contratista, como cargo directo o como un concepto de trabajo específico.

#### **4.8 El IVA en los costos de la maquinaria**

El cargo por IVA no deberá incluirse en la estructuración de los costos horarios.

En el momento que el constructor adquiere un equipo, ya sea en el mercado nacional o de importación, debe pagar el IVA correspondiente al proveedor; por lo que en toda obra gravada, deberá manejarse el pago de IVA a los proveedores de equipo, su traslado a clientes por obra ejecutada y su acreditación ante la SHyCP, en forma contable, sin repercutirlo dentro de los costos o en el precio de venta.

#### **4.9 Costo directo por maquinaria**

Se expresa como el cociente del costo hora máquina entre el rendimiento horario de dicha máquina. Este cargo está representado por:

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

En donde:

ME, Representa el costo directo por concepto de equipo de construcción.

Phm, Representa el costo horario directo por hora efectiva de trabajo de la máquina o equipo de construcción, considerado como nuevo; 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, considerado como nuevo, dentro de su vida económica, en las condiciones específicas del trabajo a ejecutar, en las correspondientes unidades de medida, el que debe 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.

Si bien la normatividad señala que el cálculo de los costos horarios debe hacerse considerando equipo nuevo, el analista de precios debe verificar la disponibilidad de equipo, ya que habrá casos en que este deba rentarse, la **tabla No. 17** muestra tarifas de renta mensual de equipo pesado de construcción a enero de 2013.

Estos precios se aplican a periodos de renta de 30 días ó 200 horas de trabajo, con supervisión periódica, no incluyen operación, mantenimiento, fletes ni seguros.

*Tabla No. 17.- Tarifas de renta mensual de equipo pesado en construcción*

MÁQUINA	MODELOS COMERCIALES	RANGO		RENTAS MENSUALES	
		H.P.	CAPACIDAD	Nuevas o semi nuevas	
TRACTORES	CAT D4H,CASE850G DEERE 650H, KOMATSU D41E	90			\$ 65,000
	CAT D4G	80		\$ 58,000	
	CAT D5H, CASE 1150G, DEERE 700H, FIAT FD9 KOMATSU D53A	120			\$ 69,000
	CAT D5G	90			\$ 73,000
	CASE 1150H, J. DEERE 7000	110		\$ 80,000	
	CAT D5N	115		\$ 83,000	
	CAT D6D, DEERE 750C, KOMATSU D65E, FIAT A. FD9B	140			\$ 66,000
	CAT D6H, DEERE 850B	165			\$ 89,000
	CAT D6N	140		\$ 105,000	
	CAT D6RII, DEERE 850C, KOMATSU D58E, CASE 1850K	165		\$ 112,000	
	CAT D7G, KOMATSU D85A, CASE 1850 K	180/200			\$ 75,000
	CAT D7H, FIAT ALLIS FD20	215			\$ 98,000
	CAT D7R, FIAT ALLIS FD20, KOMATSU D65E	230		\$ 158,000	\$ 158,000

	CAT D7R SERIE II	240		\$ 206,000	
	CAT D8K, KOMATSU D155-A1	300/320			\$ 95,000
	CAT D8L, FIAT A. FD-30C	335			\$ 115,000
	CAT D8N, KOMATSU D155-A2, FIAT FD30	290			\$171,000
	CAT D8R, DEERE 1050C, KOMATSU D275 A	205		\$210,000	
	CAT D8T	310		\$ 230,000	
	CAT D9N, KOMATSU D355 A	400			\$ 245,000
	CAT D9T	410		\$ 345,000	
CARGADORES SOBRE CARRILES	CAT 943, DEERE 555C	80	1.5 yd <sup>3</sup>		\$ 30,000
	CAT 939C	90	1.5 yd <sup>3</sup>	\$ 53,000	
	CAT 953C, DEERE 655C, KOMATSU D578	120	2.25 yd <sup>3</sup>		\$ 92,000
	CAT 953C	127		\$ 100,000	
	DEERE 755B, KOMATSU D573	130/140	2.00 yd <sup>3</sup>		\$ 94,000
	CAT 963B, DEERE 755C, KOMATSU D755	160	3.00 yd <sup>3</sup>		\$ 97,000
	CAT 963C	158	2.60 yd <sup>3</sup>	\$ 130,000	
	CAT 977L, DEERE 855, INTERNATIONAL 250C	190	2.75 yd <sup>3</sup>		\$ 110,000
CARGADORES SOBRE NEUMATICOS	CAT 920, DEERE 444G, KOMATSU WA 120, VOLVO L50B, CLARK 45B	80/100	1.75 yd <sup>3</sup>		\$ 33,000
	CAT 924G	121	2.3 yd <sup>3</sup>	\$ 59,000	
	CAT 926F, DEERE 444H, KOMATSU WA180, MICHIGAN L-70, CASE 721D	110	2.00 yd <sup>3</sup>		\$ 40,000
	CAT 928G, DEERE 544G, KOMATSU WA 250, CASE 621B, JCB 426B	120	2.60 yd <sup>3</sup>		\$ 63,000
	CAT 928G, CASE 621C, JCB 426B	131	2.6 yd <sup>3</sup>	\$ 70,000.00	

Tabla No. 17.- Tarifas de renta mensual de equipo pesado en construcción  
(continuación)

MÁQUINA	MODELOS COMERCIALES	RANGO		RENTAS MENSUALES	
		H.P.	CAPACIDAD	Nuevas o semi nuevas	
CARGADORES SOBRE NEUMATICOS	CAT 938G, DEERE 544H, CASE 721B, VOLVO L90C, KOMATSU WA 320, JCB 436	140	2 yd <sup>3</sup>		\$ 80,000
	CAT 938GII, DEERE 924	160	3.65 yd <sup>3</sup>	\$ 88,000	
	CAT 950G, DEERE 644H, VOLVO L120C, CASE 821, KOMATSU WA 380, JCB 456	170	3.50 yd <sup>3</sup>		\$ 94,000
	CAT 950G II	183	4.00 yd <sup>3</sup>	\$ 106,000	
	DEERE 744E, CASE 921B, KOMATSU WA 420, VOLVO 150C	170	4.00 yd <sup>3</sup>		\$ 79,000
	CAT 966F, VOLVO L150, CASE 921B, KOMATSU WA 420	210	4.5/5 yd <sup>3</sup>		\$ 130,000
	CAT 966G II, CASE 921C, VOLVO L120, DEERE 744H	246	5.25 yd <sup>3</sup>	\$ 155,000	
	CAT988B, TEREX 90C, KOMATSU WA600, VOLVO L320	375/415	7.00 yd <sup>3</sup>		\$ 158,000
	CAT 988F, DEERE 744H, VOLVO L330C, KOMATSU WA 600	430	8.00 yd <sup>3</sup>		\$ 236,000
	CAT 988G	475	8.20 yd <sup>3</sup>	\$ 270,000	
EXCAVADORAS MAQUINAS EQUIPADAS CON	CAT 988H	475	8.20 yd <sup>3</sup>	\$ 320,000	
	CAT 920, DEERE 160, YUMBO 3964, POCLAIN LC-80	100/120	0.75 yd <sup>3</sup>		\$ 34,000



MARTILLO HIDRAULICO FACTOR 1.60	CAT 225, DEERE 690, AMERICAN 25-A POCLAIN 90 KOMATSU PC25	135/150	1.62 yd <sup>3</sup>		\$ 53,000
	CAT 235, DEERE 892, AMERICAN 35-A, POACLAIN 160, KOMATSU PC400	195/250	2.00 yd <sup>3</sup>		\$ 70,000
	CAT 320B	128	1.24 yd <sup>3</sup>		\$ 70,000
	CAT 320C, DEERE 200C-LC, CASE 903D/CX210, KOMATSU PC200, JCB 200	138	1.24 yd <sup>3</sup>	\$ 95,000	
	CAT 325B, DEERE 270C-LC, CASE 9040/CX240, KOMATSU PC250, JCB 260	168	2.5 yd <sup>3</sup>		\$ 100,000
	CAT325CL, DAEWO 290, JCB260, DEERE 270C	188	2.22 yd <sup>3</sup>	\$ 112,000	
	CAT 245, DEERE 450C-LC	360	3.5 yd <sup>3</sup>		\$ 155,000
	CAT EL 300, DEERE 890	187/200	1.5 yd <sup>3</sup>		\$ 72,000
	CAT 330B, DEERE 330C-LC, KOMATSU PC300, JCB 330LC	222	2.7 yd <sup>3</sup>		\$ 130,000
	CAT 330C	247	2.7 yd <sup>3</sup>	\$ 140,000	
	CAT 345B II	320		\$ 200,000	
RETRO - EXCAVADORAS MAQUINAS EQUIPADAS CON MARTILLO HIDRAULICO FACTOR 1.60	CAT 416B, DEERE 310D, CASE 580K, FORD 555, MF 50, MF 86, JCB 214E	65/70	1.00 yd <sup>3</sup>		\$ 26,000
	CAT 416C, DEERE 310E/G, CASE 580L/SL/M, JCB 21, KOMATSU WB93R	70/75	1.00 yd <sup>3</sup>		\$ 30,000
	CAT 416D, CASE 580M, JCB214E, DEERE 310G, N.HOLLAND NH895	77	1.00 yd <sup>3</sup>	\$ 37,000	
	CAT 426, DEERE 410E, FORD - 755, CASE 590T/580SM, MF-750, JCB 214		1.25 yd <sup>3</sup>		\$ 32,000
	CAT 436B, DEERE 710D, CASE 590SL, JCB 214T, JCB 214S/215S, MF 965	80/90	1.5 yd <sup>3</sup>		\$ 35,000
	CASE 590SM	99		\$ 42,000	

Tabla No. 17.- Tarifas de renta mensual de equipo pesado en construcción  
(continuación)

MÁQUINA	MODELOS COMERCIALES	RANGO		RENTAS MENSUALES	
		H.P	CAPACIDAD	Nuevas o semi nuevas	
MOTO CONFORMADORAS	CAT 120H, KOMATSU GD 511A, DEERE 670C, CASE 845	125			\$ 66,000
	CAT 12H, DEERE 670, CHAMPION 710, KOMATSU GD 611A, CASE 845	140		\$ 82,000	
	CAT 120G, CHAMPION 710A, J.D. 670B, KOMATSU GD611	125			\$ 50,000
	CAT 12G, DEERE 670B, FIAT ALLIS FG70A, CHAMPION 720	135			\$ 62,000
	CAT 120B, CM14, GD511	120/130			\$ 40,000
	CAT 140H, CHAMPION 720, KOMATSU 90611A, DEERE 770C, CASE 865	165		\$ 108,000	
	CASE 865	155		\$ 86,000	
	CAT 14H	220		\$ 150,000	
	LINK BELT LS-98, KOHERING 405, LIMA 44		1 1/4 yd <sup>3</sup>		\$ 55,000
DRAGAS	LINK BELT LS-108, BUCYRUS ERIE- 38B, NORTHWEST 41		1 1/2 yd <sup>3</sup>		\$ 82,000
	BUCYRUS ERIE 38 HD, NORTHWEST		2 yd <sup>3</sup>		\$ 92,000
	LINK BELT 118, BUCYRUS ERIE-54B PH 550, NORTH WEST-80D		2.5 yd <sup>3</sup>		\$ 108,000

CAMIONES FUERA DE CARRETERA	CAT 769C, EUCLID R.35, TEREX 3305, KOMATSU MD320	415/420	35 ton		\$ 92,000
	CAT 769D, TEREX 3307, KOMATSU HD 325, EUCLID EH650	493	40 ton	\$ 200,000	
GRÚAS HIDRÁULICAS AUTOPROPULSADAS	DROTT 2000, GROVE RT530, TEREX ATT250	125/140	25 ton		\$ 140,000
	P.H. OMEGA 40, LORAIN LRT-40, GROVE RT540, L. BELT RTC 835	197/200	35 ton		\$ 170,000
	P.H. T-500, GROVE RT 650		50 ton		\$ 210,000
	KRUPP 4070, GROVE TMS 800		80 ton.		\$ 320,000
TRACTO - COMPACTADORES	CAT 815, DYNAPAC CT 20	170/175	18 ton		\$ 72,000
	CAT 815B	200	20 ton		\$ 86,000
	CAT 815F, DYNAPAC CT25, CT250, CT262	220	21 ton	\$ 150,000	
	CAT 825C	210	20 ton		\$ 92,000
VIBRO - COMPACTADORES	INGERSOLL RAND DD22, BW 120AD, CAT 224C, DYNAPAC CC122	34/41	1.2/4/2 ton	\$ 23,000	
	DYNAPAC CA 25 STD., VAP 70L, INGERSOLL RAND SD 100, BOMAG BW-2120P	125/130	10/30 ton		\$ 34,000
	DYNAPAC CA 25 PD, VAP 70P, I. RAND SD 100F, CP563/533, BOMAG BW-212PD	100/130	10/30 ton.		\$ 43,000
	DYNAPAC CC43/CC412, I. RAND DD90	130	10/25 ton	\$ 52,000	
COMPACTADOR DE NEUMATICOS	DYNAPAC CP-222, I.RAND PT 125, CAT PS360	94	7.6/22 ton		\$ 33,000
DUOPACTOR	SEAMAN GUNNISON (1995 EN ADELANTE)		10/30	\$ 26,000	
PETROLIZADORAS	MODELOS 1998 EN ADELANTE		8000 l	\$ 60,000	
			6000 l	\$ 42,000	
PIPAS DE AGUA	MODELOS 1998 EN ADELANTE		8000 l	\$ 20,000	
AUTOCONCRETERAS	MERLO DBM-3500 (GIRATORIA)	114	3.5 m <sup>3</sup> /ciclo	\$ 70,000	
	ITALMACHINE MARINER 35 (con báscula electrónica y cargador cemento sacos y granel)	115	3.5 m <sup>3</sup> /ciclo	\$ 85,000	

Tabla No. 17.- Tarifas de renta mensual de equipo pesado en construcción (final)

MÁQUINA	MODELOS COMERCIALES	RANGO		RENTAS MENSUALES	
		H.P	CAPACIDAD	Nuevas o semi nuevas	
ELEVADORES TELESCOPICOS	MERLO P30-13, JCB 520-70	84	3ton-13m	\$ 55,000	
	MERLO ROTO P30-13, JCB532-120, CAT TH63	114	3ton-13m	\$ 90,000	
GIRATORIOS	ITAL MACHINE LIFT 3513, JCB 537-135, CAT TH83	114	3.5ton-13m	\$ 90,000	
MINI CARGADORES	CASE 1845C/60XT, BOBCAT 773/853, JCB 170/190, NEW HOLLAND LX-665, CAT 226, DEERE 250	50&60	0.5 yd <sup>3</sup>	\$ 25,000	

#### **4.10 Rendimientos de los equipos de construcción**

Uno de los aspectos que debe cuidar del analista de costos, es la correcta estimación y verificación de los rendimientos de los equipos empleados en la construcción.

Se define como rendimiento, la cantidad de unidades de obra que una máquina puede ejecutar en la unidad de tiempo, que en el caso de la maquinaria es la hora.

Con base en lo anterior, las unidades del rendimiento serán: m/h, m<sup>2</sup>/h, m<sup>3</sup>/h, etc.

Los equipos ligeros o pequeños, generalmente vienen acompañados de una hoja técnica en la cual se estipula el rendimiento o producción que son capaces de ofrecer. Por otra parte, su costo es también pequeño y su producción va asociada muy de cerca a la habilidad de la mano de obra; tal es el caso de una “bailarina” o un vibrador para concreto.

Sin embargo, los equipos pesados, cuyo costo de adquisición es muy alto, requieren que los cálculos para determinar sus costos y rendimientos sean lo más exactos posible, ya que de ello depende el éxito económico de una obra.

Los rendimientos en todo caso, pueden obtenerse de tres maneras:

- Por observación directa
- A partir de tablas o gráficas
- Por procedimientos analíticos

La determinación del rendimiento por observación directa, se puede llevar a cabo cuando el equipo ya se encuentra en la obra o bien en campos o tramos de experimentación: basta observar y documentar de manera sistemática el trabajo que desarrollan, digamos en una jornada de trabajo, para calcular el rendimiento horario promedio.

Algunos fabricantes o distribuidores de equipo, proporcionan tablas o gráficas en las cuales se pueden leer los rendimientos esperados. En este caso, es muy importante verificar, las condiciones bajo las cuales se determinaron estos rendimientos y hacer los ajustes necesarios para el caso particular que se esté analizando.

Finalmente, la determinación de los rendimientos por procedimientos analíticos, se hace a partir del estudio detallado del ciclo de trabajo de las máquinas.

Las expresiones algebraicas para calcular el rendimiento de algunos equipos mediante este procedimiento, se muestran en la **tabla No.18.**

*Tabla No. 18.- Rendimientos teóricos de equipo*

EQUIPO	RENDIMIENTO TEÓRICO
Cargadores	$R = \frac{C \times K \times 60 \times \eta}{C_a \times t}$
Compactadores	$R = \frac{A \times V \times E \times 10 \times \eta}{N}$
Draga, palas, retroexcavadoras	$R = \frac{C \times K \times 60 \times \eta}{t}$
Escarificador	$R = \frac{V \times A_s \times p \times \eta}{N}$
	$T = \frac{N \times D}{T}$

Motoconformadora	$V \times \eta$
Motoescrepa	$R = \frac{C \times 60 \times \eta}{Ca \times t}$
Tractor	$R = \frac{C \times 60 \times \eta}{Ca \times t}$ $C = \frac{L \times H^2}{2 \tan \phi}$

En donde:

R, Rendimiento teórico de la máquina al ejecutar un trabajo durante una unidad de tiempo.

A, Ancho de compactación efectivo en cada pasada expresado en metros.

C, Capacidad nominal ya sea del cucharón en el caso de cargadores, dragas, retroexcavadoras, de cajas en motoescrepas y camiones de volteo, o bien de la hoja del tractor o de la motoconformadora, en metros cúbicos sueltos.

K, Factor de llenado o factor de carga del cucharón.

t, Tiempo del ciclo en minutos.

Ca, Coeficiente de abundamiento del material.

T, Para el caso particular de las motoconformadoras, es el tiempo total empleado en realizar un trabajo, determinado, que puede estar compuesto por varias operaciones, cada una de ellas llevada a cabo con diferente velocidad y diferente número de pasadas.

$\eta$ , Factor de eficiencia horaria durante el trabajo.

V, Velocidad de la máquina al realizar el trabajo en kilómetros por hora.

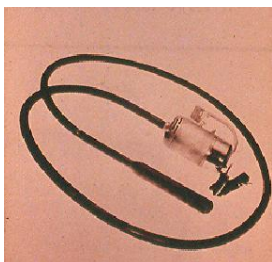
E, Espesor de capa por compactar en centímetros.

- N, Número de pasadas necesarias en cada capa, ya sea para una compactación o para aflojar material, se determina por especificaciones, por la experiencia o mediante terraplenes de prueba.
- A<sub>s</sub>, Ancho del surco labrado por el diente del arado, cuando el equipo escarificador esté formado por varios dientes, el valor de "a" será el ancho efectivo de la faja roturada por el arado, o bien, la medida del ancho proporcionada por el fabricante multiplicada por 0.60.
- D, Distancia recorrida en cada pasada, expresada en kilómetros. Debe determinarse de acuerdo a la naturaleza del trabajo.
- Cc, Coeficiente de carga, correspondiente al material arrastrado, varía de acuerdo a la clasificación del material:  
0.80 para grava, arena y roca tronada  
0.90 a 1.00 para arcilla y materiales suaves.
- P, Profundidad efectiva de penetración de los dientes del arado.
- H, Altura de la hoja del tractor
- φ, Ángulo del talud natural del material empujado por la hoja del tractor.
- L, Longitud de la hoja del tractor

Para facilitar el cálculo de los costos horarios, se sugiere utilizar formatos como el que a continuación se presenta. Se incluyen ejemplos del cálculo de costo horario de algunos equipos empleados en la construcción.

ANÁLISIS DE COSTO HORARIO			
CONSTRUCTORA:	Máquina: Modelo: Datos Adic.:		Hoja No.: Cálculo: Reviso: Fecha:
OBRA:			
DATOS GENERALES.			
Precio Adquisición		Fecha de Cotización	
Equipo adicional:		Vida Económica (Ve)	años
Valor Inicial (Vm)		Horas por año (Hea)	hr / año
		Motor	de H.P.
			de H.P.
Valor Rescate (Vr)		Factor de Operación	
Tasa de Interés (i)		Potencia de Operación	H.P. op
Prima de Seguros (s)		Factor de Mantenimiento (Ko)	
I.- CARGOS FIJOS.			125
a) Depreciación	$D = \frac{Vm - Vr}{Ve}$		
b) Inversión:	$Im = \frac{(Vm + Vr) \cdot i}{2 \cdot Hea}$		
c) Seguro:	$Sm = (Vm + Vr) \cdot s$		

## 4.11 Ejemplos





**VIBRADOR DE CONCRETO**



**REVOLVEDORA DE CONCRETO**



**MALACATE**



**CAMION DE VOLTEO**



**COMPACTADOR: RODILLO LISO VIBRATORIO**



**CAMIÓN PIPA**





**RETROEXCAVADORA**

**CARGADOR FRONTAL**



**MOTOCONFORMADORA**



**TRACTOR SOBRE ORUGAS**

ANÁLISIS DE COSTO HORA MÁQUINA										1				
DESCRIPCIÓN: <b>REVOLVEDORA DE 1 SACO</b>										Fecha: enero 2014				
Motor a gasolina de 8 HP, cofre abatible, olla de acero														
<b>DATOS GENERALES</b>														
PRECIODEADQUISICIÓN		\$	20,000		VIDA ECONÓMICA (Ve)	6000	h							
COSTODELLANTAS (Pn)		\$	-		POTENCIA NOMINAL MOTOR	8	HP	gasolina						
VALOR INICIAL (Vm)		\$	20,000		FACTOR DE OPERACIÓN	0.7								
VALOR DERESCATE (Vr)	10	%			POTENCIA DE OPERACIÓN	5.6	HP							
VIDA ECONÓMICA DE LLANTAS (Vn)		h	-		CAPACIDAD DEL CÁRTER	2.5	l							
COSTO COMBUSTIBLE (Pc) gasolina		\$	12.41		TIEMPO ENTRE CAMBIOS DE ACEITE	100	h							
COSTO LUBRICANTE (Pa)		\$	50.00		TASA ANUAL DE INTERÉS (i)	12	%							
SALARIO REAL DEL OPERADOR		\$	386.56		HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Hea)	2000	h							
SALARIO REAL AYUDANTES					PRIMA DE SEGURO (s)	5	%							
					FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko)	0.8								
<b>I. CARGOS FIJOS:</b>														
DEPRECIACIÓN:		D = (Vm - Vr) / Ve =		6000				\$ 3.00						
		( \$ 20,000 + 2000 )		0.12										
INVERSIÓN:		Im = (Vm + Vr) i / (2 Hea) =		2 X 2000				\$ 0.66						
		( \$ 20,000 + 2000 )		0.05				\$ 0.28						
SEGURO:		Sm = (Vm + Vr) s / (2 Hea) =		2 X 2000										
MANTENIMIENTO		Mn = Ko * D =		0.80 x \$ 3.00 =				\$ 2.40						
								<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>		\$ 6.34				
<b>II. CARGOS POR CONSUMO</b>														
COMBUSTIBLE:		Co = Gh * Pc =		1.01 x \$ 12.41 =				\$ 12.51						
Gh	GASOLINA =	0.18	x	HP	x	op	=	0.18	x	8	x	0.70	=	1.01
	DIESEL =	0.13	x	HP	x	op	=	0.13	x	8	x	0.70	=	0.00
LUBRICANTES:		Lb = (Ah + Ga) Pa =		( 0.017 + 0.025 )		50.00 =		\$ 2.09						
Potencia nominal hasta 100 HP		Ah = 0.0030 * HP * op =		0.0030 x 8		x 0.70 =		0.017						
Potencia nominal mayor de 100 HP		Ah = 0.0035 * HP * op =		0.0035 x 8		x 0.70 =		0.000						
		Ga = c/t =		3 / 100		=		0.025						
LLANTAS		N = Pn / Vn =		\$ - / -		=		\$ -						
PIEZAS ESPECIALES:		Ae = Pa / Va =		/		=								
OTRAS FUENTES DE ENERGÍA														
								<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>		\$ 14.60				
<b>III. CARGOS POR OPERACIÓN</b>														
OPERACIÓN		Po = Sr / Ht =		\$ 386.56 / 6 =				\$ 64.43						
fr = factor de rendimiento =		0.75												
Ht = 8 horas x factor de rendimiento =		6						<b>SUMA CARGOS POR OPERACIÓN</b>		\$ 64.43				
								<b>COSTO HORA MAQUINA</b>		\$ 85.36				

ANÁLISIS DE COSTO HORA MÁQUINA										2
DESCRIPCION: <b>MALACATE MIPS A M-1000</b>							Fecha: enero 2014			
Malacate de elevación de 1tonelada, eléctrico con accesorios (pluma, polea patesca y juego de triángulos)										
<b>DATOS GENERALES</b>										
PRECIODEADQUISICIÓN				\$ 30,000		VIDA ECONÓMICA (Ve)			6000	h
COSTODELLANTAS (Pn)				\$ -		POTENCIA NOMINAL MOTOR		eléctrico	12	HP
VALOR INICIAL (Vm)				\$ 30,000		FACTOR DE OPERACIÓN			0.8	
VALOR DERESCATE (Vr)		10	%			POTENCIA DE OPERACIÓN			9.6	HP
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (Vn)		h		-		CAPACIDAD DEL CÁRTER			1	l
COSTOCOMBUSTIBLE (Pc)						TIEMPO ENTRE CAMBIOS DE ACEITE			1	h
COSTOLUBRICANTE (Pa)						TASA ANUAL DE INTERÉS (i)			12	%
SALARIO REAL DEL OPERADOR				\$ 386.56		HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Hea)			2000	h
SALARIO REAL AYUDANTES						PRIMA DE SEGURO (s)			5	%
						FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko)			0.8	
<b>I. CARGOS FIJOS:</b>				\$ 30,000 - 3000						
DEPRECIACIÓN:		D=(Vm-Vr) / Ve =----- =							\$ 4.50	
		6000								
		( \$ 30,000 + 3000 ) 0.12								
INVERSIÓN:		Im = (Vm+Vr)i /(2Hea) =----- =							\$ 0.99	
		2 X 2000								
		( \$ 30,000 + 3000 ) 0.05							\$ 0.41	
SEGURO:		Sm = (Vm+Vr)s /(2Hea) =----- =								
		2 X 2000								
MANTENIMIENTO		Mn = Ko * D =		0.80 x \$ 4.50 =						
		<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>							\$ 9.50	
<b>II. CARGOS POR CONSUMO</b>										
COMBUSTIBLE:		Co = Gh * Pc =		0.00 x \$ - =		\$ -				
Gh	GASOLINA =		0.18 x HP x op =	0.18 x 12 x 0.80 =	0.00					
	DIESEL =		0.13 x HP x op =	0.13 x 12 x 0.80 =	0.00					
LUBRICANTES:		Lb = (Ah + Ga) Pa =		( 0.029 + 1 ) - =		\$ -				
Potencia nominal hasta a 100 HP		Ah = 0.0030 * HP * op =		0.0030 x 12 x 0.80 =		0.029				
Potencia nominal mayor de 100 HP		Ah = 0.0035 * HP * op =		0.0035 x 12 x 0.80 =		0.000				
		Ga = c/t = 1 / 1 =		1						
LLANTAS		N = Pn / Vn =		\$ - / - =		\$ -				
PIEZAS ESPECIALES:		Ae = Pa / Va =-----/-----				=				
OTRAS FUENTES DE ENERGÍA		0.653 x HP X \$/kwh =	0.653 x 9.6 x \$ 2.80	\$ 17.55						
		<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>							\$ 17.55	
<b>III. CARGOS POR OPERACIÓN</b>										
OPERACIÓN		Po = Sr / Ht =		\$ 386.56 / 6 =		\$ 64.43				
fr = factor de rendimiento =		0.75								
Ht =8 horasx factor de rendimiento=		6		<b>SUMA CARGOS POR OPERACIÓN</b>						
									\$ 64.43	
		<b>COSTO HORA MAQUINA</b>							\$ 91.48	

ANÁLISIS DE COSTO HORA MÁQUINA										3
DESCRIPCIÓN: <b>VIBRADOR DE CONCRETO</b>										Fecha: enero 2014
Motor a gasolina de 5.5 HP, Diámetro del cabezal 38 mm, longitud 385 mm, longitud del conjunto flexible 6 m										
<b>DATOS GENERALES</b>										
PRECIO DE ADQUISICIÓN		\$	7,500		VIDA ECONÓMICA (Ve)	6000	h			
COSTO DE LLANTAS (Pn)		\$	-		POTENCIA NOMINAL MOTOR	5.5	HP	gasolina		
VALOR INICIAL (Vm)		\$	7,500		FACTOR DE OPERACIÓN	0.7				
VALOR DE RESCATE (Vr)	10	%			POTENCIA DE OPERACIÓN	3.85	HP			
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (Vn)		h	-		CAPACIDAD DEL CÁRTER	2	l			
COSTO DE COMBUSTIBLE (Pc) gasolina		\$	12.41		TIEMPO ENTRE CAMBIOS DE ACEITE	100	h			
COSTO DE LUBRICANTE (Pa)		\$	50.00		TASA ANUAL DE INTERÉS (i)	12	%			
SALARIO REAL DEL OPERADOR		\$	386.56		HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Hea)	2000	h			
SALARIO REAL AYUDANTES					PRIMA DE SEGURO (s)	5	%			
					FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko)	0.8				
<b>I. CARGOS FIJOS:</b>										
Depreciación: $D = (Vm - Vr) / Ve = \frac{7,500 - 750}{6000} = 0.12$										
Inversión: $Im = (Vm + Vr) i / (2 Hea) = \frac{(7,500 + 750) \times 0.12}{2 \times 2000} = 0.25$										
Seguro: $Sm = (Vm + Vr) s / (2 Hea) = \frac{(7,500 + 750) \times 0.05}{2 \times 2000} = 0.10$										
Mantenimiento: $Mn = Ko \times D = 0.80 \times 1.13 = 0.90$										
<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>										
<b>II. CARGOS POR CONSUMO</b>										
Combustible: $Co = Gh \times Pc = 0.69 \times 12.41 = 8.60$										
<div> <div>Gh</div> <div> <div>GASOLINA = <math>0.18 \times HP \times op = 0.18 \times 5.5 \times 0.70 = 0.69</math></div> <div>DIESEL = <math>0.13 \times HP \times op = 0.13 \times 5.5 \times 0.70 = 0.00</math></div> </div> </div>										
Lubricantes: $Lb = (Ah + Ga) Pa = (0.012 + 0.02) \times 50.00 = 1.58$										
Potencia nominal hasta 100 HP: $Ah = 0.0030 \times HP \times op = 0.0030 \times 5.5 \times 0.70 = 0.012$										
Potencia nominal mayor de 100 HP: $Ah = 0.0035 \times HP \times op = 0.0035 \times 5.5 \times 0.70 = 0.000$										
$Ga = c/t = 2 / 100 = 0.02$										
LLANTAS: $N = Pn / Vn = - / - = -$										
PIEZAS ESPECIALES: $Ae = Pa / Va = - / - = -$										
OTRAS FUENTES DE ENERGÍA										
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>										
<b>III. CARGOS POR OPERACIÓN</b>										
Operación: $Po = Sr / Ht = 386.56 / 6 = 64.43$										
fr = factor de rendimiento = 0.75										
Ht = 8 horas x factor de rendimiento = 6										
<b>SUMA CARGOS POR OPERACIÓN</b>										
<b>COSTO HORA MAQUINA</b>										
<b>\$ 76.98</b>										

ANÁLISIS DE COSTO HORA MÁQUINA											4				
DESCRIPCION: CAMION VOLTEO CONVENCIONAL DE 6 m3							Fecha: enero 2014								
DATOS GENERALES															
PRECIO DE ADQUISICIÓN				\$		700,000		VIDA ECONÓMICA (Ve)		10000	h				
COSTO DE LLANTAS (Pn)				\$		24,000		POTENCIA NOMINAL MOTOR		diesel	170	HP			
VALOR INICIAL (Vm)				\$		676,000		FACTOR DE OPERACIÓN		0.7					
VALOR DE RESCATE (Vr)		10	%					POTENCIA DE OPERACIÓN		119		HP			
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (Vn)						3,000		CAPACIDAD DEL CÁRTER		12		l			
COSTO COMBUSTIBLE (Pc) diesel				\$		12.84		TIEMPO ENTRE CAMBIOS DE ACEITE		100		h			
COSTO LUBRICANTE (Pa)				\$		50.00		TASA ANUAL DE INTERÉS (i)		12		%			
SALARIO REAL DEL OPERADOR				\$		451.28		HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Hea)		2000		h			
SALARIO REAL AYUDANTES								PRIMA DE SEGURO (s)		5		%			
								FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko)		0.8					
I. CARGOS FIJOS:				\$		676,000		-		67600					
DEPRECIACIÓN:		D=(Vm-Vr) / Ve =									\$	60.84			
		10000													
		( \$ 676,000 + 67600 )							0.12						
INVERSIÓN:		Im=(Vm+Vr)i/(2Hea) =									\$	22.31			
		2 X 2000													
		( \$ 676,000 + 67600 )							0.05		\$ 9.30				
SEGURO:		Sm=(Vm+Vr)s/(2Hea)=													
		2 X 2000													
MANTENIMIENTO		Mn=Ko*D =		0.80		x		\$ 60.84		=		\$ 48.67			
									SUMA CARGOS FIJOS		\$ 141.12				
II. CARGOS POR CONSUMO															
COMBUSTIBLE:		Co= Gh * Pc =		15.47		x		\$12.84		=		\$ 198.63			
Gh	GASOLINA =		0.18	x	HP	x	op	=	0.18	x	170	x	0.70	=	0.00
	DIESEL =		0.13	x	HP	x	op	=	0.13	x	170	x	0.70	=	15.47
LUBRICANTES:		Lb=(Ah+Ga) Pa =		(		0.417 + 0.12 )		50.00		=		\$ 26.83			
Potencia nominal hasta a 100 HP		Ah=0.0030*HP*op =		0.0030		x		170		x		0.70	=	0.000	
Potencia nominal mayor de 100 HP		Ah=0.0035*HP*op =		0.0035		x		170		x		0.70	=	0.417	
		Ga= c/t =		12		/		100		=		0.12			
LLANTAS		N=Pn/ Vn=		\$		24,000		/		3,000		=		\$ 8.00	
PIEZAS ESPECIALES:		Ae= Pa / Va =										=			
OTRAS FUENTES DE ENERGÍA															
									SUMA CARGOS POR CONSUMO		\$ 233.46				
III. CARGOS POR OPERACIÓN															
OPERACIÓN		Po= Sr / Ht =		\$		451.28		/		6		=		\$ 75.21	
fr= factor de rendimiento =		0.75													
Ht=8 horas x factor de rendimiento o=		6										SUMA CARGOS POR OPERACIÓN		\$ 75.21	
									COSTO HORA MAQUINA		\$ 449.79				

ANÁLISIS DE COSTO HORA MÁQUINA										5
DESCRIPCION: <b>MOTOCONFORMADORA CAT 120M</b>							Fecha: enero 2014			
<b>DATOS GENERALES</b>										
PRECIO DE ADQUISICIÓN				\$	4,015,620		VIDA ECONÓMICA (Ve)		12000 h	
COSTO DE LLANTAS (Pn)	(Estandar 13.00-24)			\$	35,760		POTENCIA NOMINAL MOTOR	diesel	138 HP	
VALOR INICIAL (Vm)				\$	3,979,860		FACTOR DE OPERACIÓN		0.8	
VALOR DE RESCATE (Vr)	10 %						POTENCIA DE OPERACIÓN		110.4 HP	
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (Vn)					3,000		CAPACIDAD DEL CÁRTER		27 l	
COSTO COMBUSTIBLE (Pc) diesel				\$	12.84		TIEMPO ENTRE CAMBIOS DE ACEITE		100 h	
COSTO LUBRICANTE (Pa)				\$	50.00		TASA ANUAL DE INTERÉS (i)		12 %	
SALARIO REAL DEL OPERADOR				\$	596.89		HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Hea)		2000 h	
SALARIO REAL AYUDANTES							PRIMA DE SEGURO (s)		5 %	
							FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko)		0.8	
<b>I. CARGOS FIJOS:</b>										
				\$	3,979,860	-	397986			
DEPRECIACIÓN:	D=(Vm-Vr) / Ve = ----- =							\$	298.49	
12000										
( \$ 3,979,860 + 397986 ) 0.12										
INVERSIÓN:	Im = (Vm+Vr) i / (2Hea) = ----- =							\$	131.34	
2 X 2000										
( \$ 3,979,860 + 397986 ) 0.05										
SEGURO:	Sm = (Vm+Vr) s / (2Hea) = ----- =							\$	54.72	
2 X 2000										
MANTENIMIENTO	Mn = Ko*D =	0.80	x	\$	298.49	=	\$	238.79		
								<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>	<b>\$ 723.34</b>	
<b>II. CARGOS POR CONSUMO</b>										
COMBUSTIBLE:	Co = Gh * Pc =		14.35	x	\$ 12.84	=	\$	184.28		
Gh	GASOLINA = 0.18 x HP x op =		0.18	x	138	x	0.80	= 0.00		
	DIESEL = 0.13 x HP x op =		0.13	x	138	x	0.80	= 14.35		
LUBRICANTES:	Lb = (Ah + Ga) Pa =		( 0.386 + 0.27 )	50.00	=	\$	32.82			
Potencia nominal hasta 100 HP	Ah = 0.0030*HP*op =		0.0030	x	138	x	0.80	= 0.000		
Potencia nominal mayor de 100 HP	Ah = 0.0035*HP*op =		0.0035	x	138	x	0.80	= 0.386		
	Ga = c/t = 27 / 100		=	0.27						
LLANTAS	N = Pn / Vn =		\$ 35,760 /	3,000	=	\$	11.92			
PIEZAS ESPECIALES:	Ae = Pa / Va = ----- / -----									
OTRAS FUENTES DE ENERGÍA										
								<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>	<b>\$ 229.02</b>	
<b>III. CARGOS POR OPERACIÓN</b>										
OPERACIÓN	Po = Sr / Ht =		\$ 596.89 /	6	=	\$	99.48			
fr = factor de rendimiento =	0.75									
Ht = 8 horas x factor de rendimiento =	6		<b>SUMA CARGOS POR OPERACIÓN</b>							
								<b>\$ 99.48</b>		
								<b>COSTO HORA MAQUINA</b>	<b>\$ 1,051.84</b>	

ANÁLISIS DE COSTO HORA MÁQUINA										6	
DESCRIPCIÓN: RETROEXCAVADORA CATERPILLAR SOBRE ORUGAS CAT 312D								Fecha: enero 2014			
<b>DATOS GENERALES</b>											
PRECIO DE ADQUISICIÓN		\$ 1,692,460		VIDA ECONÓMICA (Ve)		12000		h			
COSTO DE LLANTAS (Pn)				POTENCIA NOMINAL MOTOR		diesel		90		HP	
VALOR INICIAL (Vm)		\$ 1,692,460		FACTOR DE OPERACIÓN		0.8					
VALOR DE RESCATE (Vr)		10 %		POTENCIA DE OPERACIÓN		72		HP			
VIDA ECONÓMICA DE LLANTAS (Vn)		h		CAPACIDAD DEL CÁRTER		19.5		l			
COSTO DE COMBUSTIBLE (Pc) diesel		\$ 12.84		TIEMPO ENTRE CAMBIOS DE ACEITE		100		h			
COSTO DE LUBRICANTE (Pa)		\$ 50.00		TASA ANUAL DE INTERÉS (i)		12		%			
SALARIO REAL DEL OPERADOR		\$ 596.89		HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Hea)		2000		h			
SALARIO REAL AYUDANTES				PRIMA DE SEGURO (s)		5		%			
				FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko)		0.8					
<b>I. CARGOS FIJOS:</b>											
DEPRECIACIÓN:		D = (Vm - Vr) / Ve =		12000						\$ 126.93	
		( \$ 1,692,460 + 169246 )		0.12							
INVERSIÓN:		Im = (Vm + Vr) i / (2 Hea) =		2 X 2000						\$ 55.85	
		( \$ 1,692,460 + 169246 )		0.05						\$ 23.27	
SEGURO:		Sm = (Vm + Vr) s / (2 Hea) =		2 X 2000							
MANTENIMIENTO		Mn = Ko * D =		0.80 x \$ 126.93 =						\$ 101.55	
										<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>	<b>\$ 307.60</b>
<b>II. CARGOS POR CONSUMO</b>											
COMBUSTIBLE:		Co = Gh * Pc =		9.36 x ### =						\$ 120.18	
Gh	GASOLINA = 0.18 x HP x op =		0.18 x 90 x 0.80 =		0.00						
	DIESEL = 0.13 x HP x op =		0.13 x 90 x 0.80 =		9.36						
LUBRICANTES:		Lb = (Ah + Ga) Pa =		( 0.216 + 0.195 ) 50.00 =						\$ 20.55	
Potencia nominal hasta 100 HP		Ah = 0.0030 * HP * op =		0.0030 x 90 x 0.80 =		0.216					
Potencia nominal mayor de 100 HP		Ah = 0.0035 * HP * op =		0.0035 x 90 x 0.80 =		0.000					
		Ga = c/t = 20 / 100 =		0.195							
LLANTAS		N = Pn / Vn =		\$ - / - =						\$ -	
PIEZAS ESPECIALES:		Ae = Pa / Va =									
OTRAS FUENTES DE ENERGÍA											
										<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>	<b>\$ 140.73</b>
<b>III. CARGOS POR OPERACIÓN</b>											
OPERACIÓN		Po = Sr / Ht =		\$ 596.89 / 6 =						\$ 99.48	
fr = factor de rendimiento =		0.75									
Ht = 8 horas x factor de rendimiento =		6									
										<b>SUMA CARGOS POR OPERACIÓN</b>	<b>\$ 99.48</b>
										<b>COSTO HORA MÁQUINA</b>	<b>\$ 547.82</b>

ANÁLISIS DE COSTO HORA MÁQUINA										7
DESCRIPCION: <b>COMPACTADOR RODILLO LISO VIBRATORIO CAT CS 54</b>						Fecha: enero 2014				
<b>DATOS GENERALES</b>										
PRECIODEADQUISICIÓN		\$		1,944,180		VIDA ECONÓMICA (Ve)		12000		h
COSTODELLANTAS (Pn)		\$		31,058		POTENCIA NOMINAL MOTOR		diesel	130	HP
VALOR INICIAL (Vm)		\$		1,913,122		FACTOR DE OPERACIÓN		0.8		
VALOR DERESCATÉ (Vr)		10	%			POTENCIA DE OPERACIÓN		104		HP
VIDA ECONOMICA DELLANTAS (Vn)				2,600		CAPACIDAD DEL CÁRTER		9		l
COSTOCOMBUSTIBLE (Pc) diesel		\$		12.84		TIEMPO ENTRE CAMBIOS DE ACEITE		100		h
COSTOLUBRICANTE (Pa)		\$		50.00		TASA ANUAL DE INTERÉS (i)		12		%
SALARIOREAL DEL OPERADOR		\$		596.89		HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Hea)		2000		h
SALARIOREAL AYUDANTES						PRIMA DE SEGURO (s)		5		%
						FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko)		0.85		
<b>I. CARGOS FIJOS:</b>		\$		1,913,122 - 191312.2						
DEPRECIACIÓN:		D=(Vm-Vr) / Ve =		----- =				\$		143.48
				12000						
				( \$ 1,913,122 + 191312.2 )		0.12				
<b>INVERSIÓN:</b>		Im = (Vm+Vr)i /(2Hea) =		----- =				\$		63.13
				2 X 2000						
				( \$ 1,913,122 + 191312.2 )		0.05		\$		26.31
<b>SEGURO:</b>		Sm = (Vm+Vr)s /(2Hea)=		----- =						
				2 X 2000						
<b>MANTENIMIENTO</b>		Mn = Ko*D =		0.85 x \$ 143.48 =				\$		121.96
						<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>		<b>\$</b>		<b>354.88</b>
<b>II. CARGOS POR CONSUMO</b>										
<b>COMBUSTIBLE:</b>		Co = Gh * Pc =		13.52 x \$ 12.84 =				\$		173.60
Gh	GASOLINA =		0.18 x HP x op =	0.18 x 130 x 0.80 =		0.00				
	DIESEL =		0.13 x HP x op =	0.13 x 130 x 0.80 =		13.52				
<b>LUBRICANTES:</b>		Lb = (Ah+Ga) Pa =		( 0.364 + 0.09 ) 50.00 =				\$		22.70
Potencia nominal hasta 100 HP		Ah=0.0030*HP*op =		0.0030 x 130 x 0.80 =		0.000				
Potencia nominal mayor de 100 HP		Ah=0.0035*HP*op =		0.0035 x 130 x 0.80 =		0.364				
		Ga= c/t = 9 / 100 =		0.09						
<b>LLANTAS</b>		N = Pn / Vn = \$ 31,058 / 2,600 =						\$		11.95
<b>PIEZAS ESPECIALES:</b>		Ae = Pa / Va = ----- / -----								
<b>OTRAS FUENTES DE ENERGÍA</b>										
						<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>		<b>\$</b>		<b>208.24</b>
<b>III. CARGOS POR OPERACIÓN</b>										
<b>OPERACIÓN</b>		Po = Sr / Ht = \$ 596.89 / 6 =						\$		99.48
fr = factor de rendimiento =		0.75								
Ht =8 horas x factor de rendimiento =		6				<b>SUMA CARGOS POR OPERACIÓN</b>		<b>\$</b>		<b>99.48</b>
						<b>COSTO HORA MAQUINA</b>		<b>\$</b>		<b>662.61</b>



ANÁLISIS DE COSTO HORA MÁQUINA										8
DESCRIPCION: CAMION PIPA					Fecha: enero 2014					
DATOS GENERALES										
PRECIO DE ADQUISICIÓN		\$		750,000		VIDA ECONÓMICA (Ve)		10000		h
COSTO DE LLANTAS (Pn)		\$		24,000		POTENCIA NOMINAL MOTOR		diesel	170	HP
VALOR INICIAL (Vm)		\$		726,000		FACTOR DE OPERACIÓN		0.7		
VALOR DE RESCATE (Vr)		10	%			POTENCIA DE OPERACIÓN		119		HP
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (Vn)				3,000		CAPACIDAD DEL CÁRTER		12		l
COSTO COMBUSTIBLE (Pc) diesel		\$		12.84		TIEMPO ENTRE CAMBIOS DE ACEITE		100		h
COSTO LUBRICANTE (Pa)		\$		50.00		TASA ANUAL DE INTERÉS (i)		12		%
SALARIO REAL DEL OPERADOR		\$		451.28		HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Hea)		2000		h
SALARIO REAL AYUDANTES						PRIMA DE SEGURO (s)		5		%
						FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko)		0.8		
I. CARGOS FIJOS:										
		\$		726,000		-		72600		
DEPRECIACIÓN:		D = (Vm - Vr) / Ve = ----- =								\$ 65.34
		10000								
		( \$ 726,000 + 72600 ) 0.12								
INVERSIÓN:		Im = (Vm + Vr) i / (2Hea) = ----- =								\$ 23.96
		2 X 2000								
		( \$ 726,000 + 72600 ) 0.05								\$ 9.98
SEGURO:		Sm = (Vm + Vr) s / (2Hea) = ----- =								
		2 X 2000								
MANTENIMIENTO		Mn = Ko * D =		0.80		x		\$ 65.34		= \$ 52.27
		SUMA CARGOS FIJOS								\$ 151.55
II. CARGOS POR CONSUMO										
COMBUSTIBLE:		Co = Gh * Pc =		15.47		x		\$ 12.84		= \$ 198.63
Gh	GASOLINA =		0.18	x	HP	x	op	=	0.18	x 170 x 0.70 = 0.00
	DIESEL =		0.13	x	HP	x	op	=	0.13	x 170 x 0.70 = 15.47
LUBRICANTES:		Lb = (Ah + Ga) Pa =		( 0.417 + 0.12 )		50.00		=		\$ 26.83
Potencia nominal hasta a 100 HP		Ah = 0.0030 * HP * op =		0.0030		x 170 x 0.70		=		0.000
Potencia nominal mayor de 100 HP		Ah = 0.0035 * HP * op =		0.0035		x 170 x 0.70		=		0.417
		Ga = c / t =		12	/	100	=	0.12		
LLANTAS		N = Pn / Vn =		\$ 24,000		/		3,000		= \$ 8.00
PIEZAS ESPECIALES:		Ae = Pa / Va = ----- / -----								=
OTRAS FUENTES DE ENERGÍA										
		SUMA CARGOS POR CONSUMO								\$ 233.46
III. CARGOS POR OPERACIÓN										
OPERACIÓN		Po = Sr / Ht =		\$ 451.28		/		6		= \$ 75.21
fr = factor de rendimiento =		0.75								
Ht = 8 horas x factor de rendimiento o =		6								\$ 75.21
		SUMA CARGOS POR OPERACIÓN								\$ 75.21
		COSTO HORA MAQUINA								\$ 460.23

ANÁLISIS DE COSTO HORA MÁQUINA										9
DESCRIPCION: CARGADOR FRONTAL SOBRE LLANTAS CAT 930H							Fecha: enero 2014			
Capacidad del cucharón de 2.1 a 5.0 m3										
DATOS GENERALES										
PRECIO DE ADQUISICIÓN				\$		2,298,800		VIDA ECONÓMICA (Ve)		12000 h
COSTO DE LLANTAS (Pn)		(20.5 R25 L3 XHA)		\$		62,940		POTENCIA NOMINAL MOTOR		149 HP
VALOR INICIAL (Vm)				\$		2,235,860		FACTOR DE OPERACIÓN		0.8
VALOR DE RESCATE (Vr)		10 %						POTENCIA DE OPERACIÓN		119.2 HP
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (Vn)		h				2,550		CAPACIDAD DEL CÁRTER		15 l
COSTO COMBUSTIBLE (Pc) diesel				\$		12.84		TIEMPO ENTRE CAMBIOS DE ACEITE		100 h
COSTO LUBRICANTE (Pa)				\$		50.00		TASA ANUAL DE INTERÉS (i)		12 %
SALARIO REAL DEL OPERADOR				\$		596.89		HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Hea)		2000 h
SALARIO REAL AYUDANTES								PRIMA DE SEGURO (s)		5 %
								FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko)		0.85
I. CARGOS FIJOS:				\$		2,235,860 - 223586				
DEPRECIACIÓN:				D=(Vm-Vr) / Ve =----- =						\$ 167.69
				12000						
				( \$ 2,235,860 + 223586 ) 0.12						
INVERSIÓN:				Im=(Vm+Vr)i/(2Hea) =----- =						\$ 73.78
				2 X 2000						
				( \$ 2,235,860 + 223586 ) 0.05						\$ 30.74
SEGURO:				Sm=(Vm+Vr)s/(2Hea)=----- =						
				2 X 2000						
MANTENIMIENTO		Mn=Ko*D=		0.85		x \$ 167.69 =		\$ 142.54		
								SUMA CARGOS FIJOS \$ 414.75		
II. CARGOS POR CONSUMO										
COMBUSTIBLE:		Co=Gh*Pc=		15.50 x \$12.84 =		\$ 198.97				
Gh	GASOLINA = 0.18 x HP x op =		0.18 x 149 x 0.80 = 0.00							
	DIESEL = 0.13 x HP x op =		0.13 x 149 x 0.80 = 15.50							
LUBRICANTES:		Lb=(Ah+Ga)Pa=		( 0.417 + 0.15 ) 50.00 =		\$ 28.36				
Potencia nominal hasta 100 HP		Ah=0.0030*HP*op =		0.0030 x 149 x 0.80 = 0.000						
Potencia nominal mayor de 100 HP		Ah=0.0035*HP*op =		0.0035 x 149 x 0.80 = 0.417						
		Ga=c/t = 15 / 100 =		0.15						
LLANTAS		N=Pn/Vn=		\$ 62,940 / 2,550 =		\$ 24.68				
PIEZAS ESPECIALES:		Ae=Pa/Va=-----/-----								
OTRAS FUENTES DE ENERGÍA										
						SUMA CARGOS POR CONSUMO \$ 252.01				
III. CARGOS POR OPERACIÓN										
OPERACIÓN		Po=Sr/Ht=		\$ 596.89 / 6 =		\$ 99.48				
fr= factor de rendimiento =		0.75								
Ht=8 horas x factor de rendimiento=		6				SUMA CARGOS POR OPERACIÓN \$ 99.48				
						COSTO HORA MAQUINA \$ 766.24				

ANÁLISIS DE COSTO HORA MÁQUINA											10
DESCRIPCION: <b>TRACTOR D8T</b>								Fecha: enero 2014			
<b>DATOS GENERALES</b>											
PRECIO DE ADQUISICIÓN				\$ 7,600,000				VIDA ECONÓMICA (Ve)			12000 h
COSTO DE LLANTAS (Pn)								POTENCIA NOMINAL MOTOR diesel			310 HP
VALOR INICIAL (Vm)				\$ 7,600,000				FACTOR DE OPERACIÓN			0.8
VALOR DE RESCATE (Vr)				10 %				POTENCIA DE OPERACIÓN			248 HP
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (Vn)				h				CAPACIDAD DEL CÁRTER			38 l
COSTO DE COMBUSTIBLE (Pc) diesel				\$ 12.84				TIEMPO ENTRE CAMBIOS DE ACEITE			100 h
COSTO DE LUBRICANTE (Pa)				\$ 50.00				TASA ANUAL DE INTERÉS (i)			12 %
SALARIO REAL DEL OPERADOR				\$ 596.89				HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Hea)			2000 h
SALARIO REAL AYUDANTES								PRIMA DE SEGURO (s)			5 %
								FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko)			0.9
<b>I. CARGOS FIJOS:</b>				\$ 7,600,000 - 760000							
DEPRECIACIÓN:				$D = (Vm - Vr) / Ve = \frac{7,600,000 - 760,000}{12,000} = 570.00$							\$ 570.00
				$(\$ 7,600,000 + 760,000) \times 0.12 = 1,032,000$							
INVERSIÓN:				$Im = (Vm + Vr) i / (2 Hea) = \frac{(7,600,000 + 760,000) \times 0.12}{2 \times 2,000} = 250.80$							\$ 250.80
				$(\$ 7,600,000 + 760,000) \times 0.05 = 400,000$							\$ 104.50
SEGURO:				$Sm = (Vm + Vr) s / (2 Hea) = \frac{(7,600,000 + 760,000) \times 0.05}{2 \times 2,000} = 104.50$							
MANTENIMIENTO				$Mn = Ko \times D = 0.90 \times 570.00 = 513.00$							\$ 513.00
								<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>			\$ 1,438.30
<b>II. CARGOS POR CONSUMO</b>											
COMBUSTIBLE:				$Co = Gh \times Pc = 32.24 \times 12.84 = 413.96$							\$ 413.96
Gh	GASOLINA =			0.18	x	HP	x	op	=	0.18 x 310 x 0.80 = 0.00	
	DIESEL =			0.13	x	HP	x	op	=	0.13 x 310 x 0.80 = 32.24	
LUBRICANTES:				$Lb = (Ah + Ga) Pa = (0.0030 + 0.38) \times 50.00 = 62.40$							\$ 62.40
Potencia nominal hasta 100 HP				$Ah = 0.0030 \times HP \times op = 0.0030 \times 310 \times 0.80 = 0.000$							
Potencia nominal mayor de 100 HP				$Ah = 0.0035 \times HP \times op = 0.0035 \times 310 \times 0.80 = 0.868$							
				$Ga = c/t = 38 / 100 = 0.38$							
LLANTAS				$N = Pn / Vn = - / - = -$							\$ -
PIEZAS ESPECIALES:				$Ae = Pa / Va = - / - = -$							
OTRAS FUENTES DE ENERGÍA											
								<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>			\$ 476.36
<b>III. CARGOS POR OPERACIÓN</b>											
OPERACIÓN				$Po = Sr / Ht = 596.89 / 6 = 99.48$							\$ 99.48
fr = factor de rendimiento =				0.75							
Ht = 8 horas x factor de rendimiento =				6				<b>SUMA CARGOS POR OPERACIÓN</b>			\$ 99.48
								<b>COSTO HORA MAQUINA</b>			\$ 2,014.14

La **tabla No. 19**, muestra el resumen de los costos horarios calculados anteriormente, mismos que se utilizarán en el ejemplo del cálculo del precio unitario para la formación de terraplén.

*Tabla No. 19.- Resumen de costos horarios*

No.	MAQUINA	COSTO HORARIO
1	REVOLVEDORA	\$ 85.36
2	MALACATE	\$ 91.48
3	VIBRADOR DE CONCRETO	\$ 76.98
4	CAMION VOLTEO	\$ 449.79
5	MOTOCONFORMADORA	\$ 1,051.84
6	RETROEXCAVADORA	\$ 547.82
7	COMPACTADOR	\$ 662.61
8	CAMION PIPA	\$ 460.23
9	CARGADOR FRONTAL	\$ 766.24
10	TRACTOR	\$ 2,014.14

Para las especificaciones técnicas del equipo, visitar:

[www.cat.com](http://www.cat.com)

Cotización de llantas:

[www.neumaticos-muevetierra.com](http://www.neumaticos-muevetierra.com)



# Capítulo 5

---

## 5. COSTOS INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO Y UTILIDAD

---

### 5.1 Generalidades

Los costos indirectos aplicables a una obra o a los diversos conceptos de trabajo que forman parte de la misma, son todos aquellos gastos generales que por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todos y cada uno de los conceptos de trabajo que forman parte de una obra determinada, o de dos o más obras ejecutadas por una empresa constructora; es decir, los gastos generales que ejerce la empresa para hacer posible el adecuado avance de todas sus operaciones en las obras a su cargo.

Los costos indirectos asociados a cada obra en particular, son perfectamente previsibles y se pueden analizar y estimar previamente por lo menos dentro del mismo orden de aproximación de los costos directos. Se pueden, por otra parte, controlar durante la ejecución de la obra, para mantenerlos dentro de los límites prefijados.

La normatividad vigente establece la siguiente definición: "el costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y comprende entre otros: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria o equipo de construcción, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y sociales correspondientes al personal directivo y administrativo"

Podemos clasificar los aspectos que dan lugar a los costos indirectos, dentro de los cuatro grupos siguientes:

- 5.2 Administración central
- 5.3 Administración y gastos generales de obra
- 5.4 Fianzas y seguros
- 5.5 Imprevistos

## **5.2 Administración central**

Toda empresa constructora racionalmente organizada, debe estar dotada de personal encargado de planear, organizar, dirigir y controlar todas las operaciones de la propia empresa, así como servir de enlace entre las diversas entidades que forman parte de la misma.

Los costos totales de la administración central se pueden agrupar de la siguiente manera:

- 5.2.1 Honorarios, sueldos y prestaciones
- 5.2.2 Depreciaciones, mantenimiento y rentas
- 5.2.3 Servicios
- 5.2.4 Gastos de oficina
- 5.2.5 Capacitación y adiestramiento
- 5.2.6 Seguridad e higiene

### **5.2.1 Honorarios, sueldos y prestaciones**

Cubren esencialmente, los sueldos, honorarios y prestaciones del personal directivo técnico, administrativo y de servicios, así como iguales por servicios de asesoría contable, fiscal, legal, laboral y otras. Se pueden enlistar:

- Honorarios o sueldos de los ejecutivos de la organización (directores, gerentes, subgerentes).

- Honorarios o sueldos de consultores, auditores, contadores, personal técnico de apoyo, secretarías, recepcionistas, almacenistas, choferes, dibujantes, ayudantes en general, personal de servicio.
- Gastos de representación, pasajes y viáticos del personal de oficina matriz.
- Prestaciones a que obliga la Ley Federal del Trabajo y cuotas patronales correspondientes al Instituto Mexicano del Seguro Social y del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.
- Los que pudieran derivar de la firma de contratos de trabajo para el personal anterior, como seguros de vida, membresías y otros.

### **5.2.2 Depreciaciones, mantenimiento y rentas**

Los espacios físicos que la organización ocupa para operar, sean propios o rentados, generan gastos, tanto para utilizarlos, como para mantenerlos en buenas condiciones de servicio.

Se consideran en este renglón:

- Depreciaciones y/o rentas de edificios, locales, instalaciones generales, equipo, enseres y mobiliario de oficina.
- Depreciaciones y/o rentas, consumos y operación de equipo de transporte.
- Amortización de gastos de organización e instalación.

### **5.2.3 Servicios**

Son los gastos que se originan para tener la asesoría en áreas específicas de interés para la empresa y desarrollo, en su caso, de tecnologías de punta.

Se incluyen:

- Pagos a consultores, asesores, servicios de laboratorio
- Estudios e investigaciones

- Cuota anual para pertenecer a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, en su caso.

#### **5.2.4 Gastos de oficina**

Son los gastos corrientes necesarios para la adecuada operación de la empresa, entre otros:

- Papelería y útiles de escritorio.
- Correos, fax, teléfonos, telégrafos, radio, etc.
- Consumibles del equipo de computación.
- Copias y duplicados.
- Artículos para limpieza
- Luz, gas y otros consumos
- Gastos de concursos.
- Situación de fondos.

#### **5.2.5 Capacitación y adiestramiento**

Por ley, los empleados y trabajadores de la empresa tienen derecho a capacitarse y adquirir las habilidades que requiere el desempeño de sus funciones.

Se consideran por tanto:

- Capacitación en todos los niveles de la organización (inscripciones a cursos, seminarios, congresos, exposiciones de maquinaria y materiales, otorgamiento de becas, compra de libros, revistas especializadas, etc.).



### **5.2.6 Seguridad e higiene**

Con objeto de que la organización reduzca al mínimo la posibilidad de accidentes dentro de la oficina y que se trabaje en condiciones de higiene, es obligatorio establecer una comisión mixta que atienda estos aspectos. El costo de la implementación de las medidas tendientes a garantizar la seguridad e higiene es el que se incluye en este rubro.

Calculados los gastos totales por concepto de administración central en un período determinado (usualmente un año), se pueden expresar como porcentaje del costo directo empleando la siguiente expresión:

$$\% \text{Admon. Central} = \frac{\text{Costo Anual de Oficina Central}}{\text{Costo Directo Total Ejecutado en el Año}} \times 100$$

Es usual que el porcentaje por este concepto, varíe entre un 3 y un 8%, según la eficiencia de la organización.

Con relación al costo de administración por concepto de oficinas centrales y de obra, el Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con las Mismas establece lo siguiente: "Para su determinación, se deberá considerar que el costo correspondiente a las oficinas centrales del contratista, comprenderá únicamente los gastos necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la superintendencia del contratista, encargada directamente de los trabajos.

En el caso de los costos indirectos de oficinas de campo se deberán considerar todos los conceptos que de él se deriven".

Lo anterior significa que, para el caso de la administración central, el análisis de costos, que se ha hecho para un año, ahora deba ser expresado en relación con la obra particular que se esté presupuestando.

## **5.3 Administración y gastos generales de obra**

Podemos desglosar en los siguientes aspectos, los conceptos que constituyen este grupo:

### **5.3.1 Honorarios, Sueldos y Prestaciones**

### **5.3.2 Depreciación, mantenimiento y rentas.**

### 5.3.3 Servicios

### 5.3.4 Fletes y acarreos

### 5.3.5 Gastos de oficina

### 5.3.6 Capacitación y adiestramiento

### 5.3.7 Seguridad e higiene

### 5.3.8 Trabajos previos y auxiliares

## **5.3.1 Honorarios, sueldos y prestaciones**

Este aspecto, cubre todas las erogaciones originadas por el personal directivo, técnico, administrativo y de servicio que participa en la dirección, organización y supervisión de los trabajos.

En dicha organización se incluye desde la jerarquía suprema de la residencia, que suele ser un superintendente o residente general, hasta sobrestantes, cabos y demás.

Dentro de este aspecto quedan involucrados los siguientes renglones:

- Honorarios de superintendentes e ingenieros auxiliares
- Honorarios de personal administrativo y de servicios (jefe de oficina, secretarias, pagador, oficinistas, almacenistas).
- Sueldos y salarios de personal obrero de servicio (bodegueros, mecánicos, soldadores, chóferes, veladores).
- Seguro social e impuesto sobre remuneraciones pagadas, del personal anterior.
- Pasajes y viáticos con cargo a la obra.
- Compensaciones y gratificaciones

### **5.3.2 Depreciación, mantenimiento y rentas**

Se incluyen dentro de este aspecto, todas las erogaciones relativas a la depreciación y/o renta de las instalaciones auxiliares, necesarias para el desarrollo de la obra misma, así como de los vehículos que operan dentro de ella, como pueden ser:

- Campamento (oficinas de obra, talleres, bodegas, almacenes, comedores, dormitorios, laboratorios de campo y patios de almacenamiento).
- Conservación y mantenimiento de las edificaciones anteriores.
- Instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de gas, y su conservación.
- Casetas de vigilancia.
- Instalaciones deportivas y recreativas.
- Escuela.
- Iglesia.
- Instalaciones para servicios médicos.

### **5.3.3 Servicios**

En este aspecto se agrupan los gastos originados por:

- Consultores y asesores para el buen desarrollo de los trabajos (asesor en el uso de explosivos por ejemplo).
- Laboratorios, propios o contratados para llevar el control de calidad de los trabajos e inclusive para verificar en campo el comportamiento previo de ciertas estructuras.
- Estudios e investigaciones relacionados directamente con la obra.

### **5.3.4 Fletes y acarreos**

Son pagos que se realizan para trasladar a la obra y posteriormente a los almacenes de la empresa entre otros, los siguientes implementos:

- Campamentos
- Equipo de construcción
- Plantas y elementos para instalaciones
- Mobiliario

### **5.3.5 Gastos de oficina**

Al igual que la oficina central, la oficina en campo realiza los siguientes gastos:

- Papelería y útiles de escritorio.
- Correos, fax, teléfonos, telégrafos, radio.
- Consumibles del equipo de computación.
- Copias y duplicados.
- Luz, gas y otros consumos.
- Situación de fondos.

### **5.3.6 Capacitación y adiestramiento**

En algunas obras, se requiere establecer programas de capacitación y adiestramiento de los trabajadores para mejorar su desempeño.

Entre otros, se consideran aquí los siguientes costos:

- Programas de capacitación: instructores, papelería, renta de equipos audiovisuales y especiales, material de trabajo.

- Instalaciones necesarias para implementar los programas de capacitación.

### **5.3.7 Seguridad e higiene**

La importancia de cuidar la seguridad e higiene en la obra, origina los siguientes costos con cargo a la obra:

- Señalización y letreros en general.
- Salario y equipamiento de los integrantes de la Comisión de Seguridad e Higiene.
- Botiquines y equipo de primeros auxilios.
- Costo de conferencias y pláticas relativas.

### **5.3.8 Trabajos previos y auxiliares**

Se incluyen en este aspecto todas las erogaciones relativas a la construcción de obras e instalaciones auxiliares necesarias para el desarrollo de la obra misma, como pueden ser:

- Construcción y conservación de caminos de acceso
- Montajes y desmantelamientos de equipo
- Campamentos
- Muelles
- Tapias y cercas

Los costos presentados anteriormente, tanto para la administración central como para la correspondiente a la obra tienen carácter esencialmente enunciativo.

Conocido el costo de administración de una obra, se puede expresar como porcentaje del costo directo de la misma.

$$\% \text{ Admon.de Obra} = \frac{\text{Costo de Admon.de Obra}}{\text{Costo Directo de la Obra Analizada}} \times 100$$

Deducimos de la observación de la extensa lista de conceptos que intervienen en la administración y gastos generales de obra, que se presenta un rango de variación muy amplio, pudiendo indicar que sus límites varían entre 5% y 20% del costo directo total de una obra.

## 5.4 Fianzas y seguros

Involucramos dentro de este grupo a todas las erogaciones motivadas por los aspectos de fianzas, seguros, multas, recargos, regalías por el uso de patentes, etc.

Las fianzas son documentos mediante los cuales, las empresas constructoras garantizan ante sus clientes, por medio de un tercero, el cumplimiento de sus obligaciones contractuales.

Refiriéndonos a la normatividad establecida en la Ley de Obras Públicas, las fianzas que otorguen los contratistas durante los procesos de licitación, contratación, ejecución y terminación de las obras pueden ser:

- Fianza para garantizar la debida aplicación del anticipo establecido en el contrato. La cantidad afianzada en este reglón, es del 100% del importe del anticipo.
- Fianza para garantizar el cumplimiento de todas y cada una de las cláusulas contenidas en el contrato de obra, que se otorga hasta por el 10% del importe de obra contratada.
- Fianza de calidad, que se otorga una vez terminados los trabajos, para garantizar la reparación de los llamados vicios ocultos, que se otorga por el 10% del monto total de obra ejecutada.  
Esta fianza se da en sustitución de la que garantiza el cumplimiento del contrato y tiene una vigencia de un año a partir de la recepción de los trabajos ejecutados.

El costo de estas tres fianzas, se hará con cargo a la administración de obra.

Por lo que corresponde a los seguros, estos pueden cubrir aspectos como son los bienes muebles e inmuebles de la empresa, nóminas y otros.

En conjunto, el renglón de seguros y fianzas puede representar del 1% al 4% del costo total de la obra.

### **5.5 Imprevistos**

Existe divergencia de criterios entre si se debe o no incluir dentro de los costos indirectos, el aspecto de “imprevistos”.

Categoricamente hay que reconocer que existen en todo trabajo de construcción, causas o elementos de costo que no pueden ser expresadas en números. No se pueden suprimir totalmente los errores, tanto en estimación como en proceso de ejecución.

No se puede predecir la magnitud de un posible accidente; no se pueden cubrir con seguros todas las posibles eventualidades, ni se pueden prever las demoras que causarán en la ejecución de las actividades. Elementos de este tipo constituyen el riesgo natural de la construcción, riesgo del mismo género que es inherente a cualquier otro orden de actividad económica.

El criterio correcto de estimación de imprevistos, consistirá pues, en tratar de presuponer con alguna base razonable, los cargos de previsión para el mayor número posible de contingencias, reduciendo a un mínimo aceptable el factor marginal que se supone servirá para cubrir en alguna proporción los riesgos verdaderamente imprevisibles.

El analista de precios unitarios, no es alguien que pueda prever los gastos de fuerza mayor, tales como ciclones y fenómenos telúricos; de querer preverlos, tendría que tomar tales factores de seguridad, que sus presupuestos serían muy elevados, y lo pondrían fuera de competencia en el mercado.

Podemos anotar como causa de costos imprevistos ciertas demoras y suspensiones de trabajo por conflictos obrero-patronales, atrasos en la procuración de materiales, mano de obra y equipo o escasez de dichos elementos, accidentes, modificaciones al proyecto, erogaciones extras por extravíos, robos y pérdidas, errores y omisiones en presupuestos y programas, etc.

En resumen, podemos concluir que el porcentaje con que se exprese el efecto de los imprevistos dentro de los costos indirectos, dependerá del grado de incertidumbre que se tenga respecto a todos y cada uno de los factores de costo de una obra.

En términos generales podemos considerar que los imprevistos representan entre un 2% y un 5% del costo directo total de una obra.

## 5.6 Financiamiento

Este es un factor de costo de vital importancia, cuya omisión o calculo erróneo, puede tener graves consecuencias en los resultados finales de una obra, ocasionando serias pérdidas.

En el artículo 183 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, se indica que el costo por financiamiento deberá estar representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos y corresponderá a los gastos derivados por la inversión de recursos propios o contratados, que realice el contratista para dar cumplimiento al programa de ejecución de los trabajos calendarizados y valorizados por períodos.

El procedimiento para el análisis, cálculo e integración del costo por financiamiento deberá ser fijado por cada dependencia o entidad.

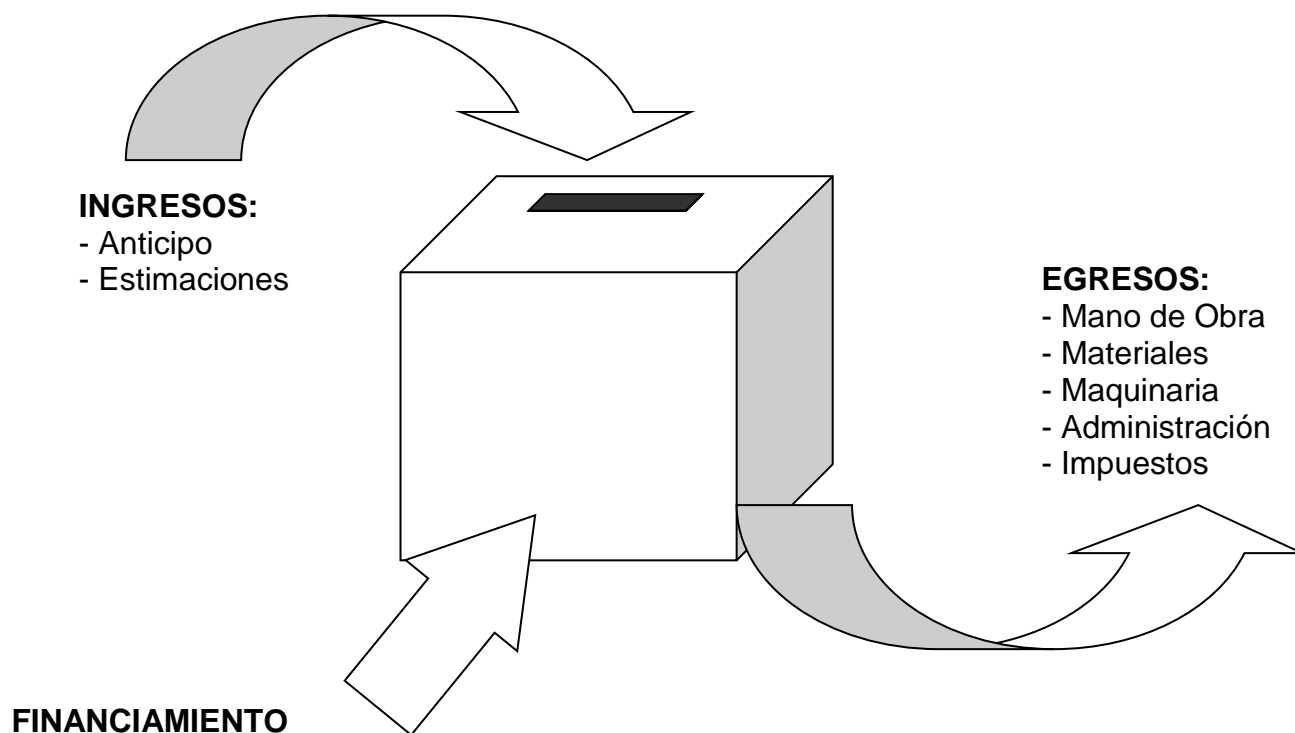
La manera conveniente de calcular el costo del financiamiento es mediante un “flujo de caja”, en el cual se registra, en función del tiempo, el programa de egresos y recuperaciones esperado.

Posteriormente, se obtienen las diferencias acumuladas, entre estos egresos e ingresos. Estas diferencias pueden ser cantidades positivas o negativas, por lo cual, para obtener el costo de financiamiento se multiplican por la tasa de interés que represente el costo o el producto financiero del dinero en el momento de efectuar el análisis.

El costo o producto financiero así obtenido, dividido entre la suma del costo directo más indirecto, nos proporciona el porcentaje que por este concepto debe afectar a todos y cada uno de los precios unitarios. El **cuadro No. 3**, muestra esquemáticamente la representación del flujo de caja.

Las tablas 20a, 20b y 20c muestran el procedimiento para el cálculo del financiamiento.





*Cuadro No. 3.- Representación gráfica del flujo de Caja*

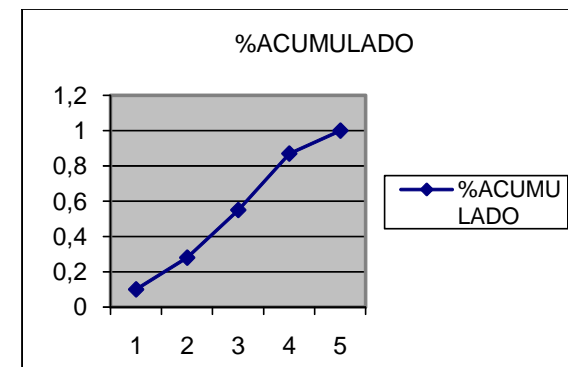
Para llevar a cabo el análisis, el contratista deberá fijar como referencia, la tasa de interés con base en un indicador económico específico (CETES, CPP, Tasa Interbancaria de Equilibrio, TIIE, etc.).

**CÁLCULO DEL COSTO DE FINANCIAMIENTO  
PRESUPUESTO:**

COSTO DIRECTO		\$ 5.000.000,00
INDIRECTOS	12,0%	\$ 600.000,00
SUMA 1		\$ 5.600.000,00
<b>FINANCIAMIENTO</b>	<b>1,00%</b>	<b>\$ 56.000,00</b>
SUMA 2		\$ 5.656.000,00
UTILIDAD	8,0%	\$ 452.480,00
IMPORTE		\$ 6.108.480,00

**1ª Iteración  
PROGRAMA DE OBRA:**

Mes	%	%ACUMULADO
1	10%	10%
2	18%	28%
3	27%	55%
4	32%	87%
5	13%	100%
SUMA	100%	



Factor de sobrecosto 1,2217

CONCEPTO		MESES								Suma
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Egresos:										
Costo Directo		\$ 500.000,00	\$ 900.000,00	\$ 1.350.000,00	\$ 1.600.000,00	\$ 650.000,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5.000.000,00
Indirectos		\$ 60.000,00	\$ 108.000,00	\$ 162.000,00	\$ 192.000,00	\$ 78.000,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 600.000,00
Suma Egresos		\$ 560.000,00	\$ 1.008.000,00	\$ 1.512.000,00	\$ 1.792.000,00	\$ 728.000,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5.600.000,00
Ingresos										
Anticipo	30%	\$ 1.832.544,00								\$ 1.832.544,00
Estimaciones		\$ -	\$ -	\$ 610.848,00	\$ 1.099.526,40	\$ 1.649.289,60	\$ 1.954.713,60	\$ -	\$ 794.102,40	\$ 6.108.480,00
Amortiza. Anticipo		\$ -	\$ -	-183.254,40	-329.857,92	-494.786,88	-586.414,08	\$ -	-238.230,72	-1.832.544,00
Suma ingresos		\$ 1.832.544,00	\$ -	\$ 427.593,60	\$ 769.668,48	\$ 1.154.502,72	\$ 1.368.299,52	\$ -	\$ 555.871,68	\$ 6.108.480,00
I-E		\$ 1.272.544,00	-\$ 1.008.000,00	-\$ 1.084.406,40	-\$ 1.022.331,52	\$ 426.502,72	\$ 1.368.299,52	\$ -	\$ 555.871,68	
I-E acumulados		\$ 1.272.544,00	\$ 264.544,00	-\$ 819.862,40	-\$ 1.842.193,92	-\$ 1.415.691,20	-\$ 47.391,68	-\$ 47.391,68	\$ 508.480,00	
Costo Financiero	3,00%	\$ 38.176,32	\$ 7.936,32	-\$ 24.595,87	-\$ 55.265,82	-\$ 42.470,74	-\$ 1.421,75	-\$ 1.421,75	\$ 15.254,40	-\$ 63.808,89
Porcentaje de financiamiento										1,14%

Tabla No. 20-a.- Cálculo del costo de financiamiento, primera iteración.

**CÁLCULO DEL COSTO DE FINANCIAMIENTO**

**PRESUPUESTO:**

COSTO DIRECTO		\$ 5,000,000.00
INDIRECTOS	12.0%	\$ 600,000.00
SUMA 1		\$ 5,600,000.00
FINANCIAMIENTO	1.14%	\$ 63,840.00
SUMA 2		\$ 5,663,840.00
UTILIDAD	8.0%	\$ 453,107.20
IMPORTE		\$ 6,116,947.20

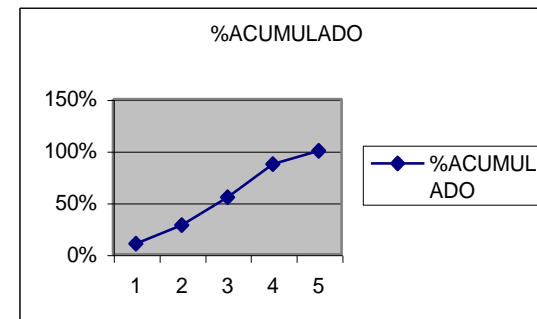
Factor de sobrecosto

1.2234

**2ª Iteración**

**PROGRAMA DE OBRA:**

Mes	%	%ACUMULADO
1	10%	10%
2	18%	28%
3	27%	55%
4	32%	87%
5	13%	100%
SUMA	100%	



CONCEPTO		MESES								Suma
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Egresos:										
Costo Directo		\$ 500,000.00	\$ 900,000.00	\$ 1,350,000.00	\$ 1,600,000.00	\$ 650,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,000,000.00
Indirectos		\$ 60,000.00	\$ 108,000.00	\$ 162,000.00	\$ 192,000.00	\$ 78,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 600,000.00
Suma Egresos		\$ 560,000.00	\$ 1,008,000.00	\$ 1,512,000.00	\$ 1,792,000.00	\$ 728,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,600,000.00
Ingresos										
Anticipo	30%	\$ 1,835,084.16								\$ 1,835,084.16
Estimaciones		\$ -	\$ -	\$ 611,694.72	\$ 1,101,050.50	\$ 1,651,575.74	\$ 1,957,423.10	\$ -	\$ 795,203.14	\$ 6,116,947.20
Amortiza. Anticipo		\$ -	\$ -	-183,508.42	-330,315.15	-495,472.72	-587,226.93	\$ -	-238,560.94	-1,835,084.16
Suma ingresos		\$ 1,835,084.16	\$ -	\$ 428,186.30	\$ 770,735.35	\$ 1,156,103.02	\$ 1,370,196.17	\$ -	\$ 556,642.20	\$ 6,116,947.20
I-E		\$ 1,275,084.16	-\$ 1,008,000.00	-\$ 1,083,813.70	-\$ 1,021,264.65	\$ 428,103.02	\$ 1,370,196.17	\$ -	\$ 556,642.20	
I-E acumulados		\$ 1,275,084.16	\$ 267,084.16	-\$ 816,729.54	-\$ 1,837,994.19	-\$ 1,409,891.17	-\$ 39,695.00	-\$ 39,695.00	\$ 516,947.20	
Costo Financiero	3.00%	\$ 38,252.52	\$ 8,012.52	-\$ 24,501.89	-\$ 55,139.83	-\$ 42,296.74	-\$ 1,190.85	-\$ 1,190.85	\$ 15,508.42	-\$ 62,546.68
Porcentaje de financiamiento										1.12%

Tabla No. 20-b.- Cálculo del costo de financiamiento, segunda iteración.

**CÁLCULO DEL COSTO DE FINANCIAMIENTO**

**PRESUPUESTO:**

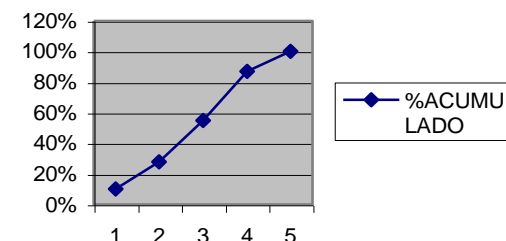
COSTO DIRECTO		\$ 5,000,000.00
INDIRECTOS	12.0%	\$ 600,000.00
SUMA 1		\$ 5,600,000.00
<b>FINANCIAMIENTO</b>	<b>1.12%</b>	<b>\$ 62,720.00</b>
SUMA 2		\$ 5,662,720.00
UTILIDAD	8.0%	\$ 453,017.60
IMPORTE		\$ 6,115,737.60

**3ª iteración**

**PROGRAMA DE OBRA:**

Mes	%	%ACUMULADO
1	10%	10%
2	18%	28%
3	27%	55%
4	32%	87%
5	13%	100%
SUMA	100%	

**%ACUMULADO**



Factor de sobrecosto 1.2231

CONCEPTO		MESES								Suma
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Egresos:										
Costo Directo		\$ 500,000.00	\$ 900,000.00	\$ 1,350,000.00	\$ 1,600,000.00	\$ 650,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,000,000.00
Indirectos		\$ 60,000.00	\$ 108,000.00	\$ 162,000.00	\$ 192,000.00	\$ 78,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 600,000.00
Suma Egresos		\$ 560,000.00	\$ 1,008,000.00	\$ 1,512,000.00	\$ 1,792,000.00	\$ 728,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,600,000.00
Ingresos										
Anticipo	30%	\$ 1,834,721.28								\$ 1,834,721.28
Estimaciones		\$ -	\$ -	\$ 611,573.76	\$ 1,100,832.77	\$ 1,651,249.15	\$ 1,957,036.03	\$ -	\$ 795,045.89	\$ 6,115,737.60
Amortiza. Anticipo		\$ -	\$ -	\$ -183,472.13	\$ -330,249.83	\$ -495,374.75	\$ -587,110.81	\$ -	\$ -238,513.77	\$ -1,834,721.28
Suma ingresos		\$ 1,834,721.28	\$ -	\$ 428,101.63	\$ 770,582.94	\$ 1,155,874.41	\$ 1,369,925.22	\$ -	\$ 556,532.12	\$ 6,115,737.60
I-E		\$ 1,274,721.28	\$ -1,008,000.00	\$ -1,083,898.37	\$ -1,021,417.06	\$ 427,874.41	\$ 1,369,925.22	\$ -	\$ 556,532.12	
I-E acumulados		\$ 1,274,721.28	\$ 266,721.28	\$ 817,177.09	\$ 1,838,594.15	\$ 1,410,719.74	\$ 40,794.52	\$ 40,794.52	\$ 515,737.60	
Costo Financiero	3.00%	\$ 38,241.64	\$ 8,001.64	\$ 24,515.31	\$ 55,157.82	\$ 42,321.59	\$ 1,223.84	\$ 1,223.84	\$ 15,472.13	\$ 62,727.00
Porcentaje de financiamiento										1.12%

Tabla No. 20-c.- Cálculo del costo de financiamiento, tercera iteración.

## 5.7 Utilidad

Al tratar este tema, nos introducimos en un campo en el que cada empresa debe determinarse libremente, sin más limitaciones que las que le fijan sus obligaciones para consigo misma y para la sociedad.

Concebida la empresa como una entidad de servicio, sus obligaciones en el campo de lo económico y en el campo de lo social son: supervivencia y mejoramiento, continuidad y desarrollo. Las utilidades tienen entonces un mínimo obligado que es aquel que hace posible el cumplimiento de esta doble función.

Por otra parte, dentro de nuestro régimen de empresa libre y de economía privada, el capital tiene un papel generador. Al desempeñarlo asume un riesgo. Es pues de conveniencia social y de justicia evidente que el empresario tenga una remuneración equitativa.

En la determinación de la utilidad, las empresas deben considerar el pago de impuestos a que están sujetas, así como el efecto de la inflación, mismo que las leyes hacendarias de nuestro país toman en cuenta. Asimismo, la participación que de ella deben hacer, por ley, a los trabajadores.

En estas condiciones, la utilidad bruta a considerar en los análisis de precios unitarios es:

$$\text{Utilidad Bruta} - \text{Impuestos} \times \text{Utilidad Bruta} = \text{Utilidad Neta}$$

Si consideramos como impuestos el de la renta (ISR) y la participación de los trabajadores en las utilidades (PTU), despejando la utilidad bruta se tiene:

$$\text{Utilidadbruta} = \frac{\text{Utilidadneta}}{1 - (\text{ISR} + \text{PTU})}$$

El porcentaje de utilidad se aplica a la suma del costo directo total, más los costos indirectos, más el costo de financiamiento.

Quedó claro en el párrafo anterior que el criterio de evaluación más significativo es el basado en el grado de riesgo a que estará sujeto el contratista.

Otros factores circunstanciales pueden ser el grado de dificultad técnica de la obra, localización de la misma, plazo en que deba ejecutarse, magnitud, complejidad, etc. Es

común en nuestro medio y dadas circunstancias normales, que el porcentaje de utilidad, oscile entre un 8% y un 12%.

**NOTA.-** Se recomienda consultar el libro *“La determinación técnica de la utilidad”* del Ing. Carlos Suárez Salazar, editorial Noriega Limusa.

## 5.8 Cargos adicionales

Los cargos adicionales son las erogaciones que debe realizar el contratista, por estar convenidas como obligaciones adicionales o porque derivan de un impuesto o derecho que se cause con motivo de la ejecución de los trabajos y que no forman parte de los costos directos e indirectos y por financiamiento, ni del cargo por utilidad.

Son los correspondientes a las erogaciones que realiza el contratista por estipularse expresamente en el contrato de obra como obligaciones adicionales, y que no están comprendidos dentro de los cargos directos ni en los indirectos ni en la utilidad. Estos cargos siempre representan un porcentaje del precio unitario, ya que en general gravitan directamente sobre el importe total de los contratos.

Entre estos cargos se pueden mencionar:

- a) El pago de los derechos de inspección de obras públicas, que ejerce la Secretaría de la Función Pública y que paga toda empresa constructora cuando contrata con organismos gubernamentales; corresponde al 0.5% del importe total contratado.
- b) El pago de la capacitación de los trabajadores que mediante convenios pagan las empresas constructoras que realizan obras para el sector oficial y, que corresponde al 0.2% del importe total del contrato.
- c) Los pagos de impuestos estatales y municipales, que pagan las empresas constructoras cuando realizan obras en provincia.
- d) Inspecciones que realiza la entidad contratante y que corresponde a un porcentaje de la obra ejecutada\*.
- e) Aportaciones a Colegios\*.

\*Por ejemplo, estos cargos son aplicables para obras del gobierno del Distrito Federal.

Es importante hacer notar que las deducciones anteriores se aplican sobre el precio de venta al momento de facturar, por ello, debemos recordar la estructura del precio unitario en la formulación del presupuesto final.

Supongamos los siguientes datos:

COSTO DIRECTO	\$1,000,000.00
COSTO INDIRECTO (15%)	\$ 150,000.00
Subtotal 1	\$1,150,000.00
COSTO DE FINANCIAMIENTO (1%)	\$ 11,500.00
Subtotal 2	\$1,161,500.00
UTILIDAD (10%)	\$ 116,150.00
Subtotal 3	\$1,277,650.00
Cargos adicionales (3.7%)	\$ 49,089.36
Precio de venta	<b>\$1,326,739.36</b>

Sabemos que:

Precio de venta - cargos adicionales sobre el precio de venta = Subtotal 3

Usando abreviaturas:

$PV - \%CAC \times PV = \text{Subtotal 3}$

$$PV = \frac{\text{Subtotal 3}}{1 - \%CAC}$$

Como:

Cargos adicionales = Precio de venta - Subtotal 3

Entonces:

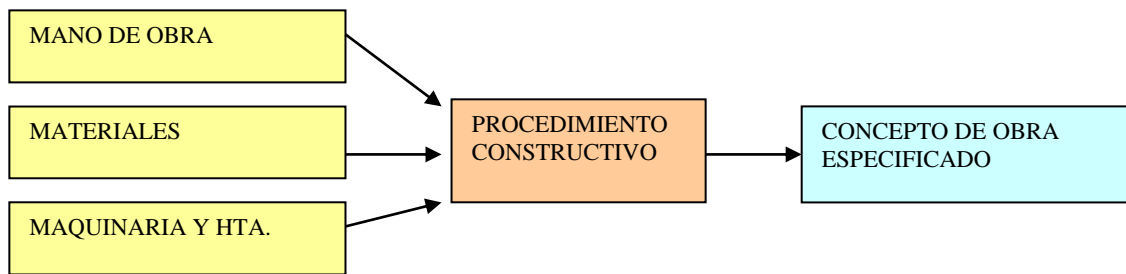
$$\text{Cargos adicionales} = \frac{\text{Subtotal 3}}{1 - \%CAC} - \text{Subtotal 3}$$

En el ejemplo, suponiendo que C.A.C. = 3.7%:

$$\text{Cargos adicionales} = \frac{1,277,650.00}{1 - 0.037} - \$1,277,650.00 = \$49,089.36$$

### 5.9 Sugerencia para el cálculo de precios unitarios

Es conveniente que, durante el proceso del cálculo de precios unitarios, se tenga en mente que, para cualquier concepto de obra especificado, por muy simple o complejo que sea, siempre se tendrá un procedimiento constructivo con la participación de uno, dos o tres insumos: mano de obra, materiales y maquinaria y herramienta. Eventualmente alguno de estos insumos puede tener a su vez el mismo tratamiento esto es, un procedimiento constructivo con sus insumos correspondientes, tal es el caso, por ejemplo, del concepto *losa de concreto*, donde uno de los insumos es precisamente el concreto que, si es hecho en obra, tendrá a su vez como insumos los materiales (cemento, arena, grava y agua), la mano de obra (cuadrilla de personas que fabrican el concreto) y la maquinaria y herramienta (revolvedora para fabricar el concreto, palas y carretillas).



### 5.10 Ejemplos Ejemplo No. 5.10.1





### Análisis de precio unitario

**Concepto:** Concreto reforzado en losas de 10 cm de espesor, de  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  R.R., premezclado, incluye acero de alta resistencia  $f's = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , cimbra y descimbra, acabado común. **Unidad:**  $\text{m}^2$

Datos Básicos:

Volumen de concreto por $\text{m}^2$ losa	= $0.10 \text{ m}^3$
Kilos de acero por $\text{m}^2$ de losa	= $7.50 \text{ kg/m}^2$ (varía entre 6 y 10)
Altura de la cimbra	= $2.50 \text{ m}$
Acabado de losa	= Común
Altura de colado	= $5.00 \text{ m}$ (segundo nivel)
Curado de concreto	= Se utilizará agua de pipa

El análisis lo podemos separar en tres aspectos:

- I. Concreto
- II. Acero de refuerzo
- III. Cimbra

#### I. Concreto

- Material (concreto),
- Colocación: mano de obra para carga a botes, acarreo, colocación propiamente dicha y vibrado.
- Herramienta.
- Equipo para vibrado

Material:

##### a) Concreto

Costo material por  $\text{m}^3$  puesto en obra Ejemplo 2.13.2): = \$1,336.87

Volumen necesario por  $\text{m}^2$  de losa =  $0.10 \text{ m}^3$

Concreto por  $\text{m}^2$  de losa =  $0.10 \times 1,336.87 = \$ 133.69$

Agua para curado de concreto =  $5 \text{ l/m}^2 \times \$0.18/\text{l} = \$ 0.90$

**TOTAL concreto incluyendo agua para curado = \$ 134.59**

b) Colocación (mano de obra)

Personal necesario para un rendimiento efectivo de 30 m<sup>3</sup> por jornada (jornada = 8 horas x 75% de eficiencia = 6 horas diarias).

2 oficiales albañiles	x	\$ 427.01	= \$	854.02
2 peones carga a botes	x	\$ 289.82	= \$	579.64
15 peones en acarreo	x	\$ 289.82	= \$	4,347.30
3 peones en descarga y acomodo	x	\$ 289.82	= \$	869.46
Suma por turno			\$	<b>6,650.42</b>

$$\text{Colocación por m}^3 = \$ 6,650.42 / 30 = \$ 221.68 / \text{m}^3$$

$$\text{Colocación por m}^2 \text{ de losa} = \$ 221.68 \times 0.10 = \$ 22.17$$

c) Herramienta

Se acostumbra representarla como un porcentaje de la mano de obra, varía aproximadamente entre 3 y 6%. Para el presente caso se tomará un 5%.

$$\text{Herramienta por m}^2 \text{ de losa} = 0.05 \times \$22.17 = \$ 1.11$$

d) Vibrado

$$\text{Costo hora máquina incluyendo operación} = \$76.98$$

El rendimiento de vibrado está sujeto al rendimiento de colocación, es decir: 30 m<sup>3</sup>/jornada, entre 6 horas efectivas que se trabajan en cada jornada = 5m<sup>3</sup>/h. Por otra parte, se requieren 2 vibradores. (necesarios para poder atacar distintas zonas de colado y prevención de descomposturas).

$$\text{Vibrado por m}^2 \text{ de losa} = 2 \times \$76.98 / 5.00 \text{ m}^3 \times 0.10 \text{ m}^3 / \text{m}^2 = \$ 3.08$$

Resumen concreto por m<sup>2</sup> de losa:

Concreto premezclado	\$ 134.59
Mano de obra colocación	\$ 22.17
Herramienta	\$ 1.11
Vibrado	\$ 3.08
<b>SUMA</b>	<b>\$ 160.95</b>

## II. Acero de refuerzo

- Material
- Mano de obra
- Herramienta

Material:

### a) Acero de Refuerzo

Costo del material puesto en obra por tonelada = \$ 10,000.00

Cantidad de acero de refuerzo necesario por m<sup>2</sup> de losa = 7.50 kg

Considerando un desperdicio del 10%,  $C = 7.50 \times 1.10 = 8.25 \text{ kg/m}^2$

Cantidad de alambre recocido necesario por m<sup>2</sup> de losa = 0.225 kg (inc. desperdicio)

Material por m<sup>2</sup> de losa:

Acero de refuerzo	=	\$ 10.00	x	8.25	=	\$ 82.50
Alambre recocido	=	\$ 10.00	x	0.225	=	<u>\$ 2.25</u>

**Costo del material por m<sup>2</sup> de losa = \$ 84.75**

### b) Mano de Obra (corte, habilitado y colocación):

Costo de mano de obra por tonelada (ver ejemplo 3.10.2 mano de obra) = \$4,446.30

**Mano de obra por m<sup>2</sup> de losa = (\$ 4,446.30/1000) X 7.50 = \$ 33.35**

### c) Herramienta:

Varía entre 2% y 5%; usaremos: 5%

Resumen acero de refuerzo por m<sup>2</sup> de losa:

Material	\$ 84.75
Mano de obra	\$ 33.35
Herramienta (5%)	\$ 1.67
<b>SUMA</b>	<b>\$ 119.77</b>

### III. Cimbra

- Materiales
- Mano de obra
- Herramienta

Materiales:

Daremos cantidades aproximadas de madera, clavo y aceite quemado o diesel, necesarios por metro cuadrado de losa, sin incluir trabes.

Madera: Número de pies tablón necesarios:

Descripción		P.T.	Usos	P.T. Final
Duela: Tablero, superficie de contacto	3.28' x 3.28' x 1" =	10.76	4	2.69
Polín 3 1/2" x 3 1/2": Largueros en ambos sentidos a cada 80 cm	3" x (4"/12) x 3.28' x 1.25 x 2 =	8.20	8	1.03
Polín 4" x 4": Pies derechos a cada 1.25m	(4" x 4" x 8 1/4'/12) x 0.80 =	8.80	8	1.10
Contraventeo de pies derechos	Consideramos 10%			0.11
Calzas, uniones, etc. (estimado)				0.50
<b>SUMA</b>				<b>5.42</b>

Por lo cual:

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe
Madera	P.T.	5.42	\$ 7.50	\$ 40.65
Clavo	kg	0.20	\$ 20.00	\$ 4.00
Alambre recocido	kg	0.10	\$ 10.00	\$ 1.00
Desmoldante	l	0.50	\$ 30.00	\$ 15.00
			<b>SUMA</b>	<b>\$ 60.65</b>

Integrando el costo de los materiales al costo de la mano de obra y herramienta determinado en el ejemplo 3.10.3:

Resumen costo de la cimbra:

Materiales	\$	60.65
Mano de obra	\$	126.60
Herramienta(5%)	\$	6.33
<b>SUMA</b>	<b>\$</b>	<b>193.58</b>

Resumen final:

Costo directo por metro cuadrado de losa utilizando concreto premezclado

CONCEPTO	IMPORTE	%
Concreto	\$ 160.95	33.93%
Acero de refuerzo	\$ 119.77	25.25%
Cimbra	\$ 193.58	40.81%
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$ 474.30</b>	<b>100.00%</b>

Obtención del precio unitario:

Aplicando los porcentajes de indirectos, financiamiento, utilidad y cargos adicionales al costo directo, obtenemos el precio unitario.

<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>\$ 474.30</b>
Porcentaje de indirectos:		
Por administración central	5.00%	\$ 23.72
Por administración de obra	7.00%	\$ 33.20
Subtotal		\$ 531.22
Por financiamiento	0.30%	\$ 1.59
Subtotal		\$ 532.81
Utilidad	8.00%	\$ 42.62
Subtotal		\$ 575.43
Cargos adicionales (3.5%)	3.627%	\$ 20.87
<b>PRECIO UNITARIO</b>		<b>\$ 596.31</b>

Es costumbre presentar los precios unitarios en formatos como el que se muestra en la siguiente página, a estos formatos se les conoce como matrices, análisis o tarjetas de precios unitarios.

EMPRESA, S.A DE C.V

Dependencia:

Concurso:

Obra:

### ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:

Unidad:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo en obra	Importe	%
						\$ -	
						\$ -	
						\$ -	
						\$ -	
						\$ -	
						\$ -	
Subtotal materiales						\$ -	

MANO DE OBRA	Clave	Categoría	Unidad	/ Rendimiento	Salario Real	Importe	%
						\$ -	
						\$ -	
						\$ -	
Subtotal mano de obra						\$ -	

EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	/ Rendimiento	Costo horario	Importe	%
						\$ -	
						\$ -	
		Herramienta	%				
Subtotal equipo y herramienta						\$ -	

COSTOS DIRECTO	\$ -
% INDIRECTOS	\$ -
<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
% FINANCIAMIENTO	\$ -
<b>SUBTOTAL</b>	\$ -
UTILIDAD	\$ -
<b>TOTAL</b>	\$ -
CARGOS ADICIONALES	\$ -
<b>PRECIO UNITARIO</b>	\$ -

### Ejemplo 5.10.2

Como variante del ejemplo 5.9.1, obtengamos, el costo del concreto, utilizando elementos propios de la obra, adquiriendo los materiales necesarios.

Concreto hecho en obra, de  $f'c = 200 \text{ kg} / \text{cm}^2$ .      Unidad =  $\text{m}^3$

Datos Básicos:

Equipo: Revolvedora 1S; costo horario = **\$85.36**

Rendimiento horario:  $1.5 \text{ m}^3$  (varía según el personal que se emplee, la resistencia del concreto y las condiciones de trabajo).

#### 1. Materiales:

Cemento R.R. Costo / ton = \$ 1,972.41

Cantidad de cemento requerida por  $\text{m}^3 = 350 \text{ kg}$

Costo del cemento por metro cúbico de concreto =  $\$1,972.41 \times 0.350 \text{ ton} = \textbf{\$ 690.34}$

Costo agregado por  $\text{m}^3 = \$ 230.00$

Volumen de agregado por  $\text{m}^3$  incluyendo desperdicio =  $1.20 \text{ m}^3$

Costo del agregado por metro cúbico de concreto =  $\$230.00 \times 1.20 = \textbf{\$ 276.00}$

Costo del agua de pipa por  $\text{m}^3 = \$180.00$

Cantidad de agua para elaborar un metro cúbico de concreto =  $0.234 \text{ m}^3$

Costo del agua por metro cúbico de concreto =  $\$180.00 \times 0.234 = \textbf{\$ 42.12}$

Sumando:

**Costo de materiales por metro cúbico = \$1,008.46**

#### 2. Mano de Obra:

Fabricación

Personal necesario:

7 peones

Salario real = \$ 289.82

Suma por turno = \$ 2,028.74

Costo por hora de la cuadrilla,

Considerando un rendimiento de  $9 \text{ m}^3$  por jornada de 6 horas efectivas:

Costo de fabricación =  $\$2,028.74/9 = \$225.42$

**Costo de mano de obra por metro cúbico = \$ 225.42**

### 3. Equipo y herramienta

Herramienta (consideramos 5%) =  $0.05 \times \$225.42 = \$ 11.27$

Revolvedora por  $\text{m}^3$  incluyendo operación =  $\$ 85.36 / 1.5 = \$ 56.91$

Sumando:

Materiales	\$ 1,008.46
Mano de Obra	\$ 225.42
Equipo	\$ 56.91
Herramienta	\$ 11.27
SUMA	\$ 1,302.06

**COSTO CONCRETO POR  $\text{m}^3$  HECHO EN OBRA = \$ 1,302.06**

Con los datos del ejemplo anterior integremos el nuevo resumen del costo por  $\text{m}^2$  de losa con concreto hecho en obra.

Concreto	\$ 130.21
Curado	\$ 0.90
Colocación	\$ 22.17
Herramienta	\$ 1.11
Vibrado	\$ 3.08
<b>SUMA</b>	<b>\$ 157.47</b>



Tomando los mismos datos que en el ejemplo 5.9.1 para los conceptos de acero de refuerzo y cimbra, el costo directo resulta:

Concreto	\$	157.47
Acero de refuerzo	\$	119.77
Cimbra	\$	193.58
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$</b>	<b>470.82</b>

Obtención del precio unitario de concreto por metro cuadrado de losa, con concreto  $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$  hecho en obra, considerando los mismos porcentajes de indirectos y utilidad, que en el ejemplo anterior.

<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>\$ 470.82</b>
Porcentaje de indirectos:		
Por administración central	5.00%	\$ 23.54
Por administración de obra	7.00%	\$ 32.96
Subtotal		\$ 527.32
Por financiamiento	0.30%	\$ 1.58
Subtotal		\$ 528.90
Utilidad	8.00%	\$ 42.31
Subtotal		\$ 571.21
Cargos adicionales (3.5%)	3.627%	\$ 20.72
<b>PRECIO UNITARIO</b>		<b>\$ 591.93</b>

### **EJEMPLO No. 5.10.3 Análisis de precio unitario**

**Concepto: Formación de terraplén compactado al 95% proctor estándar con material arcilloso. Incluye extracción, carga mecánica, acarreo, tendido y compactación. Volumen medido compacto**

**Unidad:** m<sup>3</sup><sub>compacto</sub>



Datos Básicos:

El terreno es ejidal por lo que hay que dar a los ejidatarios una iguala de \$6.00 por cada m<sup>3</sup> medido en banco. El coeficiente de abundamiento ( $V_s/V_b$ ) es igual a 1.25 y el de reducción es de 0.80 ( $V_c/V_b$ ).

El material arcilloso es de buena calidad y se encuentra depositado en un banco a 8 km del lugar de su utilización, medianamente consolidado y corresponde a un material tipo II.

El concepto incluye las siguientes actividades:

- a) Extracción, carga y acarreo de material arcilloso
  - b) Tendido de material en capas de 20 cm, para formar terraplén, y
  - c) Incorporación de agua y compactación
- 
- a) Extracción, carga y acarreo de material
    - a-1) Extracción y carga a camión con retroexcavadora

Costo horario retroexcavadora = \$ 547.82

Capacidad del cucharón =  $1\frac{1}{2} \text{ yd}^3 = 1.15 \text{ m}^3$

Coefficiente de llenado = 1.10

Volumen real del cucharón lleno:  $1.15 \text{ m}^3 \times 1.10 = 1.27 \text{ m}^3$

Duración del ciclo de extracción y carga

Llenado del cucharón	12 seg
Giro con cucharón lleno	6 seg
Descarga	5 seg
Giro con cucharón vacío	5 seg
Acopio de material suelto	8 seg
Espera por acomodo de camión	10 seg
Tiempos muertos	6 seg
	-----
SUMA	52 seg

Número de ciclos por hora =  $3600/52 = 69$  ciclos

Rendimiento de extracción y carga (material medido suelto)  $69 \text{ ciclos} / \text{h} \times 1.27 \text{ m}^3 = 87.63 \text{ m}^3_{\text{suelto}} / \text{h}$

Costo de la extracción y carga (material medido suelto):

$$\$547.82 / 87.63 \text{ m}^3 / \text{h} = \$ 6.25$$

a-2) Acarreo del material suelto, en camión volteo, primer kilómetro

Costo horario del camión volteo = \$449.79

Capacidad de la caja de volteo =  $6.00 \text{ m}^3$

Coefficiente de llenado = 1.00

Volumen real de la caja llena =  $6.00 \times 1.00 = 6.00 \text{ m}^3$  sueltos

Duración del ciclo de ida y regreso durante el primer kilómetro incluye tiempos de carga, descarga y acomodo

Ida: lleno a 20 km/h	$1 \text{ km} / 20 \text{ km} / \text{h} \times 60 \text{ min} / \text{h} = 3.0 \text{ min}$
Regreso: vacío a 30 km/h	$1 \text{ km} / 30 \text{ km} / \text{h} \times 60 \text{ min} / \text{h} = 2.0$
min	
Tiempo de carga	$6 \text{ m}^3 / 87.6 \text{ m}^3 / \text{h} \times 60 \text{ min} / \text{h} = 4.0 \text{ min}$
Tiempo descarga	$= 1.0 \text{ min}$
Maniobras y acomodados	$= 2.0 \text{ min}$
	-----

-

SUMA

12.0

min

Rendimiento del acarreo en el primer kilómetro =  $6 \text{ m}^3 \times 60 \text{ min/h} / 12 \text{ min}$   
 $= 30 \text{ m}^3_{\text{suelto}} / \text{h}$

Costo del acarreo en el primer kilómetro (material medido suelto):

$$\$449.79 / 30 \text{ m}^3 / \text{h} = \$ \mathbf{14.99}$$

a-3) Acarreo del material para kilómetros subsecuentes al primero:

Duración del ciclo de ida y regreso:

Ida: lleno a  $30 \text{ km} / \text{h} = 1 \text{ km} / 30 \text{ km} \times 60 \text{ min} / \text{h} = 2.00 \text{ min}$

Regreso: vacío a  $35 \text{ km} / \text{h} = 1 \text{ km} / 35 \text{ km} / \text{h} \times 60 \text{ min} / \text{h} = 1.71 \text{ min}$

SUMA

3.71 min

Rendimiento del acarreo =  $6 \text{ m}^3 \times 60 \text{ min} / \text{h} / 3.71 \text{ min} = 97.03 \text{ m}^3 / \text{h}$

Costo del acarreo para km subsecuentes al primero (material medido suelto):

$$\$449.79 / 97.03 = \$ \mathbf{4.64}$$

Costo del acarreo para la distancia de 7 Km =  $\$4.64 \times 7 = \$ \mathbf{32.48}$

Resumen extracción, carga y acarreo del  $\text{m}^3$  de material arcilloso:

a-1	Iguala a ejidatarios	\$	4.80
a.2	Extracción y carga	\$	6.25
a-3	Acarreo 1er kilómetro	\$	14.99
a.4	Acarreo 7 kms subsecuentes	\$	32.48
<b>Costo material por <math>\text{m}^3</math> suelto</b>			
<b>puesto en obra</b>			
		\$	<b>58.52</b>
(Inc. Extracción, carga y acarreo)			

b) Tendido de material en capas de 20 cm para formar terraplenes

Costo horario motoconformadora = \$ 1,051.84

Tamaño de la cuchilla = 3.65 m

Coeficiente de inclinación a 30° = 0.87

Ancho efectivo 3.65 m x 0.87 = 3.18 m

Número de pasadas para extender  
una capa de 20 cm de material  
compactado (25 cm material suelto) = 6 pasadas

Velocidad promedio de la máquina por pasada = 5.2 km/h

Rendimiento del tendido del material:

$$5200 \text{ m} / \text{h} \times 3.18 \times 0.25 \text{ m} / 6 \text{ pasadas} = 689 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Costo del tendido del material (material medido suelto):

$$\$1051.84 / 689 \text{ m}^3 / \text{h} = \$ 1.53$$

c) Incorporación de agua y compactación

c-1) Incorporación de agua:

Costo horario de camión pipa de 8000 l = \$460.23

Ancho del múltiple de descarga = 3.00 m

Agua necesaria para compactación = 100 l/m<sup>3</sup>

Consumo de agua por metro lineal

Recorrido por la pipa = 100 l/m<sup>3</sup> x 0.25 m<sup>3</sup> / m x 3 m de ancho = 75 l/m

Recorrido del camión para descargar = 8000 l / 75 l / m = 106.67 m

Tiempo de vaciado si el camión viaja a 1 km / h:

$$106.67 \text{ m} / 1000 \text{ m} / \text{h} \times 60 \text{ min} / \text{h} = 6.40 \text{ min}$$

Ciclo de llenado y vaciado del camión incluyendo acarreo a 1 km

tiempo de llenado a razón de 4 l / seg = 8000 l / 240 l / min = 33.33 min

tiempo de vaciado = 6.40 min

Recorrido ida y vuelta a 1 km y acomodo (ver a-2) = 7.00 min

SUMA	<div style="border-top: 1px dashed black; display: inline-block; width: 100%;">46.73 min</div>
	(0.779 h)

Costo del agua por m<sup>3</sup> = \$460.23 X 0.779 h / 8 m<sup>3</sup> = \$ 44.81

Costo de la incorporación de agua por m<sup>3</sup> de terraplén = \$ 44.81 x 0.100  
m<sup>3</sup><sub>agua</sub>/m<sup>3</sup><sub>terraplén</sub> = **\$4.48**

#### c-2) Compactación del material con rodillo vibratorio

Costo horario del compactador vibratorio autopropulsado = **\$ 662.61**

Ancho del rodillo compactador = 2.14 m

Velocidad de paso del rodillo vibratorio = 2 km/h

Número de pasadas para alcanzar 95% proctor = 8 pasadas

Volumen compactado por hora (material suelto):

(2.14 m x 2000 m/h x 0.25 m / 8 pasadas) x 0.75 = 100.31 m<sup>3</sup><sub>suelto</sub>

Costo de compactación por metro cúbico de material suelto:

\$ 662.61 / 100.31 = **\$ 6.61**

Sumando ambos costos:

c-1) Incorporación de agua	\$	4.48
c-2) Compactación del material	\$	6.61
SUMA	\$	11.09

Resumen: Costo de la formación del terraplén, volumen medido suelto:

a) Extracción, carga y acarreo	\$ 58.52
b) Tendido del material	\$ 1.53
c) Incorporación de agua y compactación	\$ 11.09
COSTO POR m <sup>3</sup> SUELTO	\$ 71.14

Como el factor de abundamiento es de 1.25:

COSTO POR m <sup>3</sup> EN BANCO	\$ 88.93
-----------------------------------	----------

Y dado que el factor de compactación = 0.80, se tiene finalmente:

COSTO POR m <sup>3</sup> compacto	<b>\$ 111.16</b>
-----------------------------------	------------------

Obtención del precio unitario para formación de terraplén compactado al 95% próctor estándar con material arcilloso. Incluye extracción, carga mecánica, acarreo, tendido y compactado. Volumen medido compacto, considerando los mismos porcentajes de indirectos y utilidad, que en ejemplos anteriores.

Costo directo		\$ 111.16
Indirectos	12.00%	\$ 13.34
Subtotal		\$ 124.50
Financiamiento	0.30%	\$ 0.37
Subtotal		\$ 124.87
Utilidad	8.00%	\$ 9.99
Subtotal		\$ 134.86
Cargos adicionales (3.5%)	3.6270%	\$ 4.89
<b>Precio unitario</b>		<b>\$ 139.75</b>

**NOTA:** Como sugerencia, el profesor puede encargar a los alumnos analizar el costo del acarreo con camión para el 1er kilómetro, introduciendo en el tiempo de carga el concepto de costo horario de máquina inactiva

**EMPRESA, S.A DE C.V**

**Dependencia:**

**Concurso:**

**Obra:**

**ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO**

**Análisis:** 1

**Unidad:** m<sup>2</sup>

Concreto reforzado en losas de 10 cm de espesor, f'c= 200 kg/cm<sup>2</sup> premezclado, acero de refuerzo de alta resistencia f's= 4200 kg/cm<sup>2</sup>, incluye cimbra y descimbra.

MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Costo	Cantidad	Importe %	
		Concreto f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> premezclado	m <sup>3</sup>	\$ 1,336.87	0.10000	\$ 133.69	28.19%
		Agua para curado	lto	\$ 0.18	5.00000	\$ 0.90	0.19%
		Acero de refuerzo	kg	\$ 10.00	8.25000	\$ 82.50	17.39%
		Alambre recocido	kg	\$ 10.00	0.32500	\$ 3.25	0.69%
		Madera para cimbra	pt	\$ 7.50	5.42000	\$ 40.65	8.57%
		Clavo	kg	\$ 20.00	0.20000	\$ 4.00	0.84%
		Desmoldante	lto	\$ 30.00	0.50000	\$ 15.00	3.16%
<b>Subtotal materiales</b>						<b>\$ 279.99</b>	<b>59.03%</b>
MANO DE OBRA	Clave	Categoría	Unidad	Costo	Rendimiento	Importe %	
		Cuadrilla (2 of. Albañiles + 20 peones)	jor	\$ 6,650.42	0.003333	\$ 22.17	4.67%
		Cuadrilla fierros(ver ejemplo 3.10.2)	jor	\$ 889.26	0.037500	\$ 33.35	7.03%
		Cuadrilla carpinteros en cimbra	jor	\$ 873.08	0.125000	\$ 109.14	23.01%
		Cuadrilla carpinteros en descimbra	jor	\$ 873.08	0.020000	\$ 17.46	3.68%
<b>Subtotal mano de obra</b>						<b>\$ 182.11</b>	<b>38.40%</b>
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Costo	Rendimiento	Importe %	
		Vibrador para concreto	hr	\$ 76.98	0.040000	\$ 3.08	0.65%
		Herramienta	%	\$ 182.11	0.050000	\$ 9.11	1.92%
<b>Subtotal equipo y herramienta</b>						<b>\$ 12.18</b>	<b>2.57%</b>
<b>COSTOS DIRECTO</b>						<b>\$ 474.28</b>	<b>100.00%</b>
% INDIRECTOS						12.00%	\$ 56.91
<b>SUBTOTAL</b>						<b>\$ 531.20</b>	
% FINANCIAMIENTO						0.30%	\$ 1.59
<b>SUBTOTAL</b>						<b>\$ 532.8</b>	
UTILIDAD						8.00%	\$ 42.62
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 575.41</b>	
CARGOS ADICIONALES						3.627%	\$ 20.87
<b>PRECIO UNITARIO</b>						<b>\$ 596.28</b>	



<b>EMPRESA, S.A DE C.V</b>
<b>Dependencia:</b> <b>Concurso:</b> <b>Obra:</b>

**ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO**

**Análisis:** 2

**Unidad:** m<sup>2</sup>

Concreto reforzado en losas de 10 cm de espesor, f'c= 200 kg/cm<sup>2</sup> hecho en obra, acero de refuerzo de alta resistencia f's= 4200 kg/cm<sup>2</sup>, incluye cimbra y descimbra.

MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
		Concreto f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> (ver basico)	m <sup>3</sup>	\$ 1,302.07	0.10000	\$ 130.21	27.66%
		Agua para curado	lto	\$ 0.18	5.00000	\$ 0.90	0.19%
		Acero de refuerzo	kg	\$ 10.00	8.25000	\$ 82.50	17.52%
		Alambre recocido	kg	\$ 10.00	0.32500	\$ 3.25	0.69%
		Madera para cimbra	pt	\$ 7.50	5.42000	\$ 40.65	8.63%
		Clavo	kg	\$ 20.00	0.20000	\$ 4.00	0.85%
		Desmoldante	lto	\$ 30.00	0.50000	\$ 15.00	3.19%
<b>Subtotal materiales</b>						<b>\$ 276.51</b>	<b>58.73%</b>

MANO DE OBRA	Clave	Categoría	Unidad	Costo	Rendimiento	Importe	%
		Cuadrilla (2 of. Albañiles + 20 peones)	jor	\$ 6,650.42	0.003333	\$ 22.17	4.71%
		Cuadrilla fierros(ver ejemplo 3.11.2)	jor	\$ 889.26	0.037500	\$ 33.35	7.08%
		Cuadrilla carpinteros en cimbra	jor	\$ 873.08	0.125000	\$ 109.14	23.18%
		Cuadrilla carpinteros en descimbra	jor	\$ 873.08	0.020000	\$ 17.46	3.71%
<b>Subtotal mano de obra</b>						<b>\$ 182.11</b>	<b>38.68%</b>

EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Costo	Rendimiento	Importe	%
		Vibrador para concreto	hr	\$ 76.98	0.040000	\$ 3.08	0.65%
		Herramienta	%	\$ 182.11	0.050000	\$ 9.11	1.93%
<b>Subtotal equipo y herramienta</b>						<b>\$ 12.18</b>	<b>2.59%</b>

<b>COSTOS DIRECTO</b>		<b>\$ 470.81</b>	<b>100.00%</b>
% INDIRECTOS	12.00%	\$ 56.50	
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 527.31</b>	
% FINANCIAMIENTO	0.30%	\$ 1.58	
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 528.89</b>	
UTILIDAD	8.00%	\$ 42.31	
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 571.20</b>	
CARGOS ADICIONALES	3.627%	\$ 20.72	
<b>PRECIO UNITARIO</b>		<b>\$ 591.91</b>	

<b>EMPRESA, S.A DE C.V</b>
<b>Dependencia:</b> <b>Concurso:</b> <b>Obra:</b>

**ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO**

**Análisis:** Básico

**Unidad:** m<sup>3</sup>

Concreto F'c= 200 kg/cm<sup>2</sup>, hecho en obra.

MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
		Cemento	ton	\$ 1,972.41	0.35000	\$ 690.34	53.02%
		Agregados	m <sup>3</sup>	\$ 230.00	1.20000	\$ 276.00	21.20%
		Agua	m3	\$ 180.00	0.23400	\$ 42.12	4.18%
						\$ -	
						\$ -	
						\$ -	
<b>Subtotal materiales</b>						<b>\$ 1,008.46</b>	<b>77.45%</b>
MANO DE OBRA	Clave	Categoría	Unidad	Costo	Rendimiento	Importe	%
		Cuadrilla (7 peones)	jor	\$ 2,028.74	0.111116	\$ 225.43	17.31%
						\$ -	
						\$ -	
<b>Subtotal mano de obra</b>						<b>\$ 225.43</b>	<b>17.31%</b>
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Costo	Rendimiento	Importe	%
		Revolvedora 1 saco	hr	\$ 85.36	0.666667	\$ 56.91	4.37%
		Herramienta	%	\$ 225.43	0.050000	\$ 11.27	0.87%
<b>Subtotal equipo y herramienta</b>						<b>\$ 68.18</b>	<b>5.24%</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>\$ 1,302.07</b>	<b>100.00%</b>

<b>EMPRESA, S.A DE C.V</b>
Dependencia:
Concurso:
Obra:

**ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO**

**Análisis:**                      3

**Unidad:**    m<sup>3</sup>

Formación de terraplén compactado al 95% proctor estándar con material de banco arcilloso. Incluye extracción, carga mecánica, acarreo a 8 kilómetros, tendido y compactación.

MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
		Iguala a ejidatarios	m3	\$ 7.50	1.00000	\$ 7.50	
						\$ -	
						\$ -	
						\$ -	
						\$ -	
						\$ -	
						\$ -	
<b>Subtotal materiales</b>						<b>\$ 7.50</b>	

MANO DE OBRA	Clave	Categoría	Unidad	Costo	Rendimiento	Importe	%
						\$ -	
						\$ -	
						\$ -	
<b>Subtotal mano de obra</b>						<b>\$ -</b>	

EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Costo	Rendimiento	Importe	%
		Retroexcavadora en extracción y carga	hr	\$ 547.82	0.017831	\$ 9.77	9.42%
		Camion volteo en acarreo 1 er. km	hr	\$ 449.79	0.052083	\$ 23.43	22.60%
		Camion volteo en acarreo 7 km subsecuentes	hr	\$ 449.79	0.112830	\$ 50.75	48.96%
		Motoconformadora	hr	\$ 1,051.84	0.002268	\$ 2.39	2.30%
		Camion pipa 8000 litros	hr	\$ 460.23	0.015198	\$ 6.99	6.75%
		Compactador vibratorio	hr	\$ 662.61	0.015577	\$ 10.32	9.96%
<b>Subtotal equipo y herramienta</b>						<b>\$ 103.65</b>	<b>100.00%</b>

<b>COSTOS DIRECTO</b>		<b>\$ 111.15</b>	<b>100.00%</b>
% INDIRECTOS	12.00%	\$ 13.34	
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 124.48</b>	
% FINANCIAMIENTO	0.30%	\$ 0.37	
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 124.86</b>	
UTILIDAD	8.00%	\$ 9.99	
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 134.84</b>	
CARGOS ADICIONALES	3.627%	\$ 4.89	
<b>PRECIO UNITARIO</b>		<b>\$ 139.74</b>	

### **5.11 Integración de presupuestos**

El análisis de precios unitarios es una etapa importante en la integración de presupuestos de obra, pero no la única.

La formulación de un presupuesto se inicia a partir de que se dispone de un proyecto ejecutivo plasmado en un conjunto de planos con sus respectivas especificaciones de construcción. A partir de esta información, el analista de costos tiene que definir los diferentes tipos de trabajos que habrán de efectuarse, organizarlos y agruparlos en partidas que tengan cierta afinidad; por ejemplo, en una obra de edificación se pueden tener las siguientes partidas:

- I. Preliminares
- II. Cimentación
- III. Estructura
- IV. Albañilería
- V. Instalación Hidráulica
- VI. Instalación Sanitaria
- VII. Instalación Eléctrica
- VIII. Cancelería
- IX. Carpintería
- X. Pastas y Pinturas
- XI. Impermeabilización
- XII. Obra Exterior

Cada una de las partidas anteriores, debe a su vez detallarse en partes más pequeñas a las que se les denomina "conceptos de obra", que corresponden a la descripción precisa de cada uno de los trabajos que habrán de ejecutarse en campo.

Es importante destacar que, tanto la definición de las partidas presupuestales, como de los conceptos de obra, es cien por ciento convencional, ya que por ejemplo puede definirse un concepto de obra que sea: losa de concreto reforzado incluye cimbra y descimbra, cuya unidad de medición es el metro cuadrado (como el ejemplo presentado en el capítulo anterior) o bien, definir tres conceptos para el mismo trabajo:

- a) Cimbra y descimbra en losas,
- b) Acero de refuerzo en losas y
- c) Concreto en losas.

Las dos posibilidades son perfectamente válidas y factibles.

De acuerdo con lo anterior, tomando como ejemplo la partida II. Cimentación, los conceptos de obra pueden ser:

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD
<b>II. CIMENTACIÓN</b>		
II.1	Trazo y nivelación del terreno...	m <sup>2</sup>
II.2	Excavación en cepa...	m <sup>3</sup>
II.3	Plantilla de concreto pobre...	m <sup>2</sup>
II.4	Acero de refuerzo en cimentación...	Ton
II.5	Cimbra en cimentación acabado común...	m <sup>2</sup>
II.6	Concreto premezclado en cimentación...	m <sup>3</sup>
II.7	Relleno de cepas con material inerte...	m <sup>3</sup>
II.8	Acarreo de material producto de excavación...	m <sup>3</sup> -km

Definidos los conceptos de obra, la siguiente etapa corresponde a la cuantificación, con base en los planos, de cada uno de los conceptos, de acuerdo con la unidad de medición seleccionada.

Con las cantidades de cada uno de los conceptos definidos, se integra el "Catálogo de Conceptos" del cual se calcularán los precios unitarios para integrar el presupuesto.

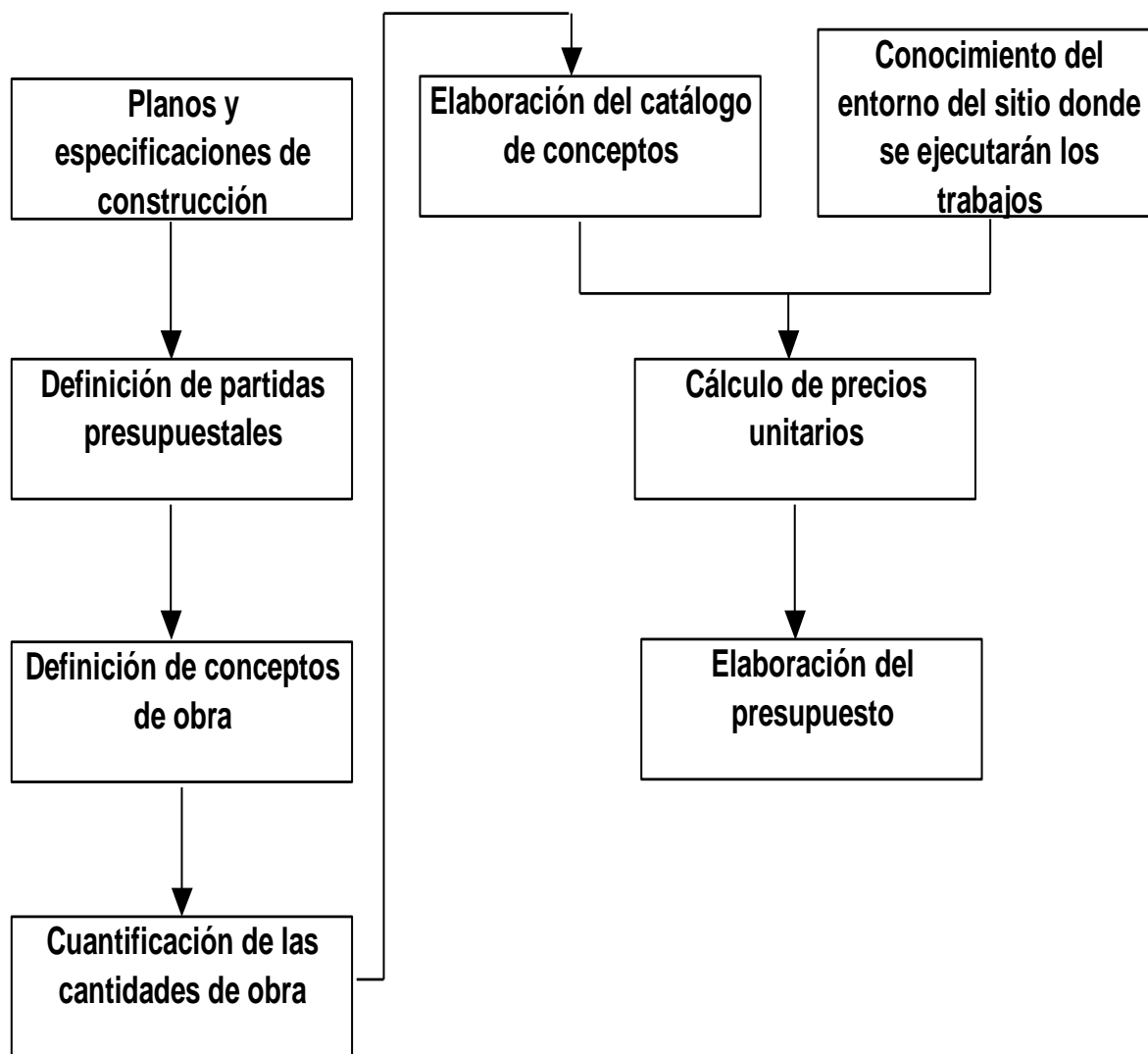
En los concursos de obra pública, es obligación de la dependencia o entidad convocante, proporcionar a los participantes el catálogo de conceptos para que sean ellos quienes analicen los precios unitarios correspondientes.

### CATÁLOGO DE CONCEPTOS

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
<b>II. CIMENTACIÓN</b>			
II.1	Trazo y nivelación del terreno...	m <sup>2</sup>	200.00
II.2	Excavación en cepa...	m <sup>3</sup>	132.00
II.3	Plantilla de concreto pobre...	m <sup>2</sup>	110.00
II.4	Acero de refuerzo en cimentación...	ton	5.75
II.5	Cimbra en cimentación acabado común...	m <sup>2</sup>	253.00
II.6	Concreto premezclado en cimentación...	m <sup>3</sup>	38.50
II.7	Relleno de cepas con material inerte...	m <sup>3</sup>	88.00
II.8	Acarreo de material producto de excavación...	m <sup>3</sup> -km	158.00

Una vez analizados los precios unitarios de cada uno de los conceptos de obra, se estará en posibilidad de obtener los importes de cada una de las partidas definidas con anterioridad y, al sumar los importes de todas las partidas, se tendrá el importe total de la obra, esto es, el presupuesto.

El **cuadro No. 4**, muestra la representación gráfica de los pasos descritos:



*Cuadro No. 4.- Diagrama de los pasos para la elaboración de un presupuesto*

## 5.12 Ajuste de costos

Es importante considerar la fecha en que el presupuesto ha sido calculado, ya que al presentarse incrementos en los costos de los insumos que intervienen en dicho presupuesto, habrá que realizar ajustes de los precios unitarios.

La Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, establece a este respecto lo siguiente:

Artículo 56.- Cuando a partir de la presentación de propuestas ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato que determinen un aumento o reducción de los costos de los trabajos aún no ejecutados conforme al programa pactado, dichos costos, cuando procedan, deberán ser ajustados atendiendo al procedimiento de ajuste de costos acordado por las partes en el contrato, de acuerdo con lo establecido por el artículo 57 de esta Ley. El aumento o reducción correspondientes deberá constar por escrito.

El artículo 57 de la propia Ley establece que el ajuste de costos podrá llevarse a cabo mediante cualesquiera de los siguientes procedimientos:

- I. La revisión de cada uno de los precios del contrato para obtener el ajuste;
- II. La revisión por grupo de precios que multiplicados por sus correspondientes cantidades de trabajo por ejecutar, representen cuando menos el ochenta por ciento del importe total faltante del contrato, y
- III. En el caso de trabajos en los que se tenga establecida la proporción en que intervienen los insumos en el total del costo directo de los mismos, el ajuste respectivo podrá determinarse mediante la actualización de los costos de los insumos que intervienen en dichas proporciones.

Complementando la disposición anterior, el Reglamento de la propia Ley establece en su artículo 153 que el ajuste por los incrementos o decrementos de los insumos correspondientes a los materiales, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción que integran los costos directos de los precios unitarios, en el procedimiento señalado en la fracción III del artículo 57 de la Ley, se determinará de conformidad con lo siguiente:

- I. Se establecerá el porcentaje de participación de los materiales, la mano de obra y la maquinaria y equipo de construcción de todos los precios unitarios que intervienen en cada tipo de obra;
- II. Se determinará el promedio de los índices aplicables a los insumos que intervienen en los precios unitarios del tipo de obra analizado, dividiendo el promedio de índices de esos insumos en el período de ajuste, entre el promedio de índices de esos mismos insumos en el período que corresponda a la fecha de presentación de proposiciones y apertura técnica;

El porcentaje de incremento o decremento se obtendrá con la siguiente expresión:

$$I = (P_m \times A_m) + (P_o \times A_o) + (P_q \times A_q) + \dots + (P_i \times A_i)$$

$$\text{Siempre que: } P_m + P_o + P_q + \dots + P_i = 1$$

Donde:

$I$  = Factor de incremento en el período en estudio por ajuste de costos, expresado en fracción decimal.

$P_m$  = Porcentaje de participación de los materiales con respecto al costo directo, expresado en fracción decimal.

$A_m$  = Cociente de índices promedio en el período de ajuste entre el promedio de índices en el período que corresponda a la fecha de presentación de proposiciones y apertura de la propuesta técnica, de los materiales que intervienen en el tipo de obra de que se trate.

$P_o$  = Porcentaje de participación de la mano de obra con respecto al costo directo, expresado en fracción decimal.

$A_o$  = Cociente de índices promedio en el período de ajuste entre el promedio de índices en el período que corresponda a la fecha de presentación de proposiciones y apertura de la propuesta técnica, de la mano de obra que interviene en el tipo de obra de que se trate.

$P_q$  = Porcentaje de participación de la maquinaria y equipo de construcción con respecto al costo directo, expresado en fracción decimal.



$A_q$  = Cociente de índices promedio en el período de ajuste entre el promedio de índices en el período que corresponda a la fecha de presentación de proposiciones y apertura de la propuesta técnica, de la maquinaria y equipo de construcción que interviene en la obra tipo de que se trate.

$P_i$  = Porcentaje de participación de algún otro insumo específico de que se trate en el costo directo, expresado en fracción decimal.

$A_i$  = Cociente de índices promedio en el período de ajuste entre el promedio de índices en el período que corresponda a la fecha de presentación de proposiciones y apertura de la propuesta técnica, de algún otro insumo específico que interviene en la obra tipo de que se trate.

Según las características, complejidad y magnitud de los trabajos ejecutados, la dependencia o entidad podrá adicionar o sustraer a la expresión anterior los sumandos que se requieran, conforme a los diversos elementos que intervengan en el tipo de obra de que se trate. Cada uno de los términos de las expresiones se podrá subdividir, a fin de agrupar los insumos similares, y

- III. Las dependencias y entidades deberán oír a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción para calcular los porcentajes de participación para los diferentes trabajos que se ejecuten, los cuales tomarán en cuenta los antecedentes de obras similares realizadas por la dependencia o entidad, o bien, los que presenten los contratistas dentro de la información técnica que se solicita a los mismos en las bases de licitación.

### **Comentario Final**

La situación económica actual de nuestro país, ha ocasionado una competencia inusual en los concursos de obra, en los cuales es frecuente tener la concurrencia de un número elevado de participantes.

La competencia siempre es positiva, ya que nos obliga a ser más eficiente en todos los sentidos.

Sin embargo, esta situación ha derivado también, desgraciadamente, en prácticas no convenientes ya que, por ejemplo, la definición de los precios unitarios se hace más por un criterio estratégico que por la determinación del costo real del producto.

El propósito de estos apuntes es que los alumnos de la carrera de ingeniería civil tengan los elementos necesarios para calcular presupuestos mediante la integración de precios unitarios a efecto de determinar el precio correcto de las obras para no desvirtuar el mercado de la construcción.

Por considerarlo de interés, se transcribe a continuación una de las modificaciones de la Ley al respecto.

**Reformas y adiciones publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 2006.**

Artículo 37.- Para la evaluación económica de las proposiciones se deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- I. Que cada documento contenga toda la información solicitada, y
- II. Que los precios propuestos por el licitante sean aceptables; es decir, que sean acordes con las condiciones vigentes en el mercado internacional, nacional o de la zona o región en donde se ejecutarán los trabajos, individualmente o conformando la proposición total.

A. Tratándose de proposiciones que consideren precios unitarios además se deberá verificar:

I. Del presupuesto de obra:

- a. Que en todos y cada uno de los conceptos que lo integran se establezca el importe del precio unitario;
- b. Que los importes de los precios unitarios sean anotados con número y con letra, los cuales deberán ser coincidentes entre sí y con sus respectivos análisis; en caso de diferencia, deberá prevalecer el que coincida con el del análisis de precio unitario correspondiente o el consignado con letra cuando no se tenga dicho análisis, y
- c. Verificar que las operaciones aritméticas se hayan ejecutado correctamente; en el caso de que una o más tengan errores, se efectuarán las correcciones correspondientes; el monto correcto, será el que se considerará para el análisis comparativo de las proposiciones;

II. Verificar que el análisis, cálculo e integración de los precios unitarios, se haya realizado de acuerdo con lo establecido en este Reglamento, debiendo revisar:

- a. Que los análisis de los precios unitarios estén estructurados con costos directos, indirectos, de financiamiento, cargo por utilidad y cargos adicionales;
- b. Que los costos directos se integren con los correspondientes a materiales, equipos de instalación permanente, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción;
- c. Que los precios básicos de adquisición de los materiales considerados en los análisis correspondientes, se encuentren dentro de los parámetros de precios vigentes en el mercado;
- d. Que los costos básicos de la mano de obra se hayan obtenido aplicando los factores de salario real a los sueldos y salarios de los técnicos y trabajadores, conforme a lo previsto en este Reglamento;
- e. Que el cargo por el uso de herramienta menor, se encuentre incluido, bastando para tal efecto que se haya determinado aplicando un porcentaje sobre el monto de la mano de obra, requerida para la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, y
- f. Que los costos horarios por la utilización de la maquinaria y equipo de construcción se hayan determinado por hora efectiva de trabajo, debiendo analizarse para cada máquina o equipo, incluyendo, cuando sea el caso, los accesorios que tenga integrados;

III. Verificar que los análisis de costos directos se hayan estructurado y determinado de acuerdo con lo previsto en este Reglamento, debiendo además considerar:

- a. Que los costos de los materiales considerados por el licitante, sean congruentes con la relación de los costos básicos y con las normas de calidad especificadas en las bases de la licitación;
- b. Que los costos de la mano de obra considerados por el licitante, sean congruentes con el tabulador de los salarios y con los costos reales que prevalezcan en la zona donde se ejecutarán los trabajos, y
- c. Que los costos horarios de la maquinaria y equipo de construcción se hayan determinado con base en el precio y rendimientos de éstos considerados como nuevos, para lo cual se tomarán como máximos los rendimientos que determinen los manuales de los fabricantes respectivos, así como las características ambientales de la zona donde vayan a realizarse los trabajos;

IV. Verificar que los análisis de costos indirectos se hayan estructurado y determinado de acuerdo con lo previsto en este Reglamento, debiendo además considerar:

- a. Que el análisis se haya valorizado y desglosado por conceptos con su importe correspondiente, anotando el monto total y su equivalente porcentual sobre el monto del costo directo;
- b. Constatar que para el análisis de los costos indirectos se hayan considerado adecuadamente los correspondientes a las oficinas centrales del licitante, los que comprenderán únicamente los necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la

superintendencia del contratista encargado directamente de los trabajos y los de campo necesarios para la dirección, supervisión y administración de la obra, y

c. Que no se haya incluido algún cargo que, por sus características o conforme a las bases de la licitación, su pago deba efectuarse aplicando un precio unitario específico;

V. Verificar que en el análisis y cálculo del costo financiero se haya estructurado y determinado considerando lo siguiente:

a. Que los ingresos por concepto del o los anticipos que le serán otorgados al contratista, durante el ejercicio del contrato y del pago de las estimaciones, consideren la periodicidad y su plazo de trámite y pago; deduciendo del monto de las estimaciones la amortización de los anticipos;

b. Que el costo del financiamiento esté representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos;

c. Que la tasa de interés aplicable esté definida con base en un indicador económico específico;

d. Que el costo del financiamiento sea congruente con el programa de ejecución valorizado con montos mensuales, y

e. Que la mecánica para el análisis y cálculo del costo por financiamiento empleada por el licitante sea congruente con lo que se establezca en las bases de la licitación;

VI. Verificar que el cargo por utilidad fijado por el licitante se encuentre de acuerdo a lo previsto en este Reglamento;

VII. Verificar que el importe total de la proposición sea congruente con todos los documentos que la integran, y

VIII. Que los programas específicos de erogaciones de materiales, mano de obra y maquinaria y equipo de construcción y de instalación permanente, sean congruentes con el programa de erogaciones de la ejecución general de los trabajos.

B. Tratándose de proposiciones a precio alzado además se deberá verificar:

I. Del presupuesto de la obra:

a. Que en todas y cada una de las actividades que integran el presupuesto, se establezca su importe;

b. Que los importes estén anotados con número y con letra, los cuales deben ser coincidentes; en caso de diferencia deberá prevalecer el que se consigna con letra, y

c. Verificar que el importe total de la proposición sea congruente con todos los documentos que la integran;

II. Que exista congruencia entre la red de actividades, la cédula de avances y pagos programados y el programa de ejecución de los trabajos y que éstos sean coherentes con el procedimiento constructivo;

III. Que exista consistencia lógica de las actividades descritas en la red, cédula de avances y pagos programados, y el programa de ejecución, y

IV. Que los programas específicos de erogaciones sean congruentes con el programa general de ejecución de los trabajos y que los insumos propuestos por el licitante, correspondan a los periodos presentados en los programas, así como con los programas presentados en la proposición.

Artículo 37 A.- Al finalizar la evaluación de las proposiciones, las dependencias y entidades adjudicarán el contrato al licitante cuya proposición resulte solvente por reunir, conforme a los criterios de evaluación que establezcan las bases de licitación, de conformidad con la Ley y este Reglamento, las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas.

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes porque reúnen las condiciones antes señaladas, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición que resulte económicamente más conveniente para el Estado, que será aquella que otorgue mayor certeza en la ejecución y conclusión de los trabajos que pretendan contratarse, por asegurar las mejores condiciones de contratación en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes.

Para tales efectos, la adjudicación del contrato a la proposición que resulte económicamente más conveniente para el Estado, se hará a través del mecanismo que atienda a las condiciones, criterios, parámetros y su correspondiente valoración en puntaje, en los siguientes términos:

I. Criterio relativo al Precio. Representado por la proposición solvente cuyo precio o monto sea el más bajo, o la de menor valor presente, la que tendrá una ponderación de: 50 puntos.

En estos términos, la puntuación que se le asigne a las demás proposiciones que hayan resultado solventes se determinará atendiendo a la siguiente fórmula:

$$PA_j = 50(PSPMB/PP_j) \text{ Para toda } j = 1, 2, \dots, n$$

Donde:

PA<sub>j</sub> = Puntos a asignar a la proposición “j”

PSPMB = proposición solvente cuyo precio es el más bajo, o la de menor valor presente.

PP<sub>j</sub> = Precio de la proposición “j”

El subíndice “j” representa a las demás proposiciones determinadas como solventes como resultado de la evaluación.

Cuando en las bases de los procedimientos de contratación se indique expresamente para efectos del criterio precio el relativo al menor valor presente, se podrán considerar los gastos de inversión, de operación, de mantenimiento y de consumo, entre otros, así como el valor de rescate de las obras de que se trate, indicándose expresamente, cuando menos, el horizonte a considerar, la tasa de descuento y la forma en que el licitante incluirá en su proposición los gastos y el valor de rescate referidos.

Las dependencias y entidades podrán optar por utilizar el método de valor presente, cuando la obra o servicios relacionados con las mismas se encuentren asociados a la producción de bienes y servicios en los que sea posible cuantificar los ingresos y egresos que se producirán en un determinado tiempo.

II. Criterio relativo a la Calidad. La calidad atenderá a los rubros de especialidad, experiencia y capacidad técnica en los términos del último párrafo del artículo 36 de la Ley. Dichos rubros, en su puntaje, deberán tener una ponderación en conjunto de 20 puntos.

Los 20 puntos se distribuirán como sigue:

a. Especialidad.- Mayor número de contratos de obras ejecutadas de la misma naturaleza a los que se convocan en un plazo máximo de cinco años previos a la fecha de publicación de la convocatoria. Para este rubro se asignará una ponderación de 5 puntos.

b. Experiencia.- Mayor tiempo del licitante realizando obras similares en aspectos relativos a monto, complejidad o magnitud. Para este rubro se asignará una ponderación de 5 puntos.

En caso de que se indique más de uno de los aspectos anteriores, los 5 puntos se distribuirán proporcionalmente.

c. Capacidad Técnica.- Se asignará un puntaje de 10 puntos, distribuidos como sigue:

1. Mayor experiencia laboral del personal responsable de los trabajos convocados en la materia objeto de la contratación, de conformidad con la información proporcionada en términos del artículo 26 del presente Reglamento. Se asignarán 3 puntos.
2. Ausencia de antecedentes de afectación de garantías por vicios ocultos o de mala calidad de los trabajos, o su equivalente en el extranjero en un lapso no mayor a cinco años. Se asignarán 3 puntos.
3. Certificación relacionada con el objeto de la obra o servicio a contratar en materia de calidad, seguridad o medio ambiente. Se asignarán 4 puntos.

En caso de seleccionar más de una certificación de las antes señaladas los 4 puntos se distribuirán proporcionalmente.

La certificación antes aludida deberá ser emitida conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y, tratándose de extranjeros, se aceptarán normas equivalentes.

Tratándose de procedimientos de contratación bajo la cobertura de los tratados, para la especialidad, experiencia y capacidad técnica, se considerarán los trabajos ejecutados en cualquier país.

I. Criterio relativo al Financiamiento. Que se pondere la proposición que aporte las mejores condiciones de financiamiento para la dependencia o entidad.

En las bases de los procedimientos de contratación se indicará, cuando menos, el horizonte a considerar y la tasa de descuento correspondiente. Su ponderación será de 10 puntos.

IV. Criterio relativo a la Oportunidad. Que se hayan ejecutado obras con contratos terminados en costo y tiempo en los términos del último párrafo del artículo 36 de la Ley, considerando los siguientes rubros que en su puntaje en conjunto tendrá una ponderación de 10 puntos.

Los diez puntos se distribuirán como sigue:

- a. Grado de cumplimiento en los contratos celebrados y concluidos por el licitante en un lapso no mayor a cinco años previos a la publicación de la convocatoria, para lo cual se dividirá el monto de las penas convencionales aplicadas entre el valor total del contrato.



Cuando se trate de varios contratos, el grado de cumplimiento se aplicará para cada contrato y el resultado se ponderará con el valor que se obtenga de dividir el monto de cada uno de los contratos considerados en el ejercicio entre su sumatoria total. Al mayor grado de cumplimiento se asignarán 5 puntos.

b. Que los contratos de obra pública celebrados en un lapso no mayor a cinco años previos a la publicación de la convocatoria, no hayan sido objeto de rescisión administrativa o de alguna figura jurídica equivalente en el extranjero. Se asignarán 5 puntos.

Las dependencias y entidades solicitarán la información que consideren necesaria para valorar la puntuación a que se refieren los incisos anteriores, entre la cual deberá incluirse una manifestación bajo protesta de decir verdad y sujeta a verificación, así como aquellos otros mecanismos que garanticen la veracidad de la misma.

V. Criterio relativo al Contenido Nacional. Considerando para dicho criterio a la proposición con mayor porcentaje de contenido nacional, respecto de los siguientes insumos y equipos que, en su puntaje en conjunto, deberán tener ponderación de 10 puntos.

a. Materiales.

b. Maquinaria y equipo de instalación permanente.

Para la determinación del grado de contenido nacional, se considerarán las disposiciones que sobre el particular expida la Secretaría de Economía.

El criterio relativo al contenido nacional aplicará en procedimientos de contratación de carácter nacional e internacional. En procedimientos de contratación sujetos a la cobertura de los tratados, el criterio relativo al contenido nacional aplicará en los términos establecidos en éstos.

La suma de los cinco criterios anteriormente descritos será menor o igual a 100 puntos.

Para la asignación de puntos de los criterios establecidos en las fracciones II a V, a cada una de las proposiciones determinadas como solventes, se aplicará una regla de tres simple, considerando como base la proposición solvente que reciba mayor puntaje en cada uno de los criterios enunciados.

Artículo 37 B.- Las dependencias y entidades incluirán de manera expresa en las bases de los procedimientos de contratación el mecanismo de adjudicación señalado en el artículo anterior que, cuando menos, comprenderá los criterios relativos al precio y



calidad, en todos o cualquiera de los incisos previstos en la fracción II del citado artículo, en atención a las características, magnitud y complejidad de las obras o servicios que pretendan contratar.

Cuando las convocantes no cuenten con elementos para valorar alguno de los criterios o rubros mencionados en éstos, no aplicarán para la adjudicación y los puntos que les corresponderían no se re expresarán.

La información relativa a los criterios establecidos en las fracciones II y IV del artículo anterior, podrá ser aquella que conste en el registro de contratistas de la dependencia o entidad convocante o, en su defecto, la que proporcionen los licitantes en su proposición en términos de las bases de licitación o invitaciones a cuando menos tres personas.

Atendiendo a lo anterior, la proposición solvente económicamente más conveniente para el Estado será aquella que reúna la mayor puntuación conforme a la valoración de los criterios y parámetros descritos en el artículo 37 A, siempre y cuando su precio o monto no exceda del 7% respecto del precio o monto de la determinada como la solvente más baja como resultado de la evaluación.

Si el precio o monto de la proposición determinada como la económicamente más conveniente para el Estado tiene una diferencia superior al 7% respecto del precio o monto de la determinada como la solvente más baja como resultado de la evaluación, se adjudicará a la que le siga en puntaje hacia abajo, pero la diferencia de su precio sea menor o igual al 7% señalado, y así sucesivamente hasta que se obtenga la proposición que será adjudicada.

Artículo 37 C.- Las dependencias y entidades que contraten de manera ocasional obras y servicios, y que no cuenten con áreas o estructuras especializadas para tales fines, podrán, en obras y servicios que no excedan los diez mil días de salario mínimo vigente en el Distrito Federal elevado al mes, optar por determinar como la proposición económicamente más conveniente para el Estado, la que corresponda a la solvente cuyo precio o monto sea el más bajo, estableciéndolo expresamente en las bases de los procedimientos de contratación, en cuyo caso no aplicarán el mecanismo de adjudicación que establece el artículo 37 A de este Reglamento.

Artículo 37 D.- El mecanismo de adjudicación señalado en el artículo 37 A de este Reglamento será aplicable a los procedimientos de contratación que tengan como objeto contratar obras, incluyendo los que se contraten bajo la cobertura de los tratados.

El mecanismo a que se refiere el párrafo anterior también será aplicable en los procedimientos de contratación de servicios, cuando no se utilice para su evaluación el mecanismo de puntos y porcentajes en los términos previstos en el tercer párrafo del artículo 38 de la Ley y este Reglamento.

Artículo 37 E.- Para el caso de que exista empate técnico entre los licitantes cuyas proposiciones resulten solventes, éste se resolverá en términos del último párrafo del artículo 38 de la Ley. Se entiende que existe empate técnico cuando dos o más licitantes oferten el mismo precio y el criterio de adjudicación utilizado sea el contenido en el artículo 37 C de este Reglamento, o bien, cuando obtengan el mismo puntaje como resultado de la aplicación del mecanismo de adjudicación previsto en el artículo 37 A de este Reglamento.

Artículo 37 F.- Si no fuere factible resolver el empate en los términos del artículo anterior, la adjudicación se efectuará en favor del licitante que resulte ganador del sorteo manual por insaculación que celebre la convocante en el propio acto de fallo, el cual consistirá en la participación de un boleto por cada proposición que resulte empatada y depositados en una urna, de la que se extraerá en primer lugar el boleto del licitante ganador y, posteriormente, los demás boletos empatados, con lo que se determinarán los subsecuentes lugares que ocuparán tales proposiciones; dicho procedimiento deberá preverse en las bases de licitación.

En caso de que no se hubiere previsto dar a conocer el fallo en junta pública, el sorteo por insaculación se llevará a cabo previa invitación por escrito a los licitantes y a un representante del órgano interno de control, debiendo levantarse el acta que firmarán los asistentes, sin que la inasistencia o falta de firma en el acta respectiva de los invitados, invalide el acto.

## SECCIÓN IV

### FALLO PARA LA ADJUDICACIÓN

Artículo 38.- Al finalizar la evaluación de las proposiciones y, en su caso, la aplicación de los criterios de adjudicación previstos en los artículos 37 A y 37 C de este Reglamento, las dependencias y entidades deberán emitir un dictamen en el que se hagan constar los aspectos siguientes:

- I. Los criterios utilizados para la evaluación de las proposiciones;
- II. La reseña cronológica de los actos del procedimiento;
- III. Las razones legales, técnicas o económicas por las cuales se aceptan o desechan las proposiciones presentadas y el nombre de los licitantes;

- IV. La relación de los licitantes cuyas proposiciones se calificaron como solventes, ubicándolas de menor a mayor, de acuerdo con sus montos;
- V. Los criterios de adjudicación del contrato, así como el resultado de la aplicación y la relación de licitantes con sus puntajes del mayor al menor;
- VI. Para el caso de que se adjudique a la proposición solvente más baja en los términos del artículo 37 C de este Reglamento, la relación de licitantes cuyas proposiciones se calificaron como solventes, ubicándolas del menor al mayor de acuerdo a sus montos;
- VII. La fecha y lugar de elaboración, y
- VIII. Nombre, firma y cargo de los servidores públicos encargados de su elaboración y aprobación.

Cuando exista desechamiento de alguna proposición las dependencias y entidades deberán entregar a cada licitante, a través de un escrito independiente, las razones y fundamentos para ello, con base en este dictamen.

Las proposiciones desechadas durante los procedimientos de contratación, podrán devolverse cuando sea solicitado por los licitantes, o bien, podrán ser destruidas en los términos del último párrafo del artículo 74 de la Ley. No obstante las proposiciones solventes que hayan sido sujetas de la aplicación de los criterios de adjudicación previstos en los artículos 37 A y 37 C de este Reglamento, serán las únicas que no podrán devolverse o destruirse y pasarán a formar parte de los expedientes de la convocante, quedando sujetas a las disposiciones correspondientes a la guarda, custodia y disposición final de los expedientes, y demás aplicables, así como a las previstas en el artículo 74 de la Ley.

Tratándose de procedimientos de contratación en los que se apliquen mecanismos de evaluación por puntos y porcentajes, podrán ser las dos propuestas solventes que sigan en calificación o las que determine la convocante.