



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN.**

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

**ING. JORGE H. ALBA CASTAÑEDA**

AFUNTE-34

G-612545

- Caja 39

- 612545

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

Ulises Ramirez de Aguilera Larin

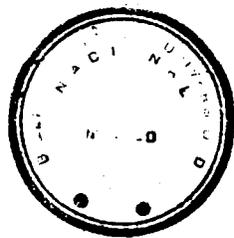
APUNTE  
39

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



\*612545\*

G.- 612545



FACULTAD DE INGENIERIA

Estos apuntes han sido tomados  
directamente de la Tesis Profesio-  
nal presentada por el pasante -----  
Samuel Reifer Grynbaum.

Actualizados en 1976 por los --  
Ings. José Carreño Román y Alber-  
to Meade Veramendi.

FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS

Y

PRECIOS UNITARIOS

G. 612545

1. Generalidades sobre precios unitarios.

En los inicios de la construcción, el éxito de un Ingeniero frecuentemente dependía de la habilidad de manejar, guiado únicamente por su intuición y sus experiencias muy personales, elemento humano y equipo, en función de ejecutar la obra en el menor tiempo y al más bajo costo. Hoy en día este sistema ha sido reemplazado casi en su totalidad por la planificación minuciosa de cada paso de la obra antes de que ésta se inicie, escogiendo el equipo idóneo para un proyecto definido, previo análisis exhaustivo del mismo, determinando así los mejores métodos de construcción para su correcta ejecución, y manteniendo controles adecuados mediante periódicos reportes de avance de obra, costos y cualquier otra información.

Si un proyecto se puede ejecutar siguiendo dos métodos distintos, o usando dos equipos diferentes, el método y el equipo más económico para realizar la obra, serán los adecuados. Lo anterior nos lleva a incrementar el número de análisis de costos para determinar que método o equipo debemos emplear.

Dentro de los múltiples problemas que se presentan en el ramo de la construcción, el establecimiento de los precios unitarios equitativos a que debe pagarse un trabajo, ha sido tradicionalmente un punto de divergencia de opiniones entre las empresas contratistas y los ór-

ganos oficiales o particulares encargados de la realización de obras, - lo que ha constituido motivo de discusiones, pérdidas de tiempo y entorpecimiento del desarrollo de las obras, creando en muchos casos - fricciones entre el personal encargado de los trabajos.

Si con anticipación se establecen en forma perfectamente definida las especificaciones, normas y criterios generales que servirán de base para el cálculo de los precios unitarios, los puntos de divergencia se reducirían 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 de la misma.

No es posible calcular precios unitarios sin apoyo en especificaciones, ya que son éstas precisamente las que definen la obra que se requiere y la forma en que debe ejecutarse, lo que indudablemente constituye la base para determinar los precios unitarios de los conceptos de esa obra.

Previo a la elaboración de estos precios unitarios, es absolutamente indispensable, conocer a fondo los recursos tanto humanos, como de maquinaria y materiales, así como la disponibilidad de los mismos.

En términos generales, los elementos que componen un precio unitario son :

Costos Directos.	[	Materiales	] Costo Unitario + Utilidad = <u>PRECIO UNITARIO</u>
		Obra de Mano	
		Equipo	
Costos Indirectos.	[	Admon. en Obra	] Costo Unitario + Utilidad = <u>PRECIO UNITARIO</u>
		Admon Central	
		Financiamiento	
		Impuestos	
		Fianzas y Seguros	
	[	Imprevistos	]

Existen variaciones de criterio en cuanto a la forma de integrar tanto los costos directos, como los costos indirectos, con respecto al criterio establecido en la tabla anterior. Se comentarán dichas variaciones cuando se analice cada uno de los factores de integración.

De la tabla anterior, concluimos que tanto los elementos que integran los costos directos, los costos indirectos y el elemento utilidad, son los que nos permiten valorizar el Precio Unitario, razón por la que en conjunto, constituyen los llamados "factores de consistencia" de los precios unitarios.

Analicemos a continuación cada uno de estos elementos.

## 2. Materiales.

### 2.1. Generalidades.

Es requisito indispensable del ingeniero constructor el conocer ampliamente los materiales en todos sus aspectos. Este conocimien -

to le será de enorme utilidad para seleccionar los materiales óptimos, adecuados para sus condiciones de trabajo, para sus condiciones de -- servicios (calidad) y para sus limitaciones económicas.

En realidad existen muchas maneras de clasificar los materiales; ej.: en cuanto a su origen (naturales, elaborados, artificiales); en cuanto a su composición, resistencia, calidad, etc..

## 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 en obra", el -- cual está integrado por: el precio de adquisición en fábrica (lugar de -- origen), más el costo del flete y los desperdicios tanto en la transpor -- tación como en su utilización.

Existen gran variedad de precios de adquisición de un mismo -- tipo de material, en base a la calidad (vg.: block de concreto con dis -- tintas calidades, debido a su diferente composición o proceso de fabri -- cación); cercanía del consumidor con respecto a la fuente de origen -- del material (vg.: lejanía tal de la fuente que convenga fabricarlo); vo -- lumen de compras del consumidor (vg.: un constructor con consumos -- elevados, obtiene mejores precios y condiciones de pago), etc. De lo anterior, deducimos la necesidad que tiene el ingeniero constructor de conocer y estar al tanto de los precios de adquisición en el mercado -- de los distintos materiales, de los distintos fabricantes y de los nue -- vos que aparezcan en el mercado; con el fin de aprovechar al máximo -- las mejores condiciones de oferta del mercado en cada momento, ad --

quiriendo el material más adecuado y económico, dentro de la calidad especificada, realizando dicha adquisición en el momento oportuno, lo cual se resume en: ¿qué comprar? y ¿cuándo comprar?

### 2.3. Abundancia y escasez.

La abundancia y escasez dependen directamente de 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").

Un material puede ser muy abundante o muy escaso en un determinado lugar dependiendo de la abundancia o escasez de la materia prima o ingredientes que lo compongan (de aquí la conveniencia de utilizar 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; vg.: selección del tipo de cortina (de tierra, mampostería, materiales graduados, etc.), en base a los materiales disponibles en las cercanías, sin detrimento de considerar otros factores, como los geológicos, topográficos, resistencia, permeabilidad, etc.

### 2.4. Fluctuaciones.

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

Puede suceder que la fluctuación de precio se deba a fluctuaciones de las existencias de un material.

El precio fluctúa generalmente con las variaciones de la oferta

y la demanda.

La existencia de un material puede fluctuar por diversas causas: condiciones climatéricas, problemas laborales que afectan a la producción, escasez periódica de materia prima, etc..

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

1.- Debido a la época de lluvias, con el tabique recocado, se presenta la secuela: por dificultades de secado, se alarga el proceso productivo, se incrementa el costo unitario de producción, se disminuye la oferta de tabique en el mercado, aumenta la demanda de tabique por los consumidores, por lo que se incrementa el precio de adquisición, tanto por el incremento en el costo de producción, como por el aumento de demanda. Esto además origina, pérdida de calidad e imposibilidad de conseguir buen material.

2.- Por el incremento en el volumen de construcciones en un período determinado, hay aumento en el consumo de cemento, lo que origina su escasez en el mercado, incrementándose la demanda y el precio de adquisición.

3.- El precio de adquisición puede incrementarse por una escasez ficticia provocada por los fabricantes, lo cual incrementa la demanda del material.

#### 2.5. Transporte, Carga y Descarga de Materiales.

El monto del costo de las operaciones de carga, descarga y transportación (flete), dependen primordialmente de la distancia de la

fuelle productora a la fuente de consumo del material y de los procedimientos que se sigan para la carga y descarga del material.

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

El costo del flete puede estar incluido dentro del precio de venta del fabricante, cuando este 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".

Existen transportación externa ( de la fuente de producción al sitio de la obra ), y transportación interna o local. El suministro de materiales a la obra puede hacerse por medio de ferrocarril, camiones, etc.. La transportación local o los comunmente llamados "acarreo", pueden ser horizontales o verticales. Los acarreo horizontales pueden emplear: vagonetas, bandas transportadoras, vogues, parihuelas, carretillas, camiones, camionetas, etc.. Los acarreo verticales podrán efectuarse con: malacates, grúas, torres elevadoras, canjilones, etc..

Debe de tenerse en cuenta para efectos de determinar el costo de material en obra (que posteriormente integrará el precio unitario), el efecto que en el costo pueden tener los desperdicios en todas estas etapas de transportación. Estos desperdicios se expresan como un porcentaje del costo del material, se determinan por experiencias anteriores o análisis directo de las condiciones particulares de transportación.

tación, y dependen fundamentalmente del tipo de material, del tipo de transporte y de las condiciones en que deban realizarse las operaciones de carga, descarga y transportación propiamente dichas.

#### 2.6. Derechos y Regalías.

Ocasionalmente y por diversas circunstancias, el costo de un material se ve afectado del pago de ciertos derechos o regalías, como pueden ser: derechos de importación, derechos de paso, regalías de explotación, etc..

Así, por ejemplo, habrá que pagar los derechos de importación correspondientes por la utilización de materiales del extranjero, como en el caso de mármol de Carrara, vidrio especial o de grandes dimensiones, etc.. En el caso de querer explotar y extraer cierto material en propiedad privada, habrá que pagar "regalías de explotación" al propietario de dicho predio.

Generalmente el monto de los derechos y regalías está regido por normas o lineamientos legales o por leyes fiscales vigentes.

#### 2.7. Almacenamiento de materiales.

El costo que origina el renglón "almacenamiento de materiales" debe aplicarse a los costos indirectos, y dentro de ellos, específicamente al aspecto "administración de obra", y no ser aplicado al costo del material, ya que, el costo en sí, de almacenes o bodegas, tanto en el caso de que alberguen varios materiales o inclusive en el caso de almacenar uno sólo, tendrían que prorratearse entre todos éstos, o afectar a todos los conceptos en que este o estos materiales fuesen utiliza\_

dos, lo cual además de muy laborioso, sería impráctico e inexacto.

Sin embargo, cabe mencionar, que podría darse el caso en que por circunstancias especiales del mismo, fuese conveniente considerar el costo de almacenamiento incluido dentro del costo del material. Ejemplo de lo anterior sería el almacenamiento transitorio e intermedio entre dos etapas de transportación de un material; imaginemos una bodega de estación de ferrocarril o de puerto, en la que el material debía ser almacenado, mientras es transportado en camión al sitio de la obra. Otro ejemplo es el de una fosa para almacenamiento de asfalto cuyo costo total debe afectar al costo directo del asfalto.

No debemos olvidar que hay ciertos materiales que requieren para su conservación y correcta utilización, condiciones especiales de almacenamiento, adquiriendo este aspecto importancia capital en estos casos. Ejemplos típicos de estos materiales lo constituyen el cemento y la dinamita.

## 2.8. Riesgos.

Los diversos materiales que se emplean en una obra, están sujetos a distintos riesgos durante las diferentes etapas, desde su transportación hasta su utilización. El riesgo generalmente se traduce en un mayor desperdicio que el normal, considerando las condiciones de empleo de un material.

Los riesgos podemos clasificarlos en 2 grupos: normales y extraordinarios.

Los riesgos normales se reflejan en un desperdicio del material,

considerado aceptable, se expresan como un porcentaje del costo del material y de las condiciones de su utilización. Afectan directamente al costo del material.

Los riesgos extraordinarios se traducen en un desperdicio extraordinario mayor que el considerado normal, como puede ser la pérdida total o parcial, o el deterioro de un material. Son cubiertos generalmente por seguros específicos, debiendo ser el costo de estos seguros cargado directamente al costo del 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 suceder un percance y no estar cubierto el riesgo por un seguro, debe absorberse el monto de las pérdidas dentro de los costos indirectos y específicamente en el renglón de "imprevistos".

## 2.9 Ejemplos de costos de materiales.

A continuación presentamos en forma de ilustración la obtención de los siguientes costos de material en obra.

Los precios de adquisición que se han considerado son los actuales en el Distrito Federal (Septiembre 1974).

### Ejemplo No. 1

COSTO MATERIAL EN OBRA:  
 FIERRO (varilla) CORRUGADA  
 ALTA RESISTENCIA, -----  
 fs= 2000 Kg/cm<sup>2</sup> EN LARGOS  
 COMERCIALES DE DOCE ME-  
 TROS.

Precio de adquisición :

Diámetro

5/16"

- 7.9 mm

precio adquisición en fábrica

\$ 5,510.00 / ton

3/8"	- 9.5 mm	5,420.00 / ton
1/2"	- 12.7 mm	5,400.00 / ton
5/8"	- 15.9 mm	5,380.00 / ton
3/4" a 1 1/2"	- 19.1 mm a 38 mm	<u>5,360.00 / ton</u>
S U M A		\$ 27,070.00 / ton

Cantidad que dividida entre 5 nos da:

$$\text{Promedio} = \$ 27,070.00 / 5 = \$ 5,414.00 / \text{ton}$$

Que constituye el precio de adquisición promedio de fábrica.

Precio de adquisición puesto en obra de alambre recocido # 18 : \$ 7.40 / kg

Número de kilos de alambre recocido que se emplean para habilitar 1 tonelada de fierro son 30 kilos (cantidad aproximada).

Nota.- La cantidad de kilos de alambre recocido varía según el calibre que se emplee (# 16, # 18, # 20) y según el fierro que se habilite. (5/16", 3/8", 1/2", 5/8", etc.); oscila entre 25 y 35 kilos por tonelada de fierro habilitado.

Obtención del costo:

Costo varilla alta resistencia en fábrica = \$ 5,414.00 / ton

Alambre recocido # 18 para amarres:  
\$ 7.40/ kg x 30 kg/ton de fierro = 222.00 / ton

Flete material de la fábrica a la obra.  
(carga, descarga y transporte) = 40.00 / ton

S U M A \$ 5,676.00 / ton

Desperdicios (ganchos, traslapes, utilización) : 16.6% = 0.166 x \$ 5,676.00 = 942.22 / ton

COSTO MATERIAL EN OBRA INCLUYENDO DESPERDICIOS POR UTILIZACION. = \$ 6,618.22 / ton

Nota.-

Los desperdicios varían según el diámetro de varilla de que se trate.

A continuación presentamos una tabla de desperdicios para los distintos diámetros de varilla; no debemos olvidar que la variación de desperdicios depende fundamentalmente del elemento o elementos constructivos en que se va a utilizar el fierro (varilla). La presente tabla (tabla Núm. 1) es para losas de concreto reforzado y es aproximada.

DIAMETRO	INCREMENTOS			
	GANCHOS %	TRASLAPES %	DESPERDICIOS %	TOTAL %
5/16" ( 7.9 mm)	4.3	1.6	3.3	9.2
3/8" ( 9.5 mm)	4.3	1.9	3.3	9.5
1/2" (12.7 mm)	5.0	2.5	3.3	10.8
5/8" (15.9 mm)	6.0	3.2	3.3	12.5
3/4" (19.1 mm)	6.7	3.8	3.3	13.8
7/8" (22.2 mm)	8.7	4.4	3.3	16.4
1" (25.4 mm)	11.0	5.1	3.3	19.4
1 1/8" (28.6 mm)	12.7	5.7	3.3	21.7
1 1/4" (31.8 mm)	14.3	6.4	3.3	24.0
1 1/2" (38.1 mm)	17.7	7.6	3.3	28.6
PROMEDIO	9.1	4.2	3.3	16.6

TABLA No. 1.

Los porcentajes de desperdicio por ganchos, del tipo 180<sup>o</sup>, se obtuvieron en base a una longitud promedio a emplearse de 6.00 mts. y los ganchos extremos necesarios para cada varilla de la siguiente tabla:

DIAMETRO VARILLA	LONGITUD GANCHO
5/16" ( 7.9 mm)	13 cm.
3/8" ( 9.5 mm)	13
1/2" (12.7 mm)	15
5/8" (15.9 mm)	18
3/4" (19.1 mm)	20
7/8" (22.2 mm)	26
1" (25.4 mm)	33
1 1/8" (28.6 mm)	38
1 1/4" (31.8 mm)	43
1 1/2" (38.1 mm)	53

Tabla No. 2 (tomada del manual Monterrey).

Para el cálculo del porcentaje de desperdicio por traslape, de la tabla No. 1, se ha hecho la suposición de que el 60 % de la varilla total a emplearse tendrá que ser traslapada, siendo la longitud de traslape de 40 diámetros.

Ejemplo: varilla de 3/8" (9.5 mm).

$$\text{longitud de traslape} = 9.5 \text{ mm} \times 40 = 38 \text{ cm.}$$

$$\% \text{ desperdicio} = 38 \text{ cm.} \times 0.60 / 12.00 \text{ m.} = \underline{\underline{1.9\%}}$$

El porcentaje de desperdicio de utilización, se ha obtenido considerando un desperdicio por este concepto de 40 cm. por cada 12.00 m. de varilla utilizada, o sea un 3.3 % de desperdicios de utilización, para cualquier diámetro.

Ejemplo No. 2.

COSTO MATERIAL EN OBRA: CON --  
CRETO PREMEZCLADO f'c = 200 kg/  
Cm<sup>2</sup>, CEMENTO RESISTENCIA RAPI  
DA Y AGREGADO GRUESO 3/4" ----  
( 19.1 mm).

Obtención del costo por metro cúbico en obra:

Costo concreto en planta por m<sup>3</sup> = \$ 378.00 / m<sup>3</sup>

Descuento sobre material: 4% ( varía de 0  
a 7%, depende del volumen de compras --  
del consumidor principalmente)..... = - 15.12  
S u m a = \$ 362.88 / m<sup>3</sup>

Ingresos mercantiles: 4% = 0.04 x \$ 297.12 = 14.52  
Las empresas fabricantes de concreto pre  
mezclado, cargan los derechos de factura  
ción por separado.  
S u m a = \$ 377.40 / m<sup>3</sup>

Flete por m<sup>3</sup> (carga que hacen por m<sup>3</sup> --  
cuando la entrega es en el Distrito Fede --  
ral). = 57.00  
S u m a = \$ 434.40 / m<sup>3</sup>

Desperdicios: 14% = 0.14 x \$ 434.40 = 60.82  
Dependen del elemento estructural y de --  
las condiciones de utilización; varían en --  
tre 8% y 20%  
S u m a = \$ 495.22 / m<sup>3</sup>

Es requisito de la empresa fabricante del  
concreto, tomar cilindros de prueba por  
cada 25 m<sup>3</sup> suministrados, pero por segu  
ridad del constructor es conveniente to --  
mar sus propios cilindros de prueba y re  
venimientos del concreto solicitado. Su  
pongamos 2 cilindros por cada olla de --  
5.00 m<sup>3</sup>: 2 x \$ 25.00 / 5.00 m<sup>3</sup>. = 10.00/m<sup>3</sup>  
Consideramos que \$ 25.00 es el costo pro  
medio de un cilindro de prueba.

Generalmente el concreto premezclado se  
descarga en artesas, perfectamente lim --  
pias y seguras. Estas artesas se deben --  
considerar en el concepto de costos direc

tos y se le da un valor estimativo, que --  
varía generalmente entre \$ 2.00 y \$ 4.00.

Para el presente caso se supondrá	=	\$ 3.00 / m3
COSTO MATERIAL PUESTO EN OBRA -		
POR M3.....	=	<u>\$ 508.22 / m3</u>

Ejemplo No. 3.

COSTO MATERIAL EN OBRA : -----  
CEMENTO RESISTENCIA RAPIDA, -  
TIPO III, POR TONELADA, EN SA -  
COS DE 50 KILOS CADA UNO.

Obtención del costo :

Costo material en fábrica por tonelada -- sin incluir envase.....	=	\$ 410.00 / ton
--	---	-----------------

Envases por tonelada de cemento :

Costo del envase:	\$ 3.00	
Núm. de envases por toneladas.....	20 Pzas.	
Se tiene : \$ 3.00 x 20 Pzas/ton	=	60.00

Flete por tonelada en el Distrito Federal	=	60.00
S u m a	=	<u>\$ 530.00 / ton</u>

Desperdicios :

Descarga en almacén	: 1%
Bodegaje	: 3%
Acarreos en obra	: 3%
Utilización	: <u>8%</u>
S u m a	: 15%

O sea que por desperdicios, se tiene :	
0.15 x \$ 530.00	= \$ 79.50

Estos desperdicios son aproximados y se valorizan en base a experiencias anteriores. Dependen del lugar y en que se van a emplear.....

COSTO CEMENTO EN OBRA INCLUYENDO  
DESPERDICIOS DE UTILIZACION POR TO  
NELADA

\$ 609.50 / ton

### 3. Obra de Mano.

#### 3.1. Generalidades.

La orientación que se dará al estudio de la Obra de Mano en este capítulo, se enfocará hacia la obtención de todos aquellos datos que por el renglón Obra de Mano puedan afectar directa o indirectamente el establecimiento de los precios unitarios.

La obra de mano interviene en la determinación del precio unitario, dentro de los costos directos, con sus aspectos : salario y rendimiento.

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.

Será "por día", cuando deba darse al trabajador una cantidad fija por jornada normal de trabajo. Será "por destajo", si la remuneración se valoriza en base a las unidades de trabajo ejecutadas por el trabajador y afectadas de un precio previamente acordado. El sistema "por tarea", consiste en la asignación de un trabajo determinado por día, y al ejecutar el trabajador la tarea asignada, podrá retirarse, recibiendo su jornal diario completo.

Los tres sistemas anteriores tienen ventajas y desventajas; para determinar cual es el más adecuado en cada caso, habrá que estu-

diar y analizar las condiciones y tipo de trabajo por realizar. En una misma obra podrán emplearse diferentes sistemas simultáneamente. Sin embargo, en términos generales podemos hacer notar, que en los trabajos realizados "a destajo" se tendrá un mayor rendimiento pero menor calidad que en los trabajos ejecutados "por día", ya que estando "a destajo" el trabajador tratará de incrementar su productividad en detrimento de la calidad; de lo anterior resulta para el Ingeniero, 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", pueden obtenerse óptimos resultados a un bajo costo. El sistema "de tareas" es el menos empleado y su utilización está restringida a aquellos trabajos en los que el riesgo y la calidad requerida sean mínimos, como pueden ser: excavaciones menores, acarreos locales, estibado de madera y varilla, etc.

En nuestro medio, 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 se subdividen en otras tantas subcategorías, como pueden ser: oficial de primera, de segunda, sobrestante, cabo, etc., dependiendo del tipo y magnitud de la obra.

Existe el caso particular de la obra de mano de operación de equipo, la cual se involucra dentro del costo hora-máquina, ya que el operador depende directamente del número de horas que trabaja la máquina.

En forma similar a lo expresado en el capítulo de materiales, - debemos hacer mención de la vital importancia que representa para el ingeniero encargado de la elaboración de los precios unitarios el conocer en forma integral y profunda la obra por valorizar, para que, y ya dentro del aspecto particular de la obra de mano, pueda prever la cantidad de personal que se requerirá, calidad, rendimiento esperado en base a las condiciones en que se desarrollará el trabajo, especialidades y periodicidad de los mismos, etc.

### 3.2. Jornada de trabajo.

De acuerdo con lo establecido por la Ley Federal de Trabajo -- que entró en vigor el 1o. de mayo de 1970, y su reglamentación correspondiente, el personal dependiente de las empresas dedicadas a la --- construcción tiene la obligación legal de laborar jornadas de 8 horas -- diariamente durante los días hábiles del calendario civil, (Art. 61 de la Ley Federal de Trabajo).

Considerando 52 domingos que se presentan durante el año, -- así como los días festivos señalados como obligatorios por las Autoridades competentes, las vacaciones y los días adicionales de descanso -- que de acuerdo con nuestros usos y costumbres se suelen conceder a -- los trabajadores, para los fines de programación y cálculo de precios unitarios se estima que, anualmente cualquier trabajador tiene la obligación de laborar aproximadamente 292 días con jornadas de 8 horas -- diarias, por lo cual se tiene un monto total de 2,336 horas laborables -- anualmente.

Por otra parte, según lo obligan los principios constitucionales que nos rigen, los patrones tienen la obligación de pagar a sus empleados y trabajadores, tanto los días laborables como los festivos y séptimos días (Domingos), así como los días de vacaciones anuales y 15 días de aguinaldo, lo cual se debe tener presente al formular cualquier análisis de costos o de precios unitarios.

Los días a que se hace mención en los párrafos anteriores como obligatorios de pago y no laborados, y establecidos como tales en la Reglamentación Laboral vigente; (Art. 74 de la Ley Federal de Trabajo) son :

- 10. de enero
- 5 de febrero
- 21 de marzo
- 10. de mayo
- 16 de septiembre
- 20 de noviembre
- 10. de diciembre (ver nota).
- 25 de diciembre

S u m a..... 7 1/6 días.

(Nota: Este mismo artículo de la Ley señala el día 10. de diciembre de cada 6 años en la transmisión del Poder Ejecutivo Federal, como día de descanso obligatorio).

Por otro lado, días que por costumbre arraigada en nuestro medio, no se laboran, son:

Viernes Santo

Sábado Santo

3 de mayo

2 de noviembre

12 de diciembre

Suma.....

5 días

(4/15)

Días en que por enfermedad profesional el trabajador no labora.....

2 días.

(7)

Días en que por alguna otra razón justificada, el trabajador no labora.....

1 día.

Suma.....

15 1/6 días.

Además, el artículo 76 de la Ley Federal del Trabajo ordena - que los trabajadores disfruten de un período anual de vacaciones pagadas, que no podrá ser inferior a seis días laborables. Lo cual hace -- un total de 21 1/6 días obligatorios de pago y no laborados.

Este número de días, sumados a los 52 domingos del año, hacen un total de 73 días pagados y no laborados, lo que justifica la suposición que se hace de que 292 días del año son los que realmente se laboran, y sin embargo, son más los pagados efectivamente. Existen -- además de los mencionados, otros días no laborados por costumbres - específicas de la localidad en que se realizan las obras.

52  
7  
6  
2  
+3

De acuerdo con las disposiciones contenidas en el Artículo 87 - de la Ley Federal del Trabajo, los trabajadores tendrán derecho a un aguinaldo anual equivalente a quince días de salario. Además, el Artículo 80 indica que los trabajadores tendrán derecho a una prima de--

52  
7  
6  
12  
+3

veinticinco por ciento sobre los salarios que les correspondan durante el período de vacaciones. Esto equivale a considerar 6 días x 0.25 = 1.5 días más, que se pagan sin laborarse.

En resumen, tenemos que los días pagados por año son: -----  
 $365 + 15 + 1.5 = 381.5$  días, y los días realmente trabajados son -----  
 $291 \frac{5}{6}$ . Podemos establecer el valor de un coeficiente de incremento, debido exclusivamente a prestaciones de la Ley Federal del Trabajo, -  
 que es :

$$\frac{381.5 \text{ días pagados}}{(365 - 73 \frac{1}{6}) \text{ días laborados}} = \frac{381.5}{291 \frac{5}{6}} = 1.307$$

O sea, que en realidad se está pagando un 30.7% más por día -  
 laborado realmente. Esto deberá tomarse en cuenta al elaborar los --  
 costos correspondientes a obra de mano.

Eventualmente, se llegan a presentar casos en que por necesi -  
 dades de las obras o por convenir a los intereses del contratante o del  
 contratista ejecutor de las obras, se laboran jornadas hasta de 10 ho--  
 ras diarias y ocasionalmente hasta 12 horas por cada turno de trabajo,  
 constituyéndose entonces lo que se llama una jornada extraordinaria --  
 de trabajo.

Existen circunstancias, en que por el corto tiempo disponible--  
 y por el gran volumen de obra por realizar, se hace necesario estable--  
 cer dos o tres turnos de trabajo. El Artículo 60 de la Ley Federal del  
 Trabajo señala que : "jornada diurna es la comprendida entre las seis-  
 y las veinte horas. Jornada nocturna es la comprendida entre las vein--  
 te y las seis horas. Jornada mixta es la que comprende períodos de --

tiempo de las jornadas diurna y nocturna, ". (Artículo 61). "La duración máxima de la jornada será: ocho horas<sup>8</sup> la diurna, siete<sup>0</sup> la nocturna y siete horas y media la mixta". (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 extraordinario se pagarán con un ciento por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada".

### 3.3. Salarios.

Llamamos salario en general a la retribución que se hace al trabajador por el trabajo realizado. El monto de este salario se determina en base al tipo de trabajo realizado, a las condiciones de su realización y a la capacidad y preparación del trabajador y nunca podrá ser menor al estipulado como mínimo por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos.

El Art. 90 Cap. V, de la Ley Federal del Trabajo define como salario mínimo a: "La cantidad menor que debe recibir en efectivo el trabajador por los servicios prestados en una jornada de trabajo".

El salario mínimo deberá ser suficiente 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 son fijados por las Comisiones Regionales y serán sometidos para su ratificación o modificación a la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos. Lo anterior lo establece el

Art. 94 de la Ley Federal del Trabajo.

Refiriéndonos al salario en general, la Ley establece ciertas reglas a seguir como son por ejemplo, la obligación de cubrir el salario en el lugar donde los trabajadores presten sus servicios, salvo convenio expreso en contrario y el cual deberá ser cubierto precisamente en moneda del curso legal, no siendo permitido hacerlo en mercancías, vales, fichas o cualquier otro signo representativo con que se pretenda substituir la moneda, lo cual se establece en los artículos 101 y 108.

Con relación a las horas extraordinarias, el Art. 67 marca que estas se pagarán con un ciento por ciento más del salario asignado para las horas del trabajo normal.

Cuando la remuneración se cubra dentro del sistema por destajo, el pago correspondiente a los días de descanso obligatorio se hará tomando como base el promedio de los salarios percibidos el último mes.

Cuando se elaboran precios unitarios de diversos trabajos, deberá considerarse la duración del tiempo de ejecución de los mismos de acuerdo con un programa de obra ya elaborado, dado que, la fijación de los salarios mínimos por las Autoridades respectivas se hace cada dos años, entrando en vigor cada nueva fijación, el día 10. de enero de cada año par, lo cual deberá preverse al analizar dichos precios unitarios. La no consideración de este aumento, puede implicar serias pérdidas para el contratista. El analista de precios unita-

rios hará esta previsión suponiendo un nuevo salario mínimo considerando un porcentaje de incremento basado en los aumentos sufridos por el salario mínimo en los dos o tres bienios anteriores inmediatos.

Las observaciones anteriores, relativas al incremento de salario mínimo en el D.F., en los últimos años, se muestran en la tabla No. 3.

Bienio	Salario Mínimo	Incremento en pesos	Incremento en porcentaje
58-59	\$ 12.00		
		2.50	20.8
60-61	14.50		
		3.00	20.7
62-63	17.50		
		4.00	22.9
64-65	21.50		
		3.50	16.3
66-67	25.00		
		3.25	13.0
68-69	28.25		
		4.25	15.0
70-71	32.50		
		5.50	16.9
72-73	38.00		
		6.84	18.0
SEPT. 73 - DIC. 73	44.84		
		7.16	16.0
ENE. 74 - AGTO. 74	52.00		
		11.40	22.0
SEPT. 74 - DIC. 75	63.40		
		15.20	24.0
ENE. 76 - DIC. 76	78.60		

Tabla No. 3

Podemos observar de la tabla No. 3, que en el período comprendido entre septiembre de 1973 y septiembre de 1974, se han tenido 3 incrementos en el salario mínimo, mismos que han motivado un alza considerable en el renglón Obra de Mano de los costos directos.

Por otro lado cabe señalar, que ya fué enviado para su estudio y aprobación, un proyecto de ley, para que sea actualizado el salario mínimo cada año, en vez de cada dos años como se venía realizando.

Por otro lado, es indispensable reconocer el hecho, de que el incremento del salario mínimo, afectará necesariamente a toda la escala de salarios. Al efecto, se ha hecho costumbre, que una vez conocido el nuevo salario mínimo, la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, lleve a cabo una retabulación de salarios y elabore y proponga una nueva escala de salarios, para las diversas categorías de trabajadores de la construcción.

Para dar idea de la escala normativa de salarios en el D. F., para el año de 1976, indicamos a continuación los salarios de las categorías más comunes:

<u>Categoría y especialidad:</u>	<u>Salario base:</u>
Maestro general	\$ 160.00 - \$ 180.00
Maestro fierrero	130.00 - 150.00
Oficial fierrero	100.00 - 120.00
Oficial albañil	100.00 - 120.00
Maestro carpintero	130.00 - 150.00
Oficial carpintero	100.00 - 120.00
Media cuchara	85.00 - 100.00
Peón	78.60

#### 3.4 INFONAVIT

Con el propósito 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 (INFONAVIT).

Dicho fondo está formado por las aportaciones que en efectivo hacen las empresas, del 5% sobre los salarios ordinarios de los traba-

jadores a su servicio (art. 136).

Como el pago de este 5% es sobre el salario ordinario durante los 365 días del año, y al estar considerando el costo por día laborado, tendremos que aplicar el siguiente coeficiente:

$$\frac{365 \text{ días de pago al INFONAVIT}}{291 \frac{5}{6} \text{ días laborados}} = 1.25\%$$

### 3.5. Seguro Social y Prestaciones.

De acuerdo con 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 propia Ley del Seguro Social, reformada el 12 de marzo de 1973.

La Ley comprende los siguientes seguros:

- I.- Riesgos de trabajo.
- II.- Enfermedades y maternidad.
- III.- Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte.
- IV.- Guarderías para hijos de aseguradas.

Debemos saber cuantificar el importe de las cuotas o primas-- del Seguro Social, ya que tiene enorme importancia en la elaboración de precios unitarios y específicamente en el aspecto "obra de mano".

Es importante hacer notar la responsabilidad que tiene un contratista ante el Seguro Social, del pago de las cuotas del personal de-- cualquiera de sus sub-contratistas, como pudieran ser: Yeseros, pin-

tores, herreros, etc. Lo anterior significa que el contratista deberá cubrir el importe de las primas, dado el caso en que los sub-contratistas omitan su pago.

Existen zonas en la República Mexicana en donde no hay Seguro Social, más como recomendación se debe incluir su importe en el aspecto obra de mano, ya que se acostumbra en los casos de no existencia, tomar seguros de grupo, cuyo importe por facilidad y seguridad para el cálculo de precios unitarios, se considera igual a la prima del Seguro Social que debe pagar el patrono por este servicio.

El artículo 42 de la Ley del Seguro Social, establece que corresponde al patrón pagar por su cuenta y cargo la cuota señalada para los trabajadores que sólo perciban el salario mínimo, así como la de los calificados como aprendices. Lo anterior significa que el patrón pagará íntegro el total de la cuota obrero-patronal, correspondiente al personal que perciba el salario mínimo fijado por la Ley.

A continuación presentamos las tablas Nos. 4 y 5, en las que se indica el importe que se debe cubrir, para distintos grupos de salario diario, correspondiente a los Seguros de Enfermedades y Maternidad (Art. 48, de la Ley del Seguro Social), y los Seguros de Invalidez, Vejez, Cesantía y Muerte (Art. 121), respectivamente.

SEGURO DE ENFERMEDADES Y MATERNIDAD				
SALARIO DIARIO			CUOTAS SEMANALES	
Grupo	Mas de	Hasta	Del patrón	Del trabajador
K	\$ - -	\$ 30.00	\$ 10.40	\$ 4.16
L	30.00	40.00	13.78	5.51
M	40.00	50.00	17.73	7.09
N	50.00	70.00	23.63	9.45
O	70.00	80.00	29.53	11.81
P	80.00	100.00	35.45	14.18
R	100.00	130.00	45.28	18.11
S	130.00	170.00	59.06	23.63
T	170.00	220.00	76.78	30.71
U	220.00	280.00	98.44	39.38
W	280.00	- -	5.625%	2.250%
			Sobre el salario de cotización	

Tabla No. 4

**SEGUROS DE INVALIDEZ, VEJEZ, CESANTIA Y MUERTE**

SALARIO DIARIO			CUOTAS SEMANALES	
Grupo	Más de	Hasta	Del patrón	Del trabajador
K	\$ - -	\$ 30.00	\$ 6.93	\$ 2.77
L	30.00	40.00	9.20	3.68
M	40.00	50.00	11.83	4.73
N	50.00	70.00	15.75	6.30
O	70.00	80.00	19.70	7.88
P	80.00	100.00	23.63	9.45
R	100.00	130.00	30.19	12.08
S	130.00	170.00	39.38	15.75
T	170.00	220.00	51.19	20.48
U	220.00	280.00	65.63	26.25
W	280.00	- -	3.75 %	1.50 %
			Sobre salario de coti- zación	

Tabla No. 5

El Artículo 78 de la Ley del Seguro Social, establece que para los efectos de la fijación de las cuotas del Seguro de Riesgos de Trabajo, un Reglamento especial determinará las clases de riesgos y los -- grados dentro de cada una de ellas.

De acuerdo con lo señalado en los artículos primero, décimo y décimo segundo del REGLAMENTO DE CLASIFICACION DE EMPRESAS Y GRADOS DE RIESGO PARA EL SEGURO DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES (Riesgos de Trabajo), los empresarios de la industria de la construcción deberán pagar una cuota con importe igual al 125% (ciento veinticinco por ciento) sobre el importe de la cuota obrero-patronal del Seguro de Invalidez, Vejez, Cesantía y Muerte, adicionalmente al total de la cuota semanal correspondiente al patrón por concepto de los seguros de Enfermedades y Maternidad; y de Invalidez, Vejez, Cesantía y Muerte. El patrón que en cumplimiento de estas Leyes asegure a su personal contra Riesgos de Trabajo, quedará relevado del cumplimiento de las obligaciones que sobre responsabilidad por Riesgos Profesionales establece la Ley Federal del Trabajo.

En base al párrafo anterior, incluimos una tabla que proporciona el Seguro Social a los empresarios, y que involucra las tablas anteriores (Nos. 4 y 5) y además presenta una columna adicional, que servirá como base para calcular el Seguro de Riesgos de Trabajo.

Dado que la Ley del Seguro Social indica que los 15 días consi-

derados como aguinaldo deberán también cubrir la cuota correspondiente, tenemos :

Días pagados en el año : 365 días

Aguinaldo : 15 días

Total días cotizados : 380 días

Coefficiente de Seguro Social :  $380/365 = 1.04$

Al obtener la cuota semanal de pago del Seguro Social y dividirla entre los 6 días laborados en la semana, debemos afectarla del coeficiente obtenido, por lo cual la división tendrá que hacerse entre :

$$6/1.04 = 5.77 \text{ días}$$

### 3.6 Guarderías

Con el fin de que las trabajadoras aseguradas en el IMSS, dispongan de un lugar apropiado donde cuiden a sus hijos durante las horas de trabajo, el 10. de abril de 1973, se creó el seguro de guarderías para hijos de aseguradas.

El monto de la prima correspondiente a este seguro, será el 1% de la cantidad que por salario paguen los patrones a todos sus trabajadores en efectivo por cuota diaria, con un límite superior de diez veces el salario mínimo general vigente en el Distrito Federal (Art. 191).

CUOTAS DEL SEGURO SOCIAL POR SEMANA Y GRUPO DE SALARIO						
GRUPO DE SALARIO	Más de \$	Hasta \$	TOTAL CUOTA SEMANAL			CUOTA SEMANAL OBRERO-PATRONAL De invalidez, vejez, cesantía y muerte \$
			Patrón \$	Asegurado \$	Total \$	
K	--	30.00	17.33	6.93	24.26	9.70
L	30.00	40.00	22.98	9.19	32.17	12.88
M	40.00	50.00	29.56	11.82	41.38	16.56
N	50.00	70.00	39.38	15.75	55.13	22.05
O	70.00	80.00	49.23	19.69	68.92	27.58
P	80.00	100.00	59.08	23.63	82.71	33.08
R	100.00	130.00	75.47	30.19	105.66	42.27
S	130.00	170.00	98.44	39.38	137.82	55.13
T	170.00	220.00	127.97	51.19	179.16	71.67
U	220.00	280.00	164.07	65.63	229.70	91.88
W	280.00	--	Variable	Variable	Variable	Variable

Tabla No. 6

A continuación presentamos como ejemplos, la obtención del costo diario-obrero para los siguientes casos :

Ejemplo No. 4. : Salario mínimo D.F. = \$ 78.60/día.

Ejemplo No. 5. : Oficial = \$ 110.00/día

Ejemplo No. 4.

OBTENCION DEL COSTO DIA-TRABAJADO PARA PEON EN EL DISTRITO FEDERAL, CONSIDERANDO EL SALARIO MINIMO ACTUAL DE \$ 78.60/DIA.

Se consideran las primas actuales del Seguro Social (enero -- 1976) y el impuesto sobre remuneraciones pagadas del 1%.

Salario diario.....\$ 78.60

Por prestaciones Ley Fed. Trab. -  
\$ 78.60 x 0.307..... 24.13

S u m a ..... \$ 102.73

Por educación: 1% = 0.01 x \$ 102.73 = .. 1.03

S u m a ..... \$ 103.76

Por Seguro Social :

Categoría o grupo de salario : "O"

	Del Patrón	Del trabajador	
De la Tabla No. 4	\$ 29.53	\$ 11.81	
De la Tabla No. 5	<u>19.70</u>	<u>7.88</u>	= \$ 27.58 (Cuota obrero patronal por seguro de invalidez, vejez, cesantía y muerte, tabla No. 6).
Sumas: Tabla No. 6	\$ 49.23	\$ 19.69	

Por ser salario mínimo en el D.F., el patrón debe pagar también la cuota (prima) correspondiente al trabajador.

Por lo que se tiene:

Total cuota semana obrero-patronal = \$ 49.23 + \$ 19.69 = \$ 68.92 (tabla 6)

125% sobre cuota obrero-patronal por seguro de invalidez, vejez, cesantía y muerte (tabla 6) (Riesgos de trabajo)..... = \$ 27.58 x \$ 1.25 = \$ 34.47

Suma Seguro Social por semana peón D.F..... = \$103.39

Cantidad que dividida entre los días laborados por semana, afectados -  
del coeficiente de Seguro Social:

$$\$ 103.39 / 5.77 = \$ 17.91 \text{ (Seguro Social peón / día laborado)}$$

Resumen costo diario peón por día trabajado en el D.F.

Salario base.....	\$ 78.60
Prestaciones.....	\$ 24.13 ✓ $\angle$ 18
Educación 1%.....	1.03 ✓
Seguro Social.....	<u>17.91</u> ✓
S u m a.....	\$ 121.67
INFONAVIT 5% x 1.25 x 78.60.....	4.91 ✓
Guarderías 1% x 78.60.....	<u>0.79</u> ✓
T O T A L.....	\$ 127.37

Ejemplo No. 5

OBTENCION DEL COSTO DIA-TRABA-  
JADO PARA OFICIAL, CONSIDERAN--  
DO COMO SALARIO BASE ACTUAL :  
\$ 110.00

Salario diario.....	\$ 110.00
Por prestaciones Ley Fed. del Tra - bajo: \$ 110.00 x 0.307.....	<u>33.77</u>
S u m a :.....	\$ 143.77
Por Educación 1% = 0.01 x \$ 143.77	<u>1.44</u>
S u m a :.....	\$ 145.21

Por Seguro Social :

Categoría o Grupo de Salario: "R"

	Del patrón	Del trabajador	
De la Tabla No. 4	\$ 45.28	\$ 18.11	
De la Tabla No. 5	<u>30.19</u>	<u>12.08</u>	= \$ 42.27 (Cuota obre- ro patronal por seguro de invali- dez, cesan- tía, vejez y muerte; ta- bla No. 6)
Sumas: tabla No. 6	\$ 75.47	\$ 30.19	

El patrón debe pagar la prima de: .....\$ 75.47 / semana.

El trabajador (se le debe descontar) paga..... 30.19 / semana.

Siguiendo la misma socuela del ejemplo 1, tenemos: (ver tabla No.,6)

Total cuota semanal del patrón.....= 45.28 + 30.19 = \$ 75.47

125% sobre cuota obrero-patronal por seguro de invalidez, vejez, cesantía y muerte (Riesgos de Trabajo)..... = 42.27 x 1.25 = \$ 52.84

Suma Seguro Social por semana oficial..... = \$128.31

Cantidad que dividida entre los días laborados por semana, afectados - del coeficiente de Seguro Social, nos da :

\$ 128.31/ 5.77 = \$ 22.24 (Seguro Social oficial/día trabajado).

Resumen costo diario oficial por día trabajado.

Salario base .....\$ 110.00

Prestaciones ..... 33.77

Educación: 1% ..... 1.44

Seguro Social ..... 22.24

Suma: ..... \$ 167.45

INFONAVIT 5% x 1.25 x 110.00 ..... 6.87

Guarderías 1% x 110.00 ..... 1.10

T O T A L ..... \$ 175.42

Es importante hacer notar que cuando existen tiempos extraordinarios varía generalmente el grupo de salario y por lo tanto el importe de las primas de Seguro Social.

Atendiendo a los salarios base considerados en el capítulo anterior, presentamos a continuación una tabla detallada (tabla 7), que incluye las columnas de: salario base, grupo de salario, séptimo día, -- impuesto para la educación sobre remuneraciones pagadas, Seguro So-

cial, total por día trabajado, porcentaje de todos los cargos con relación al salario base.

SALARIO BASE	GRUPO SALARIO	PRESTACIONES LEY FEDERAL - TRABAJO	EDUCACION 1%	SEGURO SOCIAL	INFONAVIT 5%	GUARDERIAS 1%	TOTAL POR DIA TRABAJADO	PORCENTAJE DE CARGOS - TOTALES SOBRE SALARIO BASE
65.00	N	19.95	0.85	11.60	4.06	0.65	102.11	57.09%
70.00	N	21.49	0.91	11.60	4.37	0.70	109.07	55.81%
75.00	O	23.02	0.98	14.51	4.68	0.75	118.94	55.58%
78.60 (Mínimo D.F.)	O	24.13	1.03	17.91	4.91	0.79	127.37	62.04%
80.00	O	24.56	1.04	14.51	5.00	0.80	125.91	57.38%
90.00	P	27.63	1.18	17.40	5.62	0.90	142.73	58.58%
100.00	P	30.70	1.31	17.40	6.25	1.00	156.66	56.66%
110.00	R	33.77	1.44	22.24	6.87	1.10	175.42	59.47%
120.00	R	36.84	1.57	22.24	7.50	1.20	189.35	57.79%
130.00	R	39.91	1.70	22.24	8.12	1.30	203.27	56.36%
150.00	S	46.05	1.96	29.00	9.37	1.50	237.89	58.58%
170.00	S	52.19	2.22	29.00	10.62	1.70	265.73	56.31%
190.00	T	58.33	2.48	37.70	11.87	1.90	302.28	59.09%
210.00	T	64.47	2.74	37.70	13.12	2.10	330.13	57.20%
230.00	U	70.61	3.00	48.33	14.37	2.30	368.61	60.26%
250.00	U	76.75	3.26	48.33	15.62	2.50	396.46	58.58%

Tabla No. 7

De la tabla No. 7, deducimos el porcentaje promedio que debe afectar al salario base para obtener el costo diario-obrero.

Suma de porcentajes..... = 926.78

Número de porcentajes..... = 16

Porcentaje promedio..... =  $926.78 / 16 = 57.92\%$

El dato anterior es aproximado y no tiene más intención que la de proporcionar una idea general al respecto. Un dato exacto se obtendría dando diferente peso a cada uno de los porcentajes individuales, en base a las distintas cantidades de personal de cada categoría que laborasen en una obra determinada. Si así se hiciera, el dato anterior del 57.92% con toda seguridad subiría, ya que en general el número de peones predomina en una obra, y es esta categoría la de porcentaje individual más elevado.

### 3.7 Condiciones de Seguridad.

El Artículo 123 Constitucional, fracción XV, establece que:

"El patrón estará obligado a observar en la instalación de sus establecimientos, los preceptos legales sobre higiene y salubridad, y 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 para la salud y la vida de los trabajadores la mayor garantía compatible con la naturaleza de la negociación, bajo las penas que al efecto establezcan las leyes".

El cumplimiento de lo anterior en una obra, origina conceptos cuyo costo, debe ser considerado para la elaboración de precios unita-

rios, reflejándose éste en la parte correspondiente a costos indirectos. Ejemplos de estos conceptos son: el uso de cascos, mascarillas, anteojos, botas, etc., tapias, barandales en rampas, andamios de seguridad, iluminación en áreas de circulación, etc.

### 3.8 Ejemplos de costos de obra de mano.

A continuación presentamos en forma de ilustración la obtención de los siguientes costos de obra de mano:

#### Ejemplo No. 6

COSTO OBRA DE MANO: EXCAVACION EN TIERRA SUELTA POR METRO CUBICO, A CIELO ABIERTO Y A MANO.

Obra de mano: (Para el D.F., enero 1976) (salario mínimo actual = \$ 78.60):

Costo diario obra de mano peón = \$ 127.37 (tabla No. 7)

El cabo, sobrestante y demás personal, que están al mando de este tipo de trabajos, se considera generalmente como un porcentaje o se aplica a costos indirectos, ya que este personal realiza diferentes actividades durante el día, según la obra de que se trate. Para el presente análisis no lo consideraremos.

Rendimiento:

Capacidad de una pala: 3.0 a 3.5 litros (depende del ángulo de reposo del material); usaremos 3.0 litros.

Ciclo por palada : 6 seg.

Número de horas efectivas por día = 7 hr x 3600 seg/hr = 25200 seg.

Eficiencia : 50 %

Coefficiente de abundamiento: 1.20

Rendimiento efectivo/día =  $\frac{25200}{6} \times \frac{0.50}{1.20} \times 0.003 = 5.25 \text{ m}^3/\text{día}.$

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

Aplicando el rendimiento obtenido al costo diario obra de mano, obtendremos:

Obra de mano excavación/m<sup>3</sup> = \$ 127.37 / 5.25 m<sup>3</sup> = \$ 24.26 / m<sup>3</sup>

**COSTO OBRA DE MANO EXCAVACION EN TIERRA SUELTA**

**A MANO Y A CIELO ABIERTO, POR METRO CUBICO..... \$ 24.26**

**Ejemplo No. 7**

**COSTO OBRA DE MANO: CORTE, HABILITADO Y COLOCACION DE FIERRO DE REFUERZO POR TONELADA.**

Obra de mano:

Personal	Salario base	Suma/día	T o t a l
1 maestro fierrero	\$ 130.00	\$ 203.27	\$ 203.27 (tabla 7)
3 oficiales	110.00	175.42	526.26 (tabla 7)
6 ayudantes	78.60	127.37	<u>764.22</u> (tabla 7)

Suma total por día trabajado.....\$ 1,493.75

Rendimiento:

Se determina por experiencias anteriores; depende de los diámetros de fierro que se habiliten y del sitio y facilidades de trabajo. - El personal supuesto habilita y coloca entre 0.8 y 1.2 toneladas de fierro por turno de trabajo. Consideraremos para el presente análisis un rendimiento de: 1.0 tons.

Obra de mano habilitado fierro/ton = \$ 1,493.75 / 1.0 = \$ 1,493.75/ton

**COSTO OBRA DE MANO CORTE, HABILITADO Y COLO**

**CACION DE FIERRO DE REFUERZO POR TONELADA \$ 1,493.75/ton**

Ejemplo No. 8COSTO OBRA DE MANO: CIMBRADO -  
Y DESCIMBRADO POR METRO CUA -  
DRADO CONTACTO EN LOSAS.

Obra de mano cimbrado:

Personal	Salario base	Suma/día	T o t a l
1 oficial	\$ 110.00	\$ 175.42	\$ 175.42 (tabla 7)
1 ayudante	78.60	127.37	<u>127.37</u> (tabla 7)
Suma por día trabajado.....			\$ 302.79

Rendimiento 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).Cimbrado por m<sup>2</sup> contacto: \$ 302.79 / 8.0 m<sup>2</sup>      = \$ 37.85 / m<sup>2</sup>

Obra de mano descimbrado:

Se considera el mismo personal del cimbrado,  
o sea: \$ 302.79 / día trabajado.

Rendimiento descimbrado:

Varía entre 40.0 y 60.0 m<sup>2</sup>/día; usaremos: 50 m<sup>2</sup>Descimbrado por m<sup>2</sup> contacto: \$ 302.79 / 50.0 m<sup>2</sup>      = \$ 6.06 / m<sup>2</sup>

COSTO OBRA DE MANO (CIMBRA) POR METRO

CUADRADO..... = \$ 43.91 / m<sup>2</sup>4. Equipo.4.1 Generalidades.

Quedó esbozado en el inciso correspondiente a "generalidades - sobre precios unitarios", que la capacidad de construcción de que disponga un contratista para la ejecución de una empresa, deberá estar -

en proporción de la misma, a fin de que sus operaciones sean conducidas en la forma más eficiente y económica posible, lo cual implica -- que los contratistas dispongan de la maquinaria de construcción adecuada, con la que puedan realizar las obras que les sean encomendadas, -- cumpliendo con los plazos de ejecución concertados en los respectivos contratos, así como con las especificaciones y procedimientos de construcción.

Una obra cualquiera podrá ser ejecutada mediante diversos procedimientos de construcción y empleando diferentes equipos. Empero, lógicamente, para ejecutar tal trabajo siempre existirá algún procedimiento y determinado equipo por medio de los cuales las operaciones -- del contratista sean realizadas en forma óptima desde el punto de vista de la economía y de la eficiencia de los trabajos.

En el mercado de la construcción se ofrece a los contratistas -- una nutrida variedad de maquinaria de diferentes marcas, modelos, -- capacidades, especificaciones de calidad, etc.; por parte del contratista deberán realizarse cuidadosos estudios a fin de determinar cuáles es la maquinaria más conveniente para la óptima ejecución de la obra -- u obras en que comprometa su organización constructora.

#### 4.2. Vida útil de la maquinaria.

En toda máquina, tanto durante los tiempos de su utilización, -- como durante los períodos 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, dentro --

de ciertas limitaciones, las diversas partes de la máquina deben ser reparadas o sustituidas para que la misma esté constantemente habilitada para trabajar y producir con eficiencia y economía. Empero, en el transcurso del tiempo, irremediamente 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, significa un gravamen para su propietario, lo cual ocurre cuando los gastos que se requieren para que la máquina produzca, excedan a los rendimientos económicos obtenidos con la misma; en otras palabras que la posesión y operación de tal máquina reportan pérdidas económicas y/o riesgos irracionales.

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 debidos a uso normal, vibraciones y fricción de sus partes móviles, manejo de diferentes operadores e irresponsabilidad de los mismos, descuidos técnicos, etc.

#### 4.3. Vida económica del equipo.

Por vida económica de una máquina, universalmente se entiende como el período de tiempo durante el cual, puede ésta operar en forma eficiente, realizando un trabajo económico, satisfactorio y oportuno, siempre y cuando la máquina sea correctamente conservada y mantenida.

Se consignaron en los párrafos anteriores las causas principales por las que toda máquina, a partir del momento en que empieza a ser utilizada en las labores de construcción que le corresponden, va sufriendo un constante demérito, por lo que para conservarla y mante

nerla en condiciones de satisfactorio funcionamiento, requiere de constantes erogaciones y gastos derivados de la operación y mantenimiento de la misma. A medida que aumenta la vida y el uso de la máquina, - la productividad de la misma tiende a disminuir y sus costos de operación van en constante aumento como consecuencia de los gastos cada vez mayores de su conservación y mantenimiento; así como porque las averías cada vez más frecuentes que la misma sufre, van aumentando los tiempos muertos o improductivos de la máquina, reduciendo por tanto su "disponibilidad", llegando incluso las suspensiones de actividad de la máquina a afectar la productividad de otras máquinas que se encuentran abasteciendo a la primera o trabajando conjugadamente con la misma en la ejecución de un cierto trabajo.

De la observación de "registros cuidadosos y detallados" de los costos de operación y mantenimiento de una máquina, fácilmente se determinará que, después de un cierto periodo de uso o de un tiempo, - los costos por hora de operación de la misma, en lo futuro, serán mayores que el promedio de costos obtenido durante sus operaciones anteriores, la máquina habrá llegado al fin de su período de vida económico, a partir del cual su operación resultaría antieconómica.

Al finalizar el período de vida económica de una máquina, solamente podrán presentarse cualquiera de los tres casos alternos siguientes:

- 1) Que por su patente estado de deterioro, la máquina indudablemente deba de ser definitivamente desechada, debiéndose vender para obtener algún rescate por la misma, ya que sea cual fuere su estado de deterioro, siempre tendrá valor de rescate, por ínfimo que es

te pueda ser.

2) 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 ventajosas con respecto al equipo de los competidores, a más de que con su empleo se correrán riesgos derivados de imprevisibles y súbitas averías que eventualmente podrán ocurrir, con lo que la máquina en cuestión tendrá que parar, y de paso podrá darse el caso de que la forzada inactividad de ésta, afecte a la "productividad de todo el conjunto de maquinaria que se encuentra trabajando conjugada y armónicamente con la misma en la ejecución de un cierto trabajo".

3) 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 costo de sus utilidades se vea 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.

A la "vida económica" del equipo, también se le denomina "vida efectiva", entendiéndose "efectiva" económicamente hablando. La ausencia de la observación anterior, constituye la diferencia entre "vida útil" y "vida económica".

En síntesis, las definiciones que giran en torno a la llamada vida económica de las máquinas señalan que es un período durante el cual se deben obtener los máximos beneficios durante su operación, pues el equipo puede continuar trabajando por más tiempo, pero las utilidades tenderán a disminuir. A este nuevo plazo se le conoce como vida útil, de modo que la fecha de terminación de la vida económica puede ser elástica en función de la política de ganancia que fije el dueño.

#### 4.4. Criterio de determinación de la vida económica.

Huelga mencionar que existen numerosos criterios fundados en especulaciones más o menos sólidas destinadas a la determinación de la vida económica (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 producida en el vecino país; más 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, condiciones que originan muchas veces, que los constructores tengan que seguir el criterio establecido en el punto 3) el inciso anterior.

A continuación presentamos ejemplos de la vida económica, en años y horas de algunos de los equipos más usuales de la industria de la construcción (tabla No. 8).

DESCRIPCION EQUIPO	VIDA ECONOMICA	
	en años	en horas
bombas autocebantes	3	3600
camiones volteo	5	10000
compresoras rotatorias	5	6000
excavadoras (dragas y palas)	5	10000
mezcladoras de concreto:		
3 1/2 S	2	3200
6 S	2.5	4000
11 S	2.5	4000
16 S	3	4800
motoconformadoras motor diesel	5	10000
motoescrapas	5	10000
perforadoras neumáticas:		
de mano	3	3600
de columna	4	4800
montadas sobre ruedas	5	8000
montadas sobre orugas	5	8000
pisones neumáticos	3	3600
plantas eléctricas	7	11200
plantas trituradoras portátiles	5	8000
rodillos pata de cabra	4	8000
rodillos lisos (aplanadoras)	7	14000
tractores de orugas	5	10000
palas cargadoras (traxcavos)	5	10000
vibradores de gasolina	3	4800
malacates de gasolina	3	4800

Tabla No. 8.

Se entiende que una máquina ya es económicamente obsoleta, - cuando ha alcanzado el término de su vida económica, quedando ade -- más totalmente amortizada la inversión del capital empleado en su ad -- quisición. Sin embargo, el concepto de obsolescencia es relativo, ya que puede suceder que mientras para un constructor cierto equipo re -- sulta obsoleto, para otro, en distintas condiciones financieras, de tra -- bajo, etc., no lo es.

#### 4.5. Valor de rescate de una máquina.

Se entiende por valor de rescate de una máquina el valor co -- mercial que tiene la misma al final de su vida económica.

Toda máquina usada, aún en el caso de que sólo amerite consi -- derársele como chatarra, siempre tiene un cierto valor de rescate. -- Se acostumbra considerar el valor de rescate, como un porcentaje del precio de adquisición de la máquina, que puede variar entre 5 % y --- 20 % ; como regla general se usa un 10 %.

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 de maquinaria.

La práctica de muchos años ha enseñado la conveniencia de es -- tructurar todos los análisis de costos sobre la base del costo de opera -- ción por hora de las máquinas y demás elementos que concurren a la -- ejecución de un trabajo, ya que a su vez los rendimientos de las máqui

nas y de los restantes elementos, siempre conviene expresarlos 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 siguientes cargos:

- 5.4.7. Cargos fijos.
- 5.4.8. Cargos por consumos.
- 5.4.9. Cargos de operación.

calculados por hora efectiva de trabajo, y en su caso por el "cargo de transporte" (5.4.10.).

4.4.1  
4.7. Cargos fijos.

Son los que se derivan de los correspondientes a:

- a) cargo por depreciación.
- b) cargo por inversión.
- c) cargo por seguros.
- d) cargo por almacenaje.
- e) cargos por mantenimiento mayor y menor.

4.4.1.1  
a) 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 muchas 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:

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

En donde:

D : depreciación por hora efectiva de trabajo.

Va : representa el valor inicial de la máquina considerándose como tal el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional, descontándose el valor de las llantas en su caso.

Vr : representa el valor de rescate de la máquina (ver inciso 5.4.5.).

Ve : representa la vida económica de la máquina expresada en horas de trabajo (ver inciso 5.4.4.).

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 período de 5 años, lo cual significa una depreciación -- anual del 20% del costo de adquisición de la máquina, esto es, siguiendo el criterio de depreciación lineal.

b) Cargo por inversión.

Cualquier organización, para comprar una máquina, adquiere los fondos necesarios en los bancos o mercados de capitales, pagando por ello 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 cualquier momento en proporción con la inversión no amortizada hasta ese momento. En síntesis podemos decir, que el "cargo por inversión", es el cargo equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en maquina-

rfa.

Está representado por la ecuación:

$$I = \frac{Va + Vr}{2Ha} i$$

En donde:

I : cargo por inversión por hora efectiva de trabajo.

Va : valor inicial de la máquina.

Vr : valor de rescate de la máquina.

Ha : número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año.

i : tasa de intereses anuales en vigor.

Podemos decir, que la tasa de interés (i), varía entre 12% y 15%.

c) 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, 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 (autoaseguramiento), de la maquinaria.

Este cargo está representado por:

$$S = \frac{Va + Vr}{2Ha} s$$

En la presente ecuación:

S : cargo por seguros por hora efectiva de trabajo.

Va : valor inicial de la máquina.

Vr : valor de rescate de la máquina.

Ha : número de horas efectivas que el equipo trabaja durante - el año.

s : prima anual promedio, expresada en por ciento anual del valor de la máquina (varía entre 2% y 4%).

4.6.4  
c) Cargo por almacenaje.

Es el cargo derivado de las erogaciones para cubrir la guarda y vigilancia de la maquinaria durante los períodos de su vida económica considerados como inactivos.

Incluye todos los gastos que se realizan por este motivo, como son: la renta y mantenimiento de las bodegas o patios de guarda y la vigilancia necesaria para la maquinaria.

Este cargo está representado por la ecuación:

$$A = KD$$

En donde:

A : representa el cargo por almacenaje por hora efectiva de trabajo.

K : representa un coeficiente calculado en relación con las rentas de los locales necesarios para guardar la maquinaria, las que a su vez estarán en función de las dimensiones de los mismos, de los salarios del personal de vigilancia, del tiempo de guarda considerado, o en base a experiencias anteriores. Este coeficiente "K" es muy variable y dependiente del equipo de que se trate; varía entre 0.05 y 0.10 aproximadamente.

D : representa la depreciación de la máquina calculada en el inciso (a).

U. 61.8  
d) 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 mayor y menor. En el mantenimiento mayor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar reparaciones a la maquinaria en talleres especializados, o aquellas que puedan realizarse en el campo, empleando personal especialista y que se requiera retirar la maquinaria de los frentes de trabajo por un tiempo considerable. Incluye: obra de mano, repuestos y renovaciones 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 efectúen en las propias obras; así como los 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 representada por:

$$M = QD$$

En la presente ecuación:

- M : cargo por mantenimiento mayor y menor por hora efectiva de trabajo.
- Q : representa un coeficiente que incluye tanto el mantenimiento mayor como el menor. Se calculará con base en experiencias estadísticas; varía para cada tipo de máquina y las distintas características del trabajo.

D : representa la depreciación de la máquina calculada en el inciso (a).

En la tabla No. 9, se presenta una relación de valores del coeficiente "Q" para diferentes tipos de maquinaria y equipo considerando depreciación lineal de los mismos.

"COSTO DE LAS REPARACIONES DE DIFERENTES TIPOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO, EXPRESADOS EN PORCIENTO DE LOS COSTOS DE DEPRECIACION LINEAL DE LOS MISMOS".	
100 % Q = 1.0	Aplanadoras, arados, bombas de alta presión, de pistón o de sumidero, botes para concreto, calderas, equipo marino, es-carificadores, escrepas, grúas de patas fijas, maquinaria -- para trabajar madera, moldes de acero, motoconformadoras pequeñas, motores de combustión interna y eléctricos, palas mecánicas, retroexcavadoras, rodillos "pata de cabra", sie-ras para madera, soldadores de acetileno, tolvas para con-creto, tractores con y sin cuchilla, transportadores portáti-les.
80 % Q = 0.8	Agitadores para concreto, automóviles, bombas para concre-to con motor de gasolina, bombas centrífugas, botes de alme-ja, camiones de volteo, compresores, dosificadoras, dragas de arrastre, equipo bituminoso (exceptuando estufas), gatos-hidráulicos, malacates eléctricos y de vapor, martinetes pa-rra clavar pilotes, mezcladoras de concreto de 1.5 m <sup>3</sup> o ma-yores, mezcladoras montadas en camión, mezcladoras de -- mortero de 400 litros, motoconformadoras, pavimentadoras, plantas trituradoras y clasificadoras pequeñas, repartidoras de piedra triturada, soldadoras con motor de gasolina, tol-vas para agregados, transportadores estacionarios, vagone-tas a volteo, vibradores de concreto, zanjadoras.
60 % Q=0.6	Aguzadoras, camiones (exceptuando los de volteo), cañones -neumáticos para concreto, cargadoras de canjilones, elevado-res de canjilones, grúas móviles, malacates de gasolina, -- mezcladoras de concreto tamaño mediano, mezcladoras pe-queñas para mortero, perforadora neumática, plantas de con-creto, quebradoras, remolques, rodillos, excepto los "pata-de cabra".
40 % Q= 0.4	Herramienta eléctrica de mano, herramienta neumática, mez-cladoras pequeñas para concreto, tubería.

Tabla No. 9.

4.8. Cargos por consumos.

Las máquinas empleadas en la construcción de las obras, generalmente son accionadas por motores de combustión interna, bien sean de 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, la que generalmente siempre opera desarrollando solamente una fracción de su potencia nominal total, por ejemplo, un camión requerirá del máximo de su potencia nominal únicamente cuando se esté acelerando, pero una vez lograda su velocidad de régimen o de trabajo, solo requerirá de una fracción de la potencia nominal de su motor. De igual forma, toda máquina al operar en condiciones normales, solamente, en promedio, necesita de un porcentaje de su potencia nominal total, lo cual se expresa aplicando a la potencia nominal, máxima o intermitente, un coeficiente llamado "factor de operación", el cual varía entre 50% y 90% con respecto a la 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, pero esta disminución se considera involucrada, para efecto de cálculo, en el factor

de operación.

Los cargos por consumos son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de:

- a) combustibles.
- b) otras fuentes de energía.
- c) lubricantes.
- d) llantas.

4.2.1  
a) Cargo por consumo de combustibles.

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:

$$E = e P_c$$

En la presente ecuación:

**E** : Cargo por consumo de combustibles, por hora efectiva de trabajo.

**e** : Representa la cantidad de combustible necesaria, por hora efectiva de trabajo, para alimentar los motores de las máquinas a fin de que desarrollen su trabajo dentro de las condiciones medias de operación de las mismas. Se determina en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice.

**P<sub>c</sub>**: Representa el precio del combustible que consume la máquina.

Para maquinaria de construcción dotada de motores de combustión interna, por procedimientos esencialmente estadísticos, se ha determinado que tienen los siguientes consumos promedios de combusti-

ble, por cada hora de operación y referidos al nivel del mar:

Motores de gasolina: 0.24 litros por H.P. op. / hora.
---

Motores diesel : 0.20 litros por H.P. op. / hora.
---

Refiriéndose tales consumos a la potencia efectivamente desarrollada como promedio horario por los motores, lo que significa que para calcular los consumos reales de los mismos, deberá de multiplicarse el factor de consumo correspondiente arriba señalado, por la "potencia de operación" (H.P. op.). Así por ejemplo, una máquina de motor diesel de 100 H.P., cuyo factor de operación sea de 0.70 (promedio), tendrá un consumo de combustible de:

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

2642 b) Cargo por consumo de otras fuentes de energía.

Cuando se utilicen otras fuentes de energía diferentes de los combustibles señalados en el inciso anterior, la determinación del cargo por la energía que se consuma requerirá un estudio especial en cada caso.

Hacemos mención únicamente de estos consumos, por no disponer aún de datos estadísticos que nos permitan valorar el cargo correspondiente a ellos, por estar originados por adelantos técnicos aún en proceso experimental.

2643 c) Cargo por consumo de lubricantes.

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

Este cargo está representado por:

$$L = a P_e$$

En la presente ecuación:

**L** : representa el cargo por consumo de lubricantes por hora efectiva de trabajo.

**a** : representa la cantidad de aceites necesaria por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación. Está determinada por la capacidad de los recipientes, los tiempos entre cambios sucesivos de aceites, la potencia del motor, el factor de operación de la máquina y un coeficiente determinado por la experiencia.

**P<sub>e</sub>** : representa el precio de los aceites, que consumen las máquinas.

Los consumos de aceite, incluyendo los cambios periódicos del mismo, 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.

$$a = C/t \pm 0.0030 \times \text{H.P. op.}$$

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

$$a = C/t \pm 0.0035 \times \text{H.P. op.}$$

En las ecuaciones anteriores:

**a** : cantidad de aceite necesaria por hora efectiva de trabajo, en litros.

**C** : capacidad del cárter en litros.

**t** : número de horas transcurridas entre dos cambios de aceite (Generalmente  $t = 100$  horas. Cuando abunda el polvo,  $t = 70$  horas).

**H.P. op.** : potencia de operación (potencia de placa del motor por el factor de operación).

u.6.2a

d) Cargo por consumo de llantas.

Las llantas del equipo de construcción, al igual que el propio equipo, sufren demérito derivado del uso de las mismas, por lo que es necesario, a más de repararlas y renovarlas periódicamente, reemplazarlas cuando han llegado al fin del período de 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 imparta, de las cargas a que operen y de las condiciones de las superficies de rodamiento de los caminos en que trabajen.

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

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

Este cargo está representado por:

$$L1 = \frac{V11}{Hv}$$

En la presente ecuación:

L1 : representa el cargo por consumo de llantas, por hora efectiva de trabajo.

V11 : representa el valor de adquisición de las llantas, considerando el precio para llantas nuevas de las características indicadas por el fabricante de la máquina.

Hv : representa las horas de vida económica de las llantas—tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determina de acuerdo con la experiencia, considerando los factores siguientes: velocidades máximas de trabajo, condiciones relativas al camino en que transiten, tales como pendientes, curvaturas, rodaje; posición en la máquina, cargas que soporten y climas en que se operen.

Estudios estadísticos sobre la observación de equipo de construcción pesada en presas, carreteras, canteras y minas, han establecido que la vida económica aproximada de una llanta es del orden de 80,000 kilómetros o 5,000 horas de operación normal. Pero, por otra parte, solamente en condiciones de obra muy 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. 10, los que están en función de las condiciones que priven en las obras.

#### FACTORES PARA DETERMINAR LA VIDA ECONOMICA DE LAS LLANTAS.

CONDICIONES	FACTOR
<b>1.- DE MANTENIMIENTO:</b>	
Excelentes.....	1.00
Medias.....	0.90
Deficientes.....	0.70
<b>2.- VELOCIDAD DE TRANSITO: (Máxima).</b>	
16 Km. por hora.....	1.00
32 Km. por hora.....	0.80
48 Km. por hora.....	0.60

3.-	CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO:	
	Tierra suave sin roca.....	1.00
	Tierra suave incluyendo roca.....	0.90
	Caminos bien conservados con superficie de grava compactada.....	0.70
	Caminos mal conservados con superficie de grava compactada.....	0.70
4.-	POSICION DE LAS LLANTAS:	
	En los ejes traseros.....	1.00
	En los ejes delanteros.....	0.90
	En el eje de tracción	
	Vehículos de descarga trasera.....	0.80
	Vehículos de descarga de fondo.....	0.70
	Motoescrapas y similares.....	0.60
5.-	CARGAS DE OPERACION:	
	Dentro del límite especificado por los fabricantes	1.00
	Con 20% de sobrecarga.....	0.80
	Con 40% de sobrecarga.....	0.50
6.-	DENSIDAD Y GRADO DE CURVAS EN EL CAMINO:	
	No existen.....	1.00
	Condiciones medias.....	0.90
	Condiciones severas.....	0.80
7.-	PENDIENTES DE LOS CAMINOS:	
	(Aplicable a las llantas del eje tractor)	
	A nivel.....	1.00
	6% como máximo.....	0.90
	10% como máximo.....	0.80
	15% como máximo.....	0.70
8.-	OTRAS CONDICIONES DIVERSAS:	
	Inexistentes.....	1.00
	Medias.....	0.90
	Adversas.....	0.80

En la práctica de la ejecución de las obras, se presentan múltiples condiciones adversas como por ejemplo: Que en ciertos tramos de los caminos abunden piedras sobre las superficies de rodamiento, que 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. 10.

En base a todo lo antes expuesto, se adjunta la tabla No. 11, en la que se consignan tabularmente los valores de los diversos factores (Tabla No. 10), aplicados para cada tipo de maquinaria de construcción, así como la vida económica calculada para las llantas de la misma. En el subrenglón superior correspondiente a cada tipo de maquinaria, se consignan los valores correspondientes a condiciones normales medias, en tanto que en el subrenglón inferior, se consignan los valores correspondientes a condiciones adversas. Las vidas económicas se obtuvieron multiplicando la vida óptima de las llantas, considerada del orden de 5,000 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 económica de las llantas de un camión pesado de acarreo de terracerías, para las condiciones normales, es el producto de:

$$H_v = 1.0 \times 0.90 \times 0.80 \times 0.95 \times 1.0 \times 0.85 \times 1.0 = 58.14\% \times 5,000 \text{ horas.}$$

$H_v \pm 2,900$  horas, valor que está consignado en la última columna de la tabla No. 11.

T A B L A No. 11

FACTORES DE CONSERVACION DE LAS LLANTAS DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION Y VIDA ECONOMICA DE LAS MISMAS

CONDICION:	1	2	3	4	5	6-7	8	FACTOR TOTAL	VIDA ECONOMICA
CAMIONES DE CARRETERA	1.0	0.85	0.90	0.95	1.0	0.90	1.0	65.407	3270 (*)
	0.9	0.90	0.80	0.95	1.0	0.70	0.90	38.783	1940 (*)
CAMIONES PESADOS DE TERRACERIAS	1.0	0.90	0.80	0.95	1.0	0.85	1.0	58.14	2900
	0.9	1.00	0.70	0.95	1.0	0.70	0.90	37.706	1900
ESCREPAS Y MOTOESCREPAS	1.0	1.00	0.80	0.75	1.0	0.85	1.0	51.0	2550
	0.9	1.00	0.70	0.75	1.0	0.70	1.0	33.07	1650
MOTO CONFORMADORAS	1.0	1.00	0.80	0.90	1.0	0.85	1.0	61.20	3060
	0.9	1.00	0.80	0.90	1.0	0.70	1.0	45.36	2270
PALAS CARGADORAS	1.0	1.00	0.80	0.90	1.0	0.85	1.0	61.20	3060
	0.9	1.00	0.80	0.90	1.0	0.85	0.9	49.57	2480
TRACTORES	1.0	1.00	0.80	0.80	1.0	0.85	1.0	54.40	2720
	0.9	1.00	0.80	0.80	1.0	0.70	0.9	36.288	1815
APISONADORAS	1.0	1.00	0.80	1.00	1.0	0.85	1.0	68.0	3400
	0.9	1.00	0.80	1.00	1.0	0.85	1.0	61.2	3060

(\*) NOTA.- En los subrenglones superiores se consignan los valores correspondientes a condiciones normales promedio.

En los subrenglones inferiores se consignan los valores correspondientes a condiciones adversas.

4.9. Cargos por operación.

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

Este cargo está representado por :

$$O = \frac{St}{H}$$

En la presente ecuación:

O : cargo por operación del equipo por hora efectiva de trabajo.

St : representa los salarios por turno del personal necesario para operar la máquina. Los salarios deberán comprender: salario base, cuotas patronales por seguro social, impuesto sobre remuneraciones pagadas, días festivos, vacaciones y aguinaldo.

H : representa las horas efectivas de trabajo que se consideren para la máquina, dentro del turno.

El salario base a que se refiere el factor "St", es aquel señalado en el tabulador vigente para operadores de maquinaria, atendiendo a la clase de máquina, capacidad y responsabilidad delegada al operador, condiciones generales del trabajo, etc., sin olvidar que dicho salario base estará indudablemente afectado por la Ley de "oferta y demanda". En la práctica puede darse el caso de que se fije al operador un salario base reducido, pero incrementándosele por medio de bonificaciones por hora efectiva de trabajo de la máquina, con lo que se logrará además que el operador tenga interés en mantener constantemen

te 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 y mantenimiento de las mismas; incluso, es práctica comunmente establecida por todas 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 responsables auxilien en los trabajos; y aún más, los operadores son los mejor avocados para vigilar que las reparaciones del equipo sean correctamente ejecutadas, puesto que ellos conocen íntimamente las deficiencias de la máquina a su cargo.

En la ejecución de cualquier trabajo, es prácticamente imposible que un 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, refrigerios, etc., con la finalidad de recobrase y serenarse; otras ocasiones debido a pequeñas reparaciones, ajuste y lubricación de las máquinas, puesto que sabido es que las mismas no pueden ni deben estar funcionando ininterrumpidamente durante un número indefinido de horas al día, ya que frecuentemente es necesario pararlas para fines de sus diver -

los servicios auxiliares de conservación.

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

Así pues, por cada hora cronológica, solamente se trabaja efectivamente un porcentaje de la misma, el que está profundamente influenciado por las condiciones de la obra y por la calidad de la administración o gestión de la empresa constructora. Por lo antes dicho, 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. 12.

FACTORES DE RENDIMIENTO DE TRABAJO EN FUNCION DE LAS CONDICIONES DE OBRA Y DE LA CALIDAD DE ADMINISTRACION.				
CONDICIONES DE LA OBRA	COEFICIENTE DE ADMINISTRACION 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

Tabla No. 12.

#### 4.10. Cargo por transporte.

En términos generales, el transporte de la maquinaria se consi  
dera como cargo indirecto, pero cuando sea conveniente a juicio del --  
cònstructor, podrá tomarse en cuenta dentro de los cargos directos, o  
como un concepto de trabajo específico.

Formato para el análisis del costo directo: hora-máquina.

<b>CONSTRUCTORA:</b> <u>Mises y Asociados S.A.</u>	Máquina: _____ Modelo: _____ Datos Adic: _____	Hoja No: _____ Calculo: _____ Revisó: _____ Fecha: _____
<b>OBRA:</b> <u>40</u>		

**DATOS GENERALES.**

Precio adquisición: \$ _____ Equipo adicional: _____ Valor inicial (Vo): \$ _____ Valor rescate (Vr): % = \$ _____ Tasa interes (i): % _____ Prima seguros (s): % _____	Fecha cotización: _____ Vida económica (Ve): _____ años Horas por año (Ha): _____ hr/año Motor: _____ de _____ HP. Factor operación: _____ Potencia operación: _____ HP.op. Coeficiente almacenaje (K): _____ Factor mantenimiento (Q): _____
--	--

**I.- CARGOS FIJOS.**

a) Depreciación:	$D = \frac{V_o - V_r}{V_e}$	= _____	x \$ _____	
b) Inversión:	$I = \frac{V_o + V_r}{2 Ha}$	= _____	= _____	
c) Seguros:	$S = \frac{V_o + V_r}{2 Ha}$	= _____	= _____	
d) Almacenaje:	A = KD	= _____	= _____	
e) Mantenimiento:	M = QD	= _____	= _____	
<b>SUMA CARGOS FIJOS POR HORA</b>				\$ _____

**II.- CONSUMOS.**

a) Combustible:	E = e Pc			
	Diesel: E = 0.20 x _____ HP. op. x \$ _____ /lt.	= _____	= _____	
	Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x \$ _____ /lt.	= _____	= _____	
b) Otras fuentes de energía:		= _____	= _____	
c) Lubricantes:	L = a Pe			
	Capacidad carter: C = _____ litros			
	Cambios aceite: t = _____ horas			
	$a = C/t + \left[ \begin{matrix} 0.0035 \\ 0.0030 \end{matrix} \right] \times \text{HP. op.}$	= _____	= _____	
	∴ L = _____ lt/hr x \$ _____ /lt.			
d) Llantas:	$LI = \frac{V_{ll} (\text{valor llantas})}{H_v (\text{vida económica})}$			
	Vida económica: H <sub>v</sub> = _____ horas			
	∴ LI = \$ _____			
<b>SUMA CONSUMOS POR HORA</b>				\$ _____

**III.- OPERACION.**

Salarios: S	operador: \$ _____			
	Sal/turno-prom: \$ _____			
	Horas/turno-prom.: (H)			
	H = 8 horas x _____ (factor rendimiento) = _____ horas			
	∴ Operación = O = $\frac{S}{H}$ = \$ _____			
<b>SUMA OPERACION POR HORA</b>				\$ _____

**COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ \_\_\_\_\_**

#### 4.12. Cargo unitario por maquinaria.

Se expresa como el cociente del costo directo por hora-máquina entre el rendimiento horario de dicha máquina.

Este cargo está representado por:

$$\text{CM} = \frac{\text{HMD}}{\text{RM}}$$

En donde:

CM : representa el cargo unitario por maquinaria.

HMD : costo directo de hora-máquina.

RM : rendimiento horario, expresado en la unidad de que se trate.

Ejemplos de obtención de costos directos hora - máquina

Ejemplo No. 9

CONSTRUCTORA: <u>X</u>	Máquina: <u>REVOLVEDORA CONCR.</u>	Hoja No: <u>1</u>
	Modelo: <u>3 1/2 WORTHINGTON</u>	Calculo: <u>J.A.C.</u>
	Datos Adic: <u>GASOLINA PORTATIL</u>	Revisó: <u>G.L.G.</u>
OBRA: <u>35</u>		Fecha: <u>ENERO/76</u>

DATOS GENERALES.

Precio adquisición: \$ 16,500.00 Fecha cotización: ENERO/76  
 Equipo adicional: \_\_\_\_\_ Vida económica (Ve): 2 años  
 Valor inicial (Va): \$ 16,500.00 Horas por año (Ha): 1,600 hr/año  
 Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 1,650.00 Motor: GASOLINA de 3.5 HP.  
 Tasa interes (i): 14 % Factor operación: 0.70  
 Prima seguros (s): 3 % Potencia operación: 2.4 HP.op.  
 Coeficiente almacenaje (K): 0.05  
 Factor mantenimiento (Q): 0.40

I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:  $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{16,500 - 1,650}{2 \times 1,600} = \$ 4.64$   
 b) Inversión:  $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{16,500 + 1,650}{2 \times 1,600} \cdot 0.14 = 0.79$   
 c) Seguros:  $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{16,500 + 1,650}{2 \times 1,600} \cdot 0.03 = 0.17$   
 d) Almacenaje:  $A = KD = 0.05 \times 4.64 = 0.23$   
 e) Mantenimiento:  $M = QD = 0.40 \times 4.64 = 1.86$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 7.69

II.- CONSUMOS.

a) Combustible:  $E = e P_c$   
 Diesel:  $E = 0.20 \times \underline{2.4} \text{ HP. op.} \times \$ \underline{2.10} / \text{lt.} = \$ 1.21$   
 Gasolina:  $E = 0.24 \times \underline{2.4} \text{ HP. op.} \times \$ \underline{2.10} / \text{lt.} = 1.21$   
 b) Otros fuentes de energía: \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_  
 c) Lubricantes:  $L = a P_e$   
 Capacidad carter:  $C = \underline{2}$  litros  
 Cambios aceite:  $\tau = \underline{30}$  horas  
 $a = C/\tau + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times \underline{2.4} \text{ HP. op.} = \underline{0.07} \text{ lt/hr.}$   
 $\therefore L = \underline{0.07} \text{ lt/hr} \times \$ \underline{7.80} / \text{lt.} = 0.55$   
 d) Llantas:  $LI = \frac{V_{ll} (\text{valor llantas})}{H_v (\text{vida económica})}$   
 Vida económica:  $H_v = \underline{\quad}$  horas  
 $\therefore LI = \$ \underline{\quad} = \underline{\quad}$

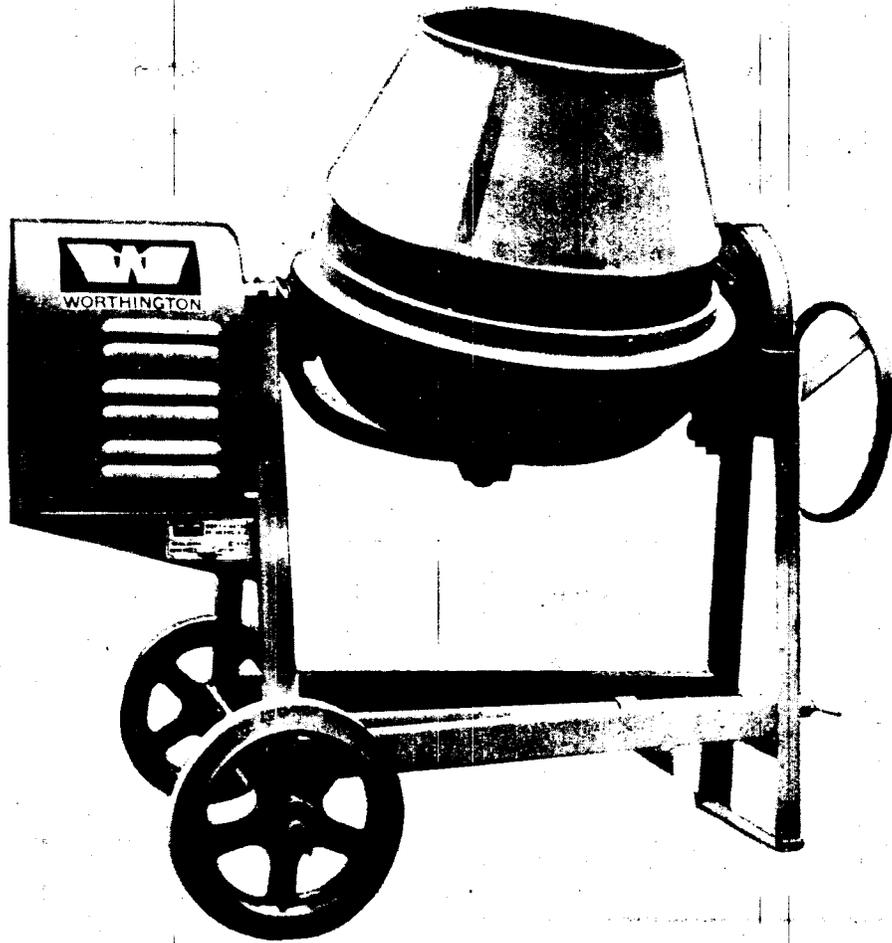
SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 1.76

III.- OPERACION.

Salarios: S  
 operador: \$ 142.73  
 Sal/turno-prom: \$ 142.73  
 Horas/turno-prom.: (H)  
 $H = 8 \text{ horas} \times \underline{0.75} (\text{factor rendimiento}) = \underline{6} \text{ horas}$   
 $\therefore \text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \$ \frac{142.73}{6} = \$ 23.79$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 23.79

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 33.24



CONSTRUCTORA: <u>X</u>	Máquina: <u>CATERPILAR D8</u>	Hoja No.: <u>2</u>
	Modelo: <u>H<sup>o</sup> 46A 15463</u>	Calculo: <u>J.A.C.</u>
OBRA: <u>35</u>	Datos Adic.: <u>RIPPER N<sup>o</sup> 8</u>	Revisó: <u>G.J.G.</u>
		Fecha: <u>ENERO/76</u>

**DATOS GENERALES.**

Precio adquisición: \$ 2'000,000<sup>00</sup> Fecha cotización: ENERO/76  
 Equipo adicional: \_\_\_\_\_  
 Vida económica (Ve): 5 años  
 Horas por año (Ha): 2,000 hr/año  
 Motor: DIESEL de 270 HP.  
 Valor inicial (Va): \$ 2'000,000<sup>00</sup> Factor operación: 0.70  
 Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 200,000<sup>00</sup> Potencia operación: 189 HP.op.  
 Tasa interés (i): 14 % Coeficiente almacenaje (K): 0.08  
 Prima seguros (s): 3 % Factor mantenimiento (Q): 1.00

**I.- CARGOS FIJOS.**

a) Depreciación:  $D = \frac{V_o - V_r}{V_e} = \frac{2'000,000 - 200,000}{10,000} = \$ 180.00$   
 b) Inversión:  $I = \frac{V_o + V_r}{2 Ha} = \frac{2'000,000 + 200,000}{2 \times 2000} \cdot 0.14 = 77.00$   
 c) Seguros:  $S = \frac{V_o + V_r}{2 Ha} = \frac{2'000,000 + 200,000}{2 \times 2000} \cdot 0.03 = 16.50$   
 d) Almacenaje:  $A = KD = \frac{0.08 \times 180.00}{1} = 14.40$   
 e) Mantenimiento:  $M = QD = \frac{1.00 \times 180.00}{1} = 180.00$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 467.90

**II.- CONSUMOS.**

a) Combustible:  $E = e Pc$   
 Diesel:  $E = 0.20 \times 189 \text{ HP.op.} \times \$ 0.52 / \text{lt.} = \$ 19.65$   
 Gasolina:  $E = 0.24 \times \text{HP.op.} \times \$ / \text{lt.} =$   
 b) Otras fuentes de energía: \_\_\_\_\_  
 c) Lubricantes:  $L = a Pc$   
 Capacidad carter:  $C = 36$  litros  
 Cambios aceite:  $\uparrow = 100$  horas  
 $a = C/\uparrow + \frac{0.0035}{0.0030} \times 189 \text{ HP.op.} = 1.02 \text{ lt./hr.}$   
 $\therefore L = 1.02 \text{ lt./hr} \times \$ 7.80 / \text{lt.} = 7.95$   
 d) Llantas:  $LI = \frac{VIL \text{ (valor llantas)}}{Hv \text{ (vida económica)}}$   
 Vida económica:  $Hv =$  \_\_\_\_\_ horas  
 $\therefore LI =$  \_\_\_\_\_ horas

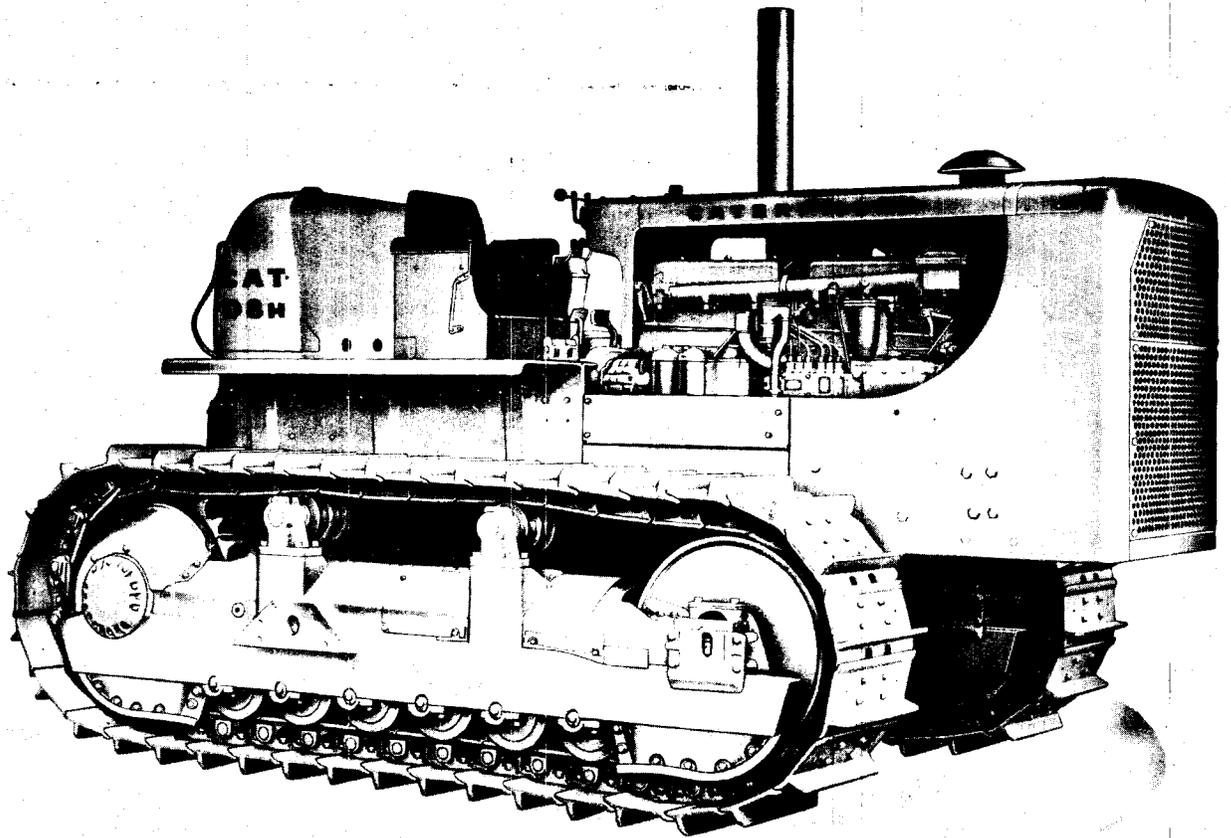
SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 27.60

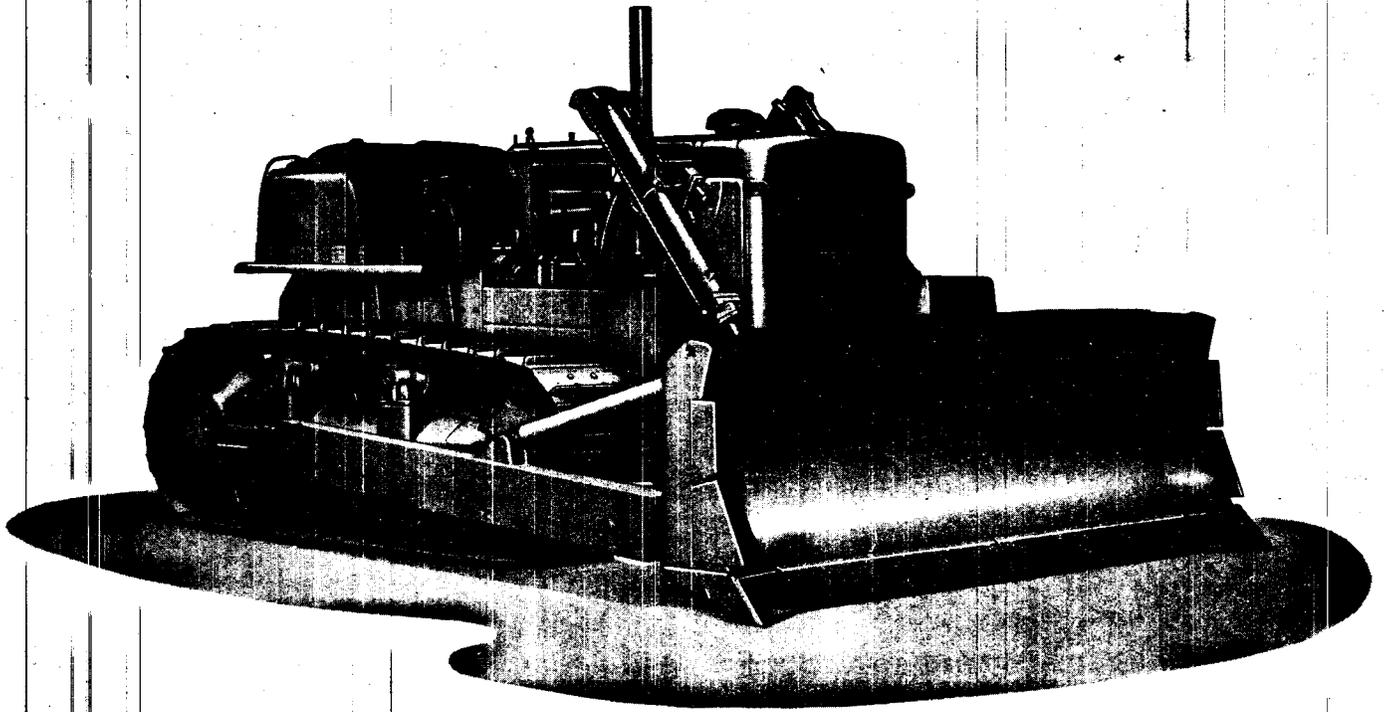
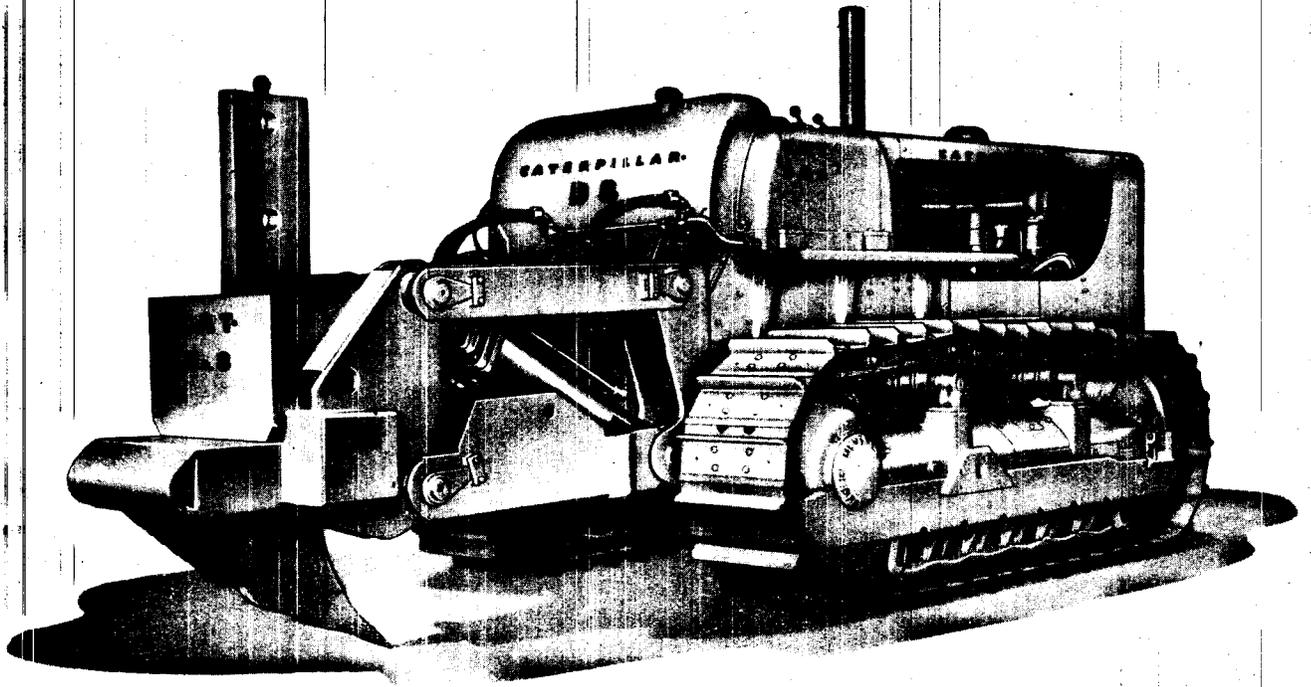
**III.- OPERACION.**

Salarios: S  
 operador: \$ 283.95  
 Sal/turno-prom: \$ 283.95  
 Horas/turno-prom.: (H):  
 $H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6.00 \text{ horas}$   
 $\therefore \text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{283.95}{6} \text{ horas} = \$ 47.33$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 47.33

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 542.83





CONSTRUCTORA: <u>X</u>	Máquina: <u>MOTOCREPA LE TOURNEAU</u>	Hoja No.: <u>3</u>
	Modelo: <u>G. EGREPA 183 M3</u>	Calculo: <u>J.A.C.</u>
OBRA: <u>35</u>	Datos Adic.: <u>MOTOR GM 8V-71</u>	Revisó: <u>G.L.G.</u>
	<u>67</u>	Fecha: <u>ENERO/76</u>

## DATOS GENERALES.

Precio adquisición: \$ 2'200 000<sup>00</sup>  
 Equipo adicional: 200 000<sup>00</sup>  
 Valor inicial (Vo): \$ 2'000,000<sup>00</sup>  
 Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 220,000<sup>00</sup>  
 Tasa interés (i): 14 %  
 Prima seguros(s): 3 %

Fecha colización: ENERO/76  
 Vida económica (Ve): 5 años  
 Horas por año (Ha): 2000 hr/año  
 Motor: DIESEL de 290 HP.  
 Factor operación: 0.65  
 Potencia operación: 188.5 HP.op.  
 Coeficiente almacenaje (K): 0.08  
 Factor mantenimiento (Q): 1.00

## I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:  $D = \frac{V_o - V_r}{V_e} = \frac{2,000,000 - 220,000}{10,000} = \$ 178.00$   
 b) Inversión:  $I = \frac{V_o + V_r}{2 Ha} = \frac{2,000,000 + 220,000}{2 \times 2000} = 77.70$   
 c) Seguros:  $S = \frac{V_o + V_r}{2 Ha} = \frac{2,000,000 + 220,000}{2 \times 2000} = 16.65$   
 d) Almacenaje:  $A = KD = 0.08 \times 178.00 = 14.24$   
 e) Mantenimiento:  $M = QD = 1.00 \times 178.00 = 178.00$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 464.59

## II.- CONSUMOS.

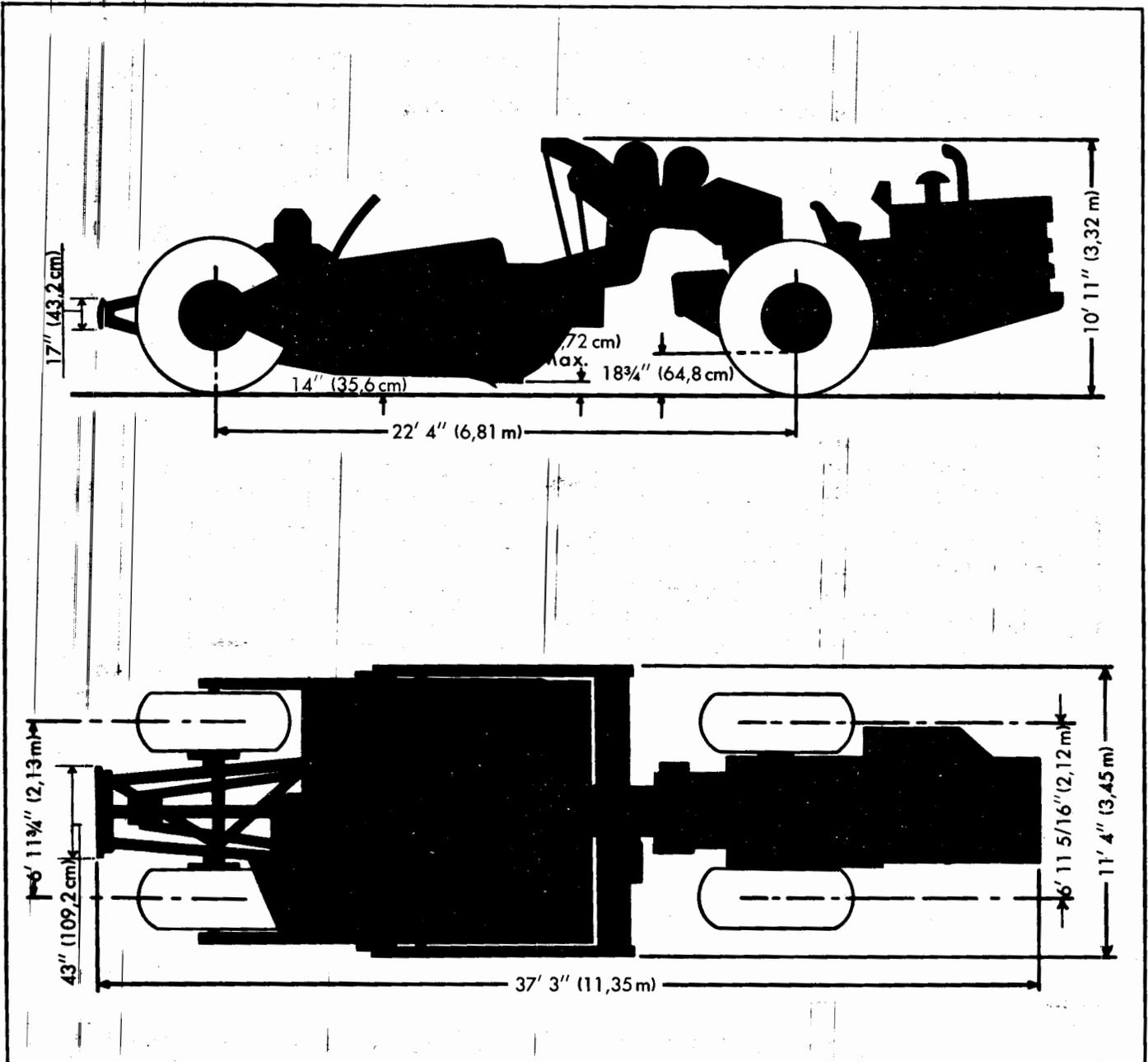
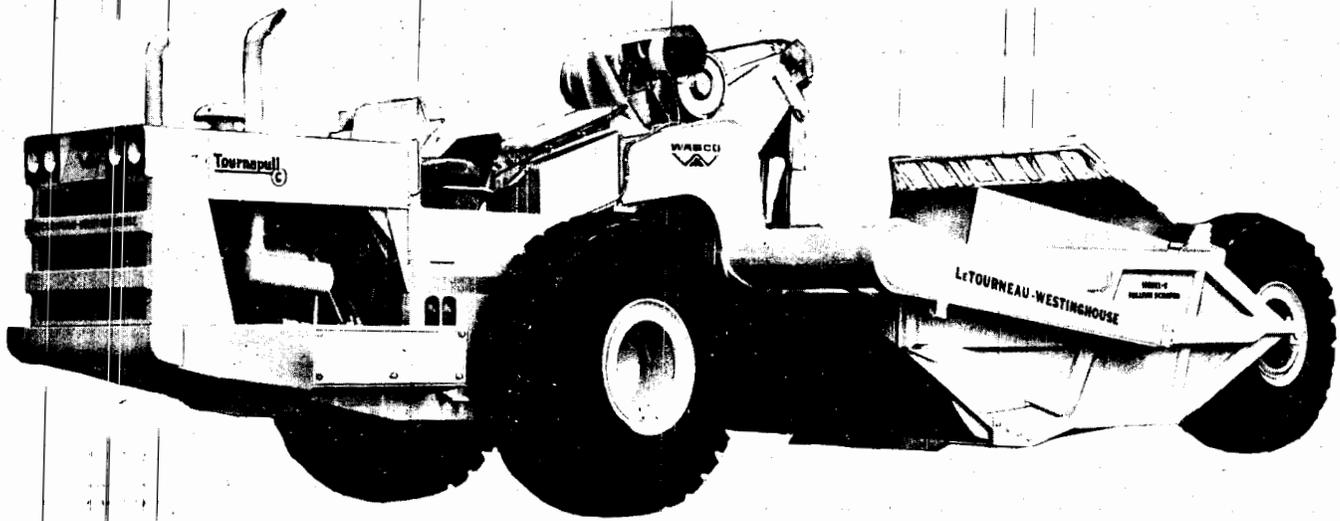
a) Combustible:  $E = e P_c$   
 Diesel:  $E = 0.20 \times 188.5 \text{ HP. op.} \times \$ 0.52 / \text{lt.} = \$ 19.60$   
 Gasolina:  $E = 0.24 \times \text{HP. op.} \times \$ / \text{lt.} =$   
 b) Otros fuentes de energía:  $=$   
 c) Lubricantes:  $L = a P_e$   
 Capacidad cárter:  $C = 30$  litros  
 Cambios aceite:  $t = 100$  horas  
 $a = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times 188.5 \text{ HP. op.} = 0.96 \text{ lt./hr.}$   
 $\therefore L = 0.96 \text{ lt./hr} \times \$ 7.80 / \text{lt.} = 7.49$   
 d) Llantas:  $LI = \frac{V_{ll} (\text{valor llantas})}{H_v (\text{vida económica})}$   
 Vida económica:  $H_v = 2,550$  horas  
 $\therefore LI = \frac{\$ 200,000}{2,550 \text{ horas}} = 78.43$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 105.52

## III.- OPERACION.

Salarios: S  
 operador: \$ 283.95  
 Sol/turno-prom: \$ 283.95  
 Horas/turno-prom.: (H)  
 $H = 8 \text{ horas} \times 0.75 (\text{factor rendimiento}) = 6.00 \text{ horas}$   
 $\therefore \text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{\$ 283.95}{6.00 \text{ horas}} = \$ 47.33$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 47.33COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 617.44



<b>CONSTRUCTORA:</b> <u>X</u>	Máquina: <u>VIBRADOR CONCRETO</u>	Hoja No.: <u>4</u>
	Modelo: <u>MECSA W-1</u>	Calculo: <u>J.A.C.</u>
<b>OBRA:</b> <u>35</u>	Datos Adic: <u>WICONSIA BKND</u>	Revisó: <u>G+G</u>
		Fecha: <u>ENERO/76</u>

**DATOS GENERALES.**

Precio adquisición: \$ 10,000<sup>00</sup> Fecha cotización: ENERO/76  
 Equipo adicional: \_\_\_\_\_ Vida económica (Ve): 3 años  
 Horas por año (Ha): 1,600 hr/año  
 Motor: GASOLINA de 7.0 HP.  
 Valor inicial (Va): \$ 10,000<sup>00</sup> Factor operación: 0.60  
 Valor rescate (Vr): 5 % = \$ 500<sup>00</sup> Potencia operación: 4.20 HP.op.  
 Tasa interés (i): 14 % Coeficiente almacenaje (K): 0.05  
 Primos seguros (s): 3 % Factor mantenimiento (Q): 0.80

**I.- CARGOS FIJOS.**

a) Depreciación:  $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{10,000^{00} - 500^{00}}{3 \times 1,600} = \$ 1.98$   
 b) Inversión:  $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{10,000 + 500}{2 \times 1,600} \cdot 0.14 = 0.46$   
 c) Seguros:  $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{10,000 + 500}{2 \times 1,600} \cdot 0.03 = 0.10$   
 d) Almacenaje:  $A = KD = 0.05 \times 1.98 = 0.10$   
 e) Mantenimiento:  $M = QD = 0.80 \times 1.98 = 1.58$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 4.22

**II.- CONSUMOS.**

a) Combustible:  $E = e P_c$   
 Diesel:  $E = 0.20 \times \text{HP op.} \times \$ \text{ /lt.} = \$$   
 Gasolina:  $E = 0.24 \times 4.2 \text{ HP op.} \times \$ 2.10 \text{ /lt.} = 2.12$   
 b) Otras fuentes de energía: \_\_\_\_\_  
 c) Lubricantes:  $L = a P_e$   
 Capacidad cárter:  $C = 2$  litros  
 Cambios aceite:  $t = 30$  horas  
 $a = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times 4.2 \text{ HP op.} = 0.08 \text{ lt/hr.}$   
 $\therefore L = 0.08 \text{ lt/hr} \times \$ 7.80 \text{ /lt.} = 0.62$   
 d) Llantas:  $LI = \frac{V_{ll} (\text{valor llantas})}{H_v (\text{vida económica})}$   
 Vida económica:  $H_v =$  \_\_\_\_\_ horas  
 $\therefore LI = \$$  \_\_\_\_\_ horas

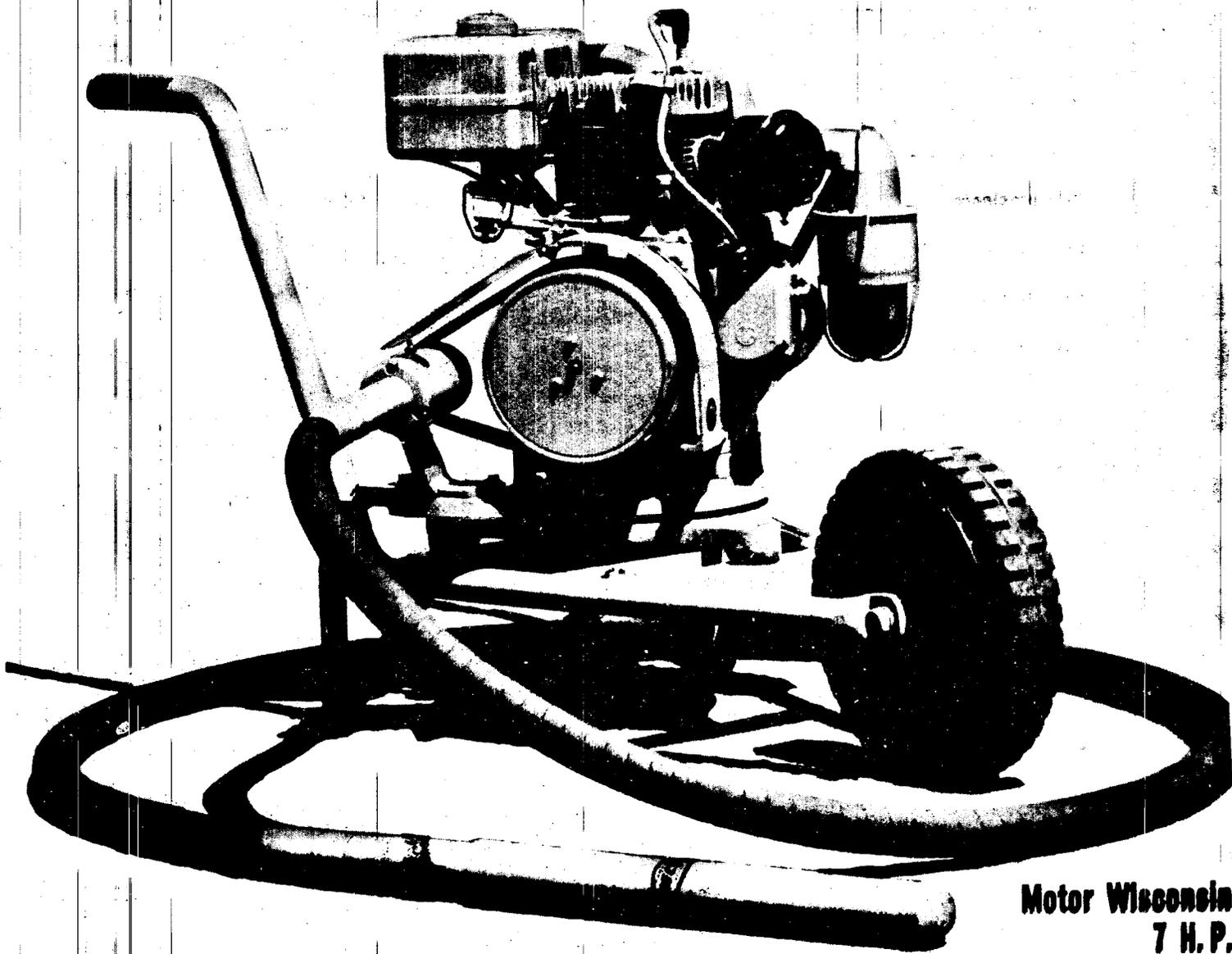
SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 2.74

**III.- OPERACION.**

Salarios:  $S$   
 operador: \$ 142.73  
 Sal/turno-prom: \$ 142.73  
 Horas/turno-prom.: (H)  
 $H = 8 \text{ horas} \times 0.75 (\text{factor rendimiento}) = 6 \text{ horas}$   
 $\therefore \text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{142.73}{6} \text{ horas} = \$ 23.79$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 23.79

**COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 30.75**



**Motor Wisconsin  
7 H. P.**



FACULTAD DE INGENIERIA

## 5. Costos indirectos.

### 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 la prosecución de todas sus operaciones en las obras a su cargo.

Los indirectos propios de cada obra particular, son perfectamente previsible, es decir, 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.

A grandes rasgos, podemos clasificar los aspectos que dan lugar a los costos indirectos, dentro de los cinco grupos siguientes:

5.5.2. Administración central.

5.5.3. Administración y Gastos Generales de obra.

5.5.4. Financiamiento.

5.5.5. Fianzas, seguros, etc.

5.5.6. Imprevistos.

**G- 612545**

### 5.2. Administración central.

Toda empresa constructora racionalmente organizada, deberá--

estar dotada de cuerpos administrativos que estén encargados de conducir, controlar y vigilar todas las operaciones de la propia empresa, así como de servir de enlace entre las diversas dependencias que forman parte de la misma.

Dentro de la administración central, algunos de los renglones de gastos más importantes son:

Honorarios de Directivos y Ejecutivos.

Honorarios y sueldos de personal administrativo.

Salarios de personal de servicio (mozos, veladores, choferes, etc.).

Pasajes y viáticos del personal de administración central.

Gastos de representación.

Consultorías y asesorías.

Estudios e investigaciones.

Iguales asuntos jurídicos y fiscales.

Seguro social e impuesto sobre remuneraciones pagadas.

Depreciación, rentas y mantenimiento de edificios, talleres, bodegas, etc.

Depreciación de muebles y enseres.

Amortización de gastos de organización.

Previsión para cuentas de cobro dudoso.

Previsión para períodos de inactividad.

Depreciación, renta y operación de vehículos.

Servicios médicos de emergencia.

Indemnizaciones.

Gastos de oficina: Papelería y útiles de escritorio, correos, -  
telégrafos, teléfonos, luz, gas, radio, situaciones de  
fondos, copias y duplicados, otros consumos, suscrip-  
ciones y cuotas, conservación, etc..

Preparación de concursos no ganados.

Publicidad y promoción.

Donativos.

El monto de los gastos correspondientes a la administración --  
central es muy variable dependiendo de la magnitud de la empresa. Se  
acostumbra expresarlo como un porcentaje del costo directo total de -  
las obras que ejecuta la empresa en un período dado, razón por la ---  
cual, este porcentaje debe ser ajustado periódicamente en base a di --  
cho monto. En forma estadística podemos afirmar que la administra-  
ción central representa entre un 3% y un 8% del costo directo total de -  
las obras de la empresa.

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

Los conceptos que constituyen este grupo, los podemos desglo-  
sar en los siguientes aspectos:

- a) Honorarios, sueldos y prestaciones.
- b) Previsiones generales.
- c) Instalaciones y obras provisionales.
- d) Transportes, fletes y acarreos.
- e) Gastos de oficina.
- f) Varios.

#### a) Honorarios, sueldos y prestaciones.

Este aspecto cubre todas las erogaciones originadas por el per\_

sonal técnico-administrativo que en el campo, dirige y supervisa la -- ejecución de los trabajos. En dicha organización de dirección y superintendencia se incluye desde la jerarquía suprema de la residencia, -- que suele ser un ingeniero superintendente o residente general, hasta sobrestantes, cabos y demás.

Dentro de este aspecto quedan involucrados los siguientes renglones:

Honorarios de superintendente e ingenieros auxiliares.

Honorarios y sueldos de personal administrativo y de servicios (Jefe de oficina, secretarias, pagador, oficinistas, almacenistas, laboratoristas, etc.).

Sueldos y salarios de personal obrero (Bodegueros, mecánicos, soldadores, choferes, veladores, etc.).

Seguro Social e impuesto sobre remuneraciones pagadas.

Pasajes y viáticos.

Sueldos en tránsito.

Compensaciones y gratificaciones.

Consultores técnicos en aspecto de obra definida.

Etc.

b) Previsiones generales.

Dentro de este aspecto involucramos todas las provisiones que deben hacerse, relativas a obra de mano, equipo y materiales, como -- pueden ser:

Previsión por aumento de salarios.

Previsión por horas extras y días festivos.

Previsión por salarios muertos por condiciones climatológicas.

Previsión por horas ociosas del equipo, debidas a condiciones climatológicas o falta de refacciones.

Etc.

c) Instalaciones y obras provisionales.

Incluimos dentro de 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:

Campamento: oficinas de obra, talleres, bodegas, almacenes, comedores, dormitorios, laboratorio de campo, patios de almacenamiento. etc.

Conservación y mantenimiento de las estructuras anteriores.

Construcción y conservación de caminos de acceso.

Instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de gas, etc. y su conservación.

Tapiales y cercas.

Muelles.

Señalamientos.

Casetas de vigilancia.

Instalaciones deportivas y recreativas.

Escuela.

Iglesia.

Instalaciones para servicios médicos.

Etc.

d) Transportes, fletes y acarreos.

En este aspecto se agrupan los gastos originados por:

Consumos y amortización de vehículos del servicio general de la obra.

Fletes de materiales y equipo, etc., no incluidos en el costo --  
directo:

Etc.

e) Gastos de oficina.

Papelería y útiles de escritorio.

Correo, telégrafos, teléfono, radio.

Situaciones bancarias.

Copias y duplicados de planos y documentos.

Consumos de luz, gas, etc.

Relaciones públicas, donativos, atenciones, etc.

Suscripciones y cuotas.

Envíos.

Pasajes y transportes locales.

Amortización de muebles y enseres de oficina.

Amortización de equipo de ingeniería.

Etc.

f) Varios.

En este aspecto se involucran otras erogaciones, como pueden  
ser:

Sindicatos.

Amortización y consumos de equipo y herramienta de talleres.

Control de calidad.

Ingeniería de seguridad.

Riestos de obras terminadas, (reclamaciones posteriores).

Conservación de la obra hasta la entrega.

Derechos de paso y usufructo.

Letreros en general.

Servicios médicos de emergencia.

Intercomunicación.

Limpieza de obra en proceso y para entrega.

Desmantelamientos.

Rupturas y reposiciones (Ductos, pavimentos, cables, etc.).

Etc..

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

#### 5.4. Financiamientos.

Este es un factor de costo de vital importancia, cuya imprevisión puede tener graves consecuencias en los resultados finales de una obra, y aún ocasionar serias pérdidas.

El monto de los financiamientos dependerá, en cada caso particular, de la relación que exista entre el programa previsto de erogaciones y el programa esperado de ingresos, dependiendo el primero -- del programa general de obra, y el segundo de la forma de pago establecida en el contrato.

Así por ejemplo, si imaginamos un caso en que el contratista - de una obra deba financiar el 25% del costo total de la misma, durante

toda su duración, el renglón de financiamiento representará para el --  
contratista un 0.25% mensual de dicho costo total, (esto suponiendo --  
una tasa de interés de un 1% mensual). Si la obra se prolongase un --  
año, dicho renglón de costo, representaría al contratista un 3% del cos  
to total de la obra.

En términos generales, podemos indicar, que dentro de rangos  
normales, el financiamiento puede representar entre 0% y 5% del cos-  
to total de una obra.

#### 5.5. Fianzas, seguros, etc.

Involucramos dentro de este grupo a todas las erogaciones mo-  
tivadas por los aspectos de: Fianzas, seguros, impuestos, multas, re-  
cargos, regalías por el uso de patentes, etc.. En términos generales,  
este renglón puede representar entre un 1% y un 5% del costo total de -  
la obra.

#### 5.6. Imprevistos.

Existe divergencia entre si se debe o no, incluir dentro de los-  
costos indirectos, el aspecto de "imprevistos".

Cetegóricamente hay que reconocer que existen en todo trabajo  
de construcción, causas o elementos de costo que no pueden ser expre-  
sados en números. No se pueden suprimir totalmente los errores, --  
tanto en estimación como en el proceso de ejecución. No se puede pre-  
decir la magnitud de un posible accidente; no se pueden cubrir con se-  
guros todas las posibles eventualidades, ni se pueden prever las de--  
moras que causarían en las operaciones. Elementos de este tipo cons-

tituyen 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 imprevistibles.

El ingeniero analista de precios unitarios, no es un ser supremo que pueda prever los gastos de fuerza mayor, tales como: ciclos, fenómenos telúricos, etc., de querer preverlos, tendrá que tomar tales factores de seguridad, que sus presupuestos serán tan elevados, que lo pondrán fuera de competencia en el mercado.

Podemos anotar como causa de costos imprevistos a ciertas demoras y suspensiones de trabajo por conflictos obrero-patronales, atraso en suministro de materiales, obra de mano y equipo; o escasez de dichos elementos, accidentes, modificaciones al proyecto, erogaciones extras por extravíos, robos y pérdidas, errores y omisiones en presupuesto y programa, 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 podríamos considerar que los imprevistos representan entre un 2% y

20% del costo directo total de una obra.

#### 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 con 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 tenga una remuneración equitativa.

La utilidad se expresa como un porcentaje de la suma del costo directo total y de los costos indirectos; y quedó claro en el párrafo anterior que el criterio de valuación más significativo es el basado en el grado de riesgo a que estará sujeto el contratista. Otros factores circunstanciales que pueden influir en la determinación del porcentaje de utilidad pueden ser: grado de dificultad, técnica de la obra, localización de la misma, plazo en que deba ejecutarse, magnitud de la obra, etc. Es común en nuestro medio y dadas circunstancias normales, que el porcentaje de utilidad, oscile entre un 8% y un 15% .

#### 5.8. Ejemplo de análisis de precios unitarios.

A manera de resumen de todos los conceptos que intervienen -

en los análisis de precios unitarios, presentamos el ejemplo No. 13.

Ejemplo No. 13

ANALISIS PRECIO UNITARIO : CON ---  
CRETO REFORZADO EN LOSAS DE ---  
10 CM DE ESPESOR, DE  $f'c = 210 \text{ kg/Cm}^2$  R.R., PREMEZCLADO, FIERRO  
ALTA RESISTENCIA  $f_s = 2000 \text{ kg/Cm}^2$ ,  
POR METRO CUADRADO DE LOSA.

DATOS BASICOS:

Volumen de concreto por m<sup>2</sup> losa = 0.10 m<sup>3</sup>  
Kilos de fierro por m<sup>2</sup> losa = 7.50 kg/m<sup>2</sup> (varía entre ---  
6 y 10)  
Altura de la cimbra = 2.50 m  
Acabado losa : Común  
Altura de colado = 5.00 m (segundo nivel)  
Curado del concreto : Curacreto o similar

El análisis lo podemos separar en tres aspectos:

- a) Cóncreto (material, colocación: obra de mano de carga a ---  
botes, acarreo y colocación propiamente dicha; ---  
vibrado y herramienta).
- b) Fierro (material, obra de mano, herramienta).
- c) Cimbra (materiales, obra de mano, herramienta).

a) Concreto.

a-1) Material

Costo material por m<sup>3</sup> puesto en obra: \$ 508.22 (Ejemplo  
No. 2)

Volumen necesario por m<sup>2</sup> = 0.10 m<sup>3</sup>

Material/m<sup>2</sup> de losa =  $0.10 \times \$ 508.22 = \$ 50.82$

a-2) Curado

Costo curacreto por litro: \$ 6.50

Rendimiento por litro inc. desp: 5.00 m<sup>2</sup>  
(varía entre 4.00 y 6.00 m<sup>2</sup>).

Curado por m<sup>2</sup> losa =  $\$ 6.50 / 5.00 \text{ m}^2 = 1.30$

a-3) Colocación (obra de mano)

Personal necesario para un rendimiento  
horario efectivo de: 5.00 m<sup>3</sup>

2 oficiales albañiles x \$ 175.42 = \$ 350.84 (tabla No. 7).

2 peones carga a botes x 127.37 = 254.74

15 peones acarreo x 127.37 = 1,910.55

3 peones desc. y acom x 127.37 = 382.11

suma por turno ..... \$ 2,643.50

Costo-horario del personal, considerando un rendimiento del 75% en turno de 8 horas, tenemos:

8 x 0.75 = 6.00 horas efectivas por turno.

Colocación por m<sup>3</sup> = \$ 2,643.50 / 6.00 x 5 = \$ 88.12 / m<sup>3</sup>

Por m<sup>2</sup> de losa = \$ 88.12 x 0.10 = \$ 8.81

a-4) Herramienta.

Se acostumbra representarla como un porcentaje de la obra de mano, varía aproximadamente entre 5% y 20%. Para el presente caso supondremos un 10%. Se tiene:  
Herramienta por m<sup>2</sup> de losa = 0.10 x \$8.81

= 0.88

a-5) Vibrado.

Costo hora máquina incluyendo operación:

\$ 30.75/hr (ejemplo No. 12).

El rendimiento de vibrado está sujeto al rendimiento de colocación, o sean:

5.00 m<sup>3</sup>/hr y se requieren 2 vibradores.

(necesario para poder atacar distintas zonas de colado y prevención de descomposuras).

Vibrado/m<sup>2</sup> de losa =  $\frac{\$30.75 \times 0.10 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times 2}{5.00 \text{ m}^3}$  = 1.23

Resumen concreto por m<sup>2</sup> de losa.

a-1) Material .....	\$ 50.82
a-2) Curado .....	1.30
a-3) Colocación .....	8.81
a-4) Herramienta .....	0.88
a-5) Vibrado .....	1.23
S u m a .....	\$ 63.04

a)

b) Fierro.b-1) Material.

Costo material puesto en obra por ton = \$ 6,618.22 (Ejemplo --  
No. 1)

Cantidad de fierro necesario por m2 de losa = 7.50 kg

Material por m2 de losa = \$ 6.62 x 7.50 = \$ 49.65

b-2) Obra de mano (corte, habilitado y colocación).

Costo obra de mano por tonelada = \$ 1,493.75  
(Ejemplo No. 7)

Obra de mano por m2 de losa = \$ 1.50 x 7.50 = \$ 11.25

b-3) Herramienta.

Se representa como un porcentaje de la obra -  
de mano, varía entre 5% y 10%; usaremos: 8%

Herramienta por m2 losa = 0.08 x \$ 11.25 = \$ 0.90

Resumen fierro por m2 de losa.

b-1) Material.....	\$ 49.65
b-2) Obra de mano.....	11.25
b-3) Herramienta.....	0.90
Suma .....	\$ 61.80

c) Cimbra.c-1) Materiales.

Daremos cantidades aproximadas de madera,  
clavo y aceite o diesel, necesarios por m2 de  
losa, sin incluir trabes.

Madera (Núm. de pies tablón necesarios).

Duela 1" : Tablero, superficie contacto = 3.28' x 3.28' x 1" = 10.76 P.T.

Polín 3" x 4" : Langueros (madrinas) a cada  
80 cms = 3" x 4" x 3.28' x 1.25/12 = 4.10

Polín 4" x 4" : Pies derechos a cada 1.25 mts  
= 4" x 4" x 8 1/4' /12 x 1.00 = 11.00

Contraventeo pies derechos: 10%  
= 0.10 x 11.00 P.T. = 1.10

Calzas, uniones, etc.: estimado = 1.00

Suma P.T./m2..... = 27.96 P.T.

Desperdicios 10% = 0.10 x 27.96 P. T. = 2.80

Suma por m2 inc. desperdicio. = 30.76 P.T.

No. de usos = 6 usos (varía entre 4 y 10 usos)  
 No. de pies tablón por uso =  $30.76/6 = 5.13$  P.T./uso  
 Costo P.T. en el D.F. = \$ 7.60 (enero 1976)  
 Madera por m2 de losa =  $5.13 \times \$ 7.60 = \$ 38.99$

(Nota: en este ejemplo, consideramos que la madera y demás materiales empleados en las rampas andamios y pasarelas, se involucra en los costos indirectos, así como la obra de mano).

### Clavo.

Cantidad clavo necesaria/m2 losa = 0.50 kg  
 (varía entre: 0.2 y 0.8 kg/m2).  
 Costo clavo por kilo = \$ 25.00  
 (varía según longitud)  
 Clavo por m2 de losa =  $\$ 25.00 \times 0.50 = \$ 12.50$

### Aceite quemado.

Se emplea para la protección de la madera.  
 Costo por litro = \$ 1.00  
 No. de litros por m2 de losa = 1.0 lt  
 Varía entre: 0.50 - 2.00 lts  
 Aceite quemado por m2 losa =  $1.0 \times \$ 1.00 = \$ 1.00$   
 c-1) Materiales por m2 de losa..... = \$ 52.49

Suma

c-2) Obra de mano.

Costo cimbrado y descimbrado/m2 = \$ 33.13 (ejemplo No. 8)  
 por m2 de losa =  $1.00 \times \$ 43.91 = \$ 43.91$

c-3) Herramienta.

Porcentaje de la obra de mano, varía entre el 1% y 5%. Usaremos: 2%  
 Herramienta por m2 de losa: =  $0.02 \times \$ 43.91 = 0.88$

### Resumen cimbra por m2 de losa.

c-1) Materiales.....	\$ 52.49
c-2) Obra de mano.....	43.91
c-3) Herramienta.....	0.88
c) Suma.....	<u>97.28</u>

**COSTO DIRECTO METRO CUADRADO LOSA UTILIZANDO CONCRETO PREMEZCLADO.**

a) Concreto.....	\$ 63.04
b) Fierro.....	61.80
c) Cimbra.....	97.28
<b>COSTO DIRECTO.....</b>	<b>\$ 222.12</b>

**OBTENCION DEL PRECIO UNITARIO:**

Aplicando los porcentajes de indirectos y utilidad al costo directo, obtendremos el precio unitario.

**Porcentaje de indirectos:**

Por administración central.....	:	5.0%
Por administración de obra.....	:	8.0
Por financiamientos.....	:	2.0
Por fianzas y seguros.....	:	1.5
Por imprevistos.....	:	3.0
<b>Suma indirectos.....</b>	<b>:</b>	<b>19.5%</b>

**Por lo que se obtiene:**

COSTO DIRECTO.....	= \$	222.12
INDIRECTOS.....: 19.5%.....	=	43.31
<b>S U M A .....</b>	<b>=</b>	<b>265.43</b>
UTILIDAD: 10%.....	=	26.54
<b>PRECIO UNITARIO.....</b>	<b>= \$</b>	<b>291.97/m2</b>

Como variante del ejemplo No. 13, obtendremos el costo del concreto, utilizando elementos propios de la obra, y adquisición de materiales necesarios.

Concreto hecho en obra, de f'c = 210 kg/cm2 por m3.

Datos Básicos :

Equipo: Revolvedora 3 1/2 S; Costo horario= \$ 33.24 (Ejemplo- No. 9).

Rendimiento horario: 0.8 m<sup>3</sup> (varía según el personal que se emplee, la resistencia del concreto y las condiciones de trabajo).

**Materiales:**

Cemento R.R.; costo/ton = \$ 609.50 (Ejemplo No. 3).

Cantidad de cemento requerida por m<sup>3</sup> = 300 kg

Costo agregados por m<sup>3</sup> = \$ 90.00

Volumen agregados/m<sup>3</sup> incl. desp. = 1.50 m<sup>3</sup>

Obra de mano: fabricación.

Personal necesario:

1 peón (cemento y agua)

1 peón (arena)

2 peones (grava)

1) Equipo:

Revolvedora por m<sup>3</sup> inc. operación = \$ 33.24/0.80 = \$ 41.55

2) Materiales:

Cemento por m<sup>3</sup> conc.: \$ 609.50/ton x 0.3

ton/m<sup>3</sup> = \$ 182.85

Agregados por m<sup>3</sup> conc.: \$ 90.00/m<sup>3</sup> x 1.50

m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = 135.00

Materiales por m<sup>3</sup> concreto.....\$ = \$ 317.85

3) Fabricación (obra de mano)

Personal necesario:

4 peones x \$ 127.37 = \$ 509.48

Suma por turno..... \$ 509.48

Costo horario personal, considerando un factor de rendimiento de 0.75, obtenemos:

\$ 509.48/8 x 0.75 = \$ 84.91 / hora ef.

Rendimiento por hora ef.: 0.80 m<sup>3</sup>

Fabricación por m<sup>3</sup> = \$ 84.91/0.80 = \$ 106.14

COSTO CONCRETO POR M<sup>3</sup> HECHO EN OBRA..... = \$ 465.54

OBTENCION DEL PRECIO UNITARIO DE CONCRETO POR METRO -- CUADRADO DE LOSA, con concreto f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>, hecho en obra, considerando fierro y cimbra, indirectos y utilidad iguales al ejemplo No. 13.

a) Concreto: \$ 465.54 x 0.10..... = \$ 46.55

b) Fierro..... = 61.80

c) Cimbra..... = 97.28

COSTO DIRECTO..... = \$ 205.63

INDIRECTOS: 19.5%.....=\$ 40.10

S U M A.....= 245.73

UTILIDAD: 10%.....=24.57

PRECIO UNITARIO:.....~~\*~~ = \$ 270.30/m<sup>2</sup>

## BIBLIOGRAFIA

Métodos, Planeamiento y Equipos de Construcción.

R. L. Peurifoy

Editorial Diana.

Manual sobre el cálculo de precios unitarios de trabajos de construcción.

Secretaria de Recursos Hidráulicos.

Tablas auxiliares para el segundo curso de construcción.

Ings. José Vicente Orozco y Francisco Mendoza Von Borstel

Ponencia de la Comisión Técnico Consultiva de Contratos y Obras Públicas,  
Subcomisión de Criterios para la Integración de Precios Unitarios.

Conocimiento y Operación de los Elementos del Costo

Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

Estimación de los costos de Construcción. - R. L. Peurifoy

Editorial Diana.

Catálogo de cargos fijos de la maquinaria de la Construcción.

Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

Ley Federal del Trabajo y Ley del INFONAVIT.

Ley del Seguro Social.

Publicaciones varias de la C.N.I.C.

Estos apuntes se terminaron de imprimir  
en abril de 1978, habiendo estado la  
edición al cuidado del Ing. Jorge -  
Humberto De Alba Castañeda.