

NORMA TECNICA

“ELEMENTOS PARA LA DETERMINACION DEL COSTO HORARIO DE LOS EQUIPOS Y LA MAQUINARIAS DEL SECTOR CONSTRUCCION”



1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Una diversidad de entidades (en mayor medida públicas) requieren del uso de los equipos pesados y livianos; pero se utiliza una diversidad de información técnica (muchas veces desactualizada) para desarrollar los costos horarios lo que origina diferentes precios para una maquinaria con las mismas características, ocasionando muchas veces bajos rendimientos en la obra.

2.- OBJETIVOS.

- Establecer los elementos que como mínimo deben considerarse para el cálculo del costo horario de los equipos y maquinarias.
- Anexar de manera informativa una guía, un procedimiento, que permita calcular esta tarifa horaria en función del costo de posesión y operación de la máquina.
- Anexar de manera informativa tablas de datos básicos, proporcionados por las empresas proveedoras de las diversas máquinas pesadas con valores actualizados.
- Anexar de manera informativa ejemplos de aplicación (a partir de la metodología y de las tablas propuestas).

3.- BENEFICIOS.

Con este documento, un proyectista, supervisor, o entidad puede tener una base o una guía para realizar sus cálculos de las tarifas horarias en función de las variables actuales y con los elementos básicos a utilizarse.

4.- ELEMENTOS CONSIDERADOS:

$\text{COSTO TOTAL} = \text{COSTO POSESIÓN} + \text{COSTO OPERACIÓN.}$
--

Para el cálculo del Costo de Posesión (C.P.) o Gasto Fijo.

1. Valor de adquisición
2. Vida económica útil
3. Valor de rescate
4. Valor de inversión media anual
5. Interés de capital invertido
6. Seguros
7. Almacenaje.

Para el cálculo del Costo de Operación (C. O.) o Gasto Variable.

8. Mantenimiento y reparación
9. Combustibles
10. Lubricantes
11. Filtros
12. Carrilería (orugas) o llantas
13. Herramientas de corte.

4.1 METODOLOGIA DE CÁLCULO

NOTAS PRELIMINARES IMPORTANTES

1. La maquinaria para la actividad de la construcción es uno de los bienes de capital más costosos; por ello quien posea esta debe tener en cuenta que el capital que ha invertido en su adquisición, debe de ser recuperado con una utilidad razonable, gracias al trabajo realizado por la misma máquina.

2. El costo de Posesión y Operación de la maquinaria se define como la cantidad de dinero en adquirirla y operarla, es decir; hacerla funcionar, realizar trabajos y mantenerla en buen estado de conservación antes, durante y después de su uso; con un adecuado programa de mantenimiento; a lo que habría que agregar que dicha maquinaria deberá de estar debidamente almacenada, contar con los seguros correspondientes y pagar los impuestos que indique la legislación vigente.

3. Una máquina, debido a su uso tienen un desgaste natural; y va perdiendo su valor a través del tiempo, por lo que su propietario deberá de preparar sistemáticamente un fondo que permita restituir oportunamente dicho equipo por uno nuevo o por cualquier otro equipo.

4. Existen diversos métodos para el cálculo del Costo de Posesión y Operación de la maquinaria; pero estos tratan de obtener el costo que más se aproxime a la realidad; el costo real sólo se obtendrá con los datos **obtenidos de la obra**; es muy poco probable que algún método dé resultados iguales a los que arroja la obra.

5. Los costos de la máquina, varían debido a diferentes factores, tales como: tipo y condiciones de trabajo, precios locales de los Combustibles y lubricantes, las tasas de interés, las condiciones tributarias, las prácticas de mantenimiento y reparaciones, etc.

En las obras civiles se aceptan generalmente que los trabajos se puedan clasificar en 3 categorías: condiciones suaves, condiciones medias y condiciones severas.

6. En los análisis de precios unitarios, el costo de la maquinaria interviene como la suma del Costo de Posesión y Operación.

7. Resulta de vital importancia mantener estadísticas de los costos de las obras anteriores; la misma que servirá como base de los nuevos cálculos, pero será necesario tener presente que los proyectos por mas similares que sean, no siempre producen costos iguales; lo

mismo que sucede con la maquinaria similar, es poco probable que se obtengan costos iguales en obras diferentes, porque las condiciones de trabajos son siempre diferentes.

8. Es importante indicar, asimismo, que para el análisis del costo de hora máquina se consideran condiciones medias o promedio de trabajo; por lo que, cada vez que se está analizando un proyecto de obra específica será necesario estudiar con cuidado las condiciones de trabajo y hacer las correspondientes modificaciones a las tarifas utilizando para ello la experiencia y el sentido común del ingeniero encargado de elaborar el correspondiente análisis del costo.

9. Para los cálculos de los Costos de Posesión y Operación, estos se hacen para el conjunto total de la máquina, sólo se hacen cálculos aparte para las llantas u orugas y piezas de desgaste rápido, cuyo monto se adiciona posteriormente al costo total.



COMPONENTES DEL COSTO DE POSESION

VALOR DE ADQUISICIÓN (Va)

Es el precio actual en el mercado y se obtiene solicitando cotizaciones a los proveedores en venta de maquinaria. Este costo depende si el equipo es de procedencia nacional o extranjera, y se deben tener en cuenta todos los gastos incurridos en la adquisición de la maquinaria.

VIDA ECONÓMICA ÚTIL (VEU)

La Vida Económica Útil de una máquina puede definirse como el período durante el cual dicha máquina trabaja con un rendimiento económicamente justificable.

Generalmente, los manuales y libros técnicos estiman la vida útil en horas totales, a título indicativo se pueden dar los siguientes rubros:

Maquinaria liviana: 6,000 horas de trabajo; 3 años de duración.

Maquinaria pesada: 10,000 horas de trabajo; 5 años de duración.

Maquinaria súper pesada: 16,000 horas de trabajo; 8 años de duración.

Lo señalado supone 2,000 horas de trabajo por año, esto representa que la máquina trabaja (o está disponible) 300 días al año, un mes de 25 días y un día de 8 horas; con un rendimiento del 80%, lo que se ajusta con bastante aproximación a la realidad.

VALOR DE RESCATE (Vr)

El Valor de Rescate, también Valor de Recuperación ó Salvataje se define como el valor de reventa que tendrá la máquina al final de su vida económica útil.

DEPRECIACIÓN (D)

La máquina al trabajar se desgasta y por consiguiente se devalúa; para cubrir esta devaluación progresiva, cuya acumulación durante su vida económica se denomina Depreciación, la cual debe proporcionar fondos para adquirir otra en reemplazo.

La fórmula a emplearse para el cálculo de la depreciación horaria es el siguiente:

$D = (V_a - V_r) / VEU_{ht}$

Donde:

D = Depreciación por hora de trabajo

Va = Valor de adquisición

Vr = Valor de rescate

VEUht = Vida Económica Útil de la máquina (expresada en horas totales anuales de trabajo).

INVERSIÓN MEDIA ANUAL (IMA)

La variación en el rendimiento de una maquinaria a lo largo de su vida Económica Útil, obliga a buscar un valor representativo e invariable sobre el cual aplicar los intereses, seguros, impuestos, etc.; a este valor se le denomina Inversión Media Anual, y se define como la media de los valores que aparecen en los libros a principios de cada año, después de deducirles la cuota de amortización correspondiente a cada año. Por definición:

$$IMA = \frac{Va + \left(Va - 1\frac{Va}{n}\right) + \left(Va - 2\frac{Va}{n}\right) + \left(Va - 3\frac{Va}{n}\right) + \dots + \left(Va - \frac{(n-1)Va}{n}\right)}{n}$$

$$= \frac{nVa - Va \frac{(1+2+3+\dots+(n-1))}{n}}{n}$$

=

$$IMA = \frac{Va(n+1)}{2n}$$

La Inversión Media Anual se calculará mediante expresión anterior:
Donde "n" = años de la Vida Económica Útil.

Esta inversión media es muy importante, ya que sobre ella se calculará el interés del capital invertido, el costo de los seguros, los impuestos y el costo del almacenaje.

INTERES DEL CAPITAL INVERTIDO

Cualquier empresa para comprar una máquina financia los fondos necesarios en los bancos o mercado de capitales, pagando por ello el interés correspondiente; o puede darse el caso, que si la empresa dispone de los fondos suficientes podrá adquirirla con capital propio; pero debemos insistir, que a pesar de que la empresa pague la máquina al contado, debe cargársele el interés de esa inversión, ya que ese dinero bien pudo haberse invertido en otro negocio que produzca dividendos a la empresa.

La fórmula genérica para el cálculo horario del interés del capital invertido es:

$$\text{INTERÉS HORARIO DEL CAPITAL INVERTIDO (I)} = \text{IMA} \times \% i / \text{VEUha}$$

Donde:

I = Interés horario del capital invertido.

IMA = Inversión media anual.

i = Tasa de interés anual vigente para el tipo de moneda a utilizar.
más gastos bancarios (0.5%).

VEUha = Vida Económica Útil de la maquinaria expresada en horas anuales de trabajo

Seguros: se considerará la tasa anual que debe pagar el propietario a una compañía de seguros para proteger la maquinaria de todo riesgo.

Almacenaje: valor asociado con el costo del almacén, la seguridad y vigilancia de la maquinaria fuera de las jornadas de trabajo.

Para el cálculo del costo horario por Seguros, Impuestos y Almacenaje se aplicará la siguiente fórmula:

Costo horario de los Seguros, Impuestos y Almacenaje =

$\text{IMA} \times (\Sigma \text{ de tasas anuales}) / \text{VEUha}$
--

Donde:

IMA = Inversión Media Anual

Σ de tasas anuales = Primas anuales de seguros, tasas de impuestos anuales, tasas de impuestos por posesión de maquinaria anuales y el % de almacenaje.

VEUha = Vida Económica Útil de la maquinaria expresada en horas anuales de trabajo.

COMPONENTES DEL COSTO DE OPERACIÓN

El Costo Horario de Operación de una maquinaria está compuesto por la suma de los siguientes conceptos:

1. **Mantenimiento y reparaciones**
2. **Combustible**
3. **Lubricantes**
4. **Filtros**
5. **Neumáticos u Oruga**
6. **Herramientas de corte**

El costo de estos elementos varía según el tipo, modelo y capacidad de la maquinaria, por lo que en un ejemplo, mostraremos como se pueden determinar.

$$\begin{aligned} &\text{COSTO TOTAL} = \\ &\text{COSTO DE POSESION} \\ &+ \\ &\text{COSTO DE OPERACION} \end{aligned}$$

4.3 EJEMPLO DE MAQUINARIA PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS, CARACTERISTICAS Y DATOS PARA CALCULAR SU TARIFA

CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DE UN CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR 950 L

DATOS GENERALES

- Valor de Adquisición (Va) = u\$s 250.000 + IVA
- Potencia = 260 HP
- Peso de operación = 21,600 Kg.
- Capacidad de cuchara = 3.80 m³
- Vida Económica Útil (VEU) = n = 6 años,
= 2,000 horas anuales
= 12,000 horas
- Valor de Rescate (Vr) = 20% del Va = u\$s 50.000 +IVA

CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE POSESIÓN

- Cálculo de la Inversión Media Anual (IMA)

$$= Va (n+1) = u\$s 250.000 \times (6+1) / 2 \times 6 \text{ años} = u\$s 145.833 + IVA$$

Donde

Va = Valor de Adquisición

n = Vida Económica Útil en años

- Inversión Media Anual (IMA) = U\$S 145.833 + IVA

COSTO HORARIO DE LA DEPRECIACIÓN

- Depreciación = $Va - Vr / VEU = (250000 - 50000) / 6 \text{ AÑOS} =$
- Depreciación = U\$S 33.333 / año
- Depreciación = U\$S 33.333 / 2,000 horas

- **Depreciación = U\$S 16.67 + IVA / hora**

COSTO HORARIO DE LOS INTERESES

- Para el presente ejemplo usaremos referencialmente el promedio de Tasa Activa en Moneda Nacional (25% anual)

$$\text{■ Intereses} = \text{IMA} \times \% \text{ tasa anual} = \text{u\$s } 145.883 / \text{año} \times 0.25/2000\text{h} = \text{u\$s} 36.250 / 2000 =$$

- **Intereses = U\$S 18.13 + IVA/hora**

COSTO HORARIO DE SEGUROS, IMPUESTOS Y ALMACENAJE

Para el presente ejemplo usaremos referencialmente las siguientes tasas promedios anuales de: Seguros, Impuestos y Almacenaje:

- Seguros : 2.5%
- Impuestos : 2.0%
- Almacenaje : 1.0%
- TOTAL : 5.5%

La sumatoria de las tasas promedio las aplicaremos sobre la Inversión Media Anual

$$\begin{aligned} \text{■ Seguros, Impuestos y Almacenaje} &= \text{IMA} \times (\Sigma \text{ de tasas anuales}) / \\ \text{Nº horas anuales} &= \text{u\$s } 145.833 \times 5.5 \% / 2000 \text{ hs} = 4.01 \text{ U\$S / hs} \end{aligned}$$

- **Seguros, Impuestos y Almacenaje = U\$S 4.01 + IVA/hora**

GASTOS DE MANTENIMIENTO

■ En este rubro se debe de considerar el costo que significa mantener en estado de conservación y utilización inmediata la maquinaria, lo que requiere mano de obra de mantenimiento, repuestos y mano de obra de reparaciones, este gasto puede tener una gran variación por las condiciones particulares de cada equipo y de cada obra.

■ Se estima, con bastante aproximación; que por reparación y repuestos una máquina, durante su vida útil, consume, en reparaciones y repuestos, un porcentaje del Valor de Adquisición, que varía según el tipo de la complejidad del trabajo, referencialmente se usan los siguientes promedios:

■ **Trabajo duro: 80 a 100%**

■ **Trabajo normal: 70 a 90%**

■ **Trabajo suave: 50 a 80 %**

■ Del costo de los gastos de mantenimiento, **se considera que el costo de la mano de obra representa el 25 % y los repuestos el 75%**; aunque estos porcentajes deberán de verificarse en cada caso particular.

COSTO HORARIO DE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO

Para el presente ejemplo consideramos que el gasto de mantenimiento asciende al 90% del Valor de Adquisición:

■ $\text{Costos de mantenimiento} = 90\% \times \text{U}\$ 250.000 = \text{U}\$ 225.000$

■ $\text{Vida Económica Útil} = 12,000 \text{ horas}$

■ $\text{Costo M/O x mantenimiento} = 25\% \times \text{u}\$ 225.000 = \text{u}\$ 56.250$

■ **Costo M/O x Mant. = U\$S 56.250/12.000h= U\$S 4.68 + IVA/h**

■ Costo de Mant. por repuestos = 75% x u\$s 225.000= U\$S 168.750

■ **Costo Mant.xRptos = U\$S 168.750/12000h= U\$S 14.06 + IVA/hs**

TOTAL COSTO HORARIO DE POSESIÓN

■ Depreciación = U\$S 16.67 + IVA / hora

■ Intereses = U\$S 18.13 + IVA/hora

■ Seguros, impuestos y almacenaje = U\$S 4.01 + IVA/hora

■ Gastos de mantenimiento:

■ Mano de obra = U\$S 4.68 + IVA/hora

■ Repuestos = U\$S 14.06 + IVA/hora

TOTAL COSTO HORARIO DE POSESIÓN U\$S 57.66 + IVA/hora

■ CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE OPERACIÓN

DATOS GENERALES

■ Combustibles:

- Consumo D2 (promedio) : 25 lts/hora
- Costo de D2 (LT) : U\$S 0.90 / lt.

■ Lubricantes

- Consumo Aceite Motor : 0.1444 lt/h
Costo aceite Motor : U\$S 3/lt
- Consumo Aceite Transmision : 0.1026 lt/h
Costo Aceite Transmision : U\$S 4.5/lt
- Consumo Aceite TFza, Red : 0.1292 lt/h
Costo Aceite TFza, Red : U\$S 4.5/lt
- Consumo Aceite Dirección : 0.057 lt/h
Costo Aceite Hidraulico : U\$S 4.5/lt
- Grasa : 0.10 kg/h/
Costo Grasa: U\$S 5/lt
- Refrigerante : 0.0076 lt/h
Costo Refrigerante (galón) : 0,50 U\$S / lt

■ Filtros

- Filtros : 20% (de combustible + lubricante)

■ Neumáticos (04 unidades)

- Neumáticos (unidad) : U\$S 1500 + iva c/u
- Vida Útil de cada unidad : 2000 horas

■ Operador de Equipo Pesado (liquidación, vacaciones, seguros).

- Costo Operario de Eq. Pesado : U\$S 12 /h x 2.10= U\$S 25.20 /h

- Combustible : 25 lts/hora x U\$S 0.90 / lt.= U\$S 22.50 / h.

- Aceite Motor : 0.1444 lt/h x U\$S 3/lt = U\$S 0.4332 / h

- Aceite Cajá de cambio; : 0.1026 lt/h x U\$S 4.5/lt = U\$S 0.4617 / h

- Aceite Toma fuerza, reductor : $0.1292 \text{ lt/h} \times \text{U\$S } 4.5/\text{lt} = \text{U\$S } 0.5814 / \text{h}$
- Aceite Dirección : $0.057 \text{ lt/h} \times \text{U\$S } 4.5/\text{lt} = \text{U\$S } 0.2565 / \text{h}$
- Grasas : $0.10 \text{ kg/h} \times \text{U\$S } 5/\text{lt} = \text{U\$S } 0.45 / \text{h}$
- Refrigerante : $0.0076 \text{ lt/h} \times \text{U\$S } 0.5/\text{lt} = \text{U\$S } 0.0038 / \text{h}$
- Filtros : 20% (combustible + lubricante) $\text{U\$S } 4.59 / \text{h}$
- Neumáticos : $4 \text{ unid} \times \text{U\$S } 1500/2000\text{hs} = \text{U\$S } 3.00/\text{h}$
- Operador de equipo pesado : $\text{U\$S } 12 / \text{h} \times 2.10 = \text{U\$S } 25.20 / \text{h}$

Total Costo Operación $\text{U\$S } 32.27 / \text{h}$

TOTAL COSTO DE OPERACIÓN C/OPERADOR $\text{U\$S } 57.47 / \text{h}$