

CONTROL DE MAQUINARIA

ARQ. CESAR CARPIO

Es imperiosa la necesidad de realizar el mayor número de obras posible en plazos reducidos y a costos razonables. Para ello se requiere de optimizar los recursos y procedimientos utilizando máquinas, equipos, herramientas y personal que permitan obtener la calidad y los rendimientos necesarios en la realización de sus trabajos.

Lo anterior origina que los empresarios dedicados a la construcción requieran de hacer inversiones en la compra de equipo que les permita desarrollar las obras con mayor eficiencia.

El principal objetivo de este capítulo es, por lo mismo, proporcionar al constructor una guía general en la cual se consignan datos que se refieren a condiciones normales de operación de equipos que se utilizan en la industria de la Construcción, los cuales son susceptibles de sufrir modificaciones tomando en cuenta los factores siguientes:

- Experiencia del dueño del equipo
- Experiencia del operador del equipo
- Condiciones particulares de la zona donde va a utilizarse el equipo
- Tipo de trabajo
- Facilidad para labores de mantenimiento del equipo en el lugar donde opera
- Facilidad para reparaciones
- Condiciones climatológicas durante la época en que se realizan los trabajos

Debido a la situación económica que prevalece en el país, a la constante variación de las tasas de interés al capital, al aumento continuo en los precios de la maquinaria y sus refacciones, a la aparición en el mercado de nuevos modelos de maquinaria, se recomienda revisar periódicamente, en lapsos mínimos de 6 meses, las condiciones para la obtención de los Cargos Fijos respectivos.

La maquinaria que se utiliza en la Industria de la Construcción, principalmente el equipo pesado, es sumamente costosa.

Este equipo tiene una vida económicamente útil que marca un lapso a través del cual deben cubrirse todos los gastos que originan la operación del equipo así como los beneficios que deben reportar al dueño del equipo no solamente las utilidades, sino también los recursos necesarios para reponer dicho equipo por uno similar después de haberse agotado su vida útil y haber negociado un valor de rescate del mismo.

Por ello es muy importante que el empresario conozca, en todo tiempo y forma, el importe de cuánto le cuesta ser propietario de equipos y cuánto el poder mantenerlos en condiciones de operación favorables durante la vida económica de los mismos.

A estos costos, de propiedad y mantenimiento, se les denomina CARGOS FIJOS, los cuales son independientes de los CARGOS DE OPERACION que se refieren a los costos de las cuadrillas que operan los equipos y a los diversos consumos por concepto de combustibles, lubricantes, grasa, filtros, estopas y llantas.

Todos los criterios que se proponen a continuación se refieren a equipo nuevo durante el primer año de operación. Para el caso de equipo usado se aplican los mismos criterios con las modificaciones respecto a la vida económicamente útil que todavía tenga el equipo en cuestión, a su precio actual de adquisición, así como en lo referente a reparaciones y mantenimiento.

Para mayor ilustración a lo anteriormente expuesto antes de presentar algunos ejemplos de Análisis de Costos de Horarios de Equipo y Maquinaria, se presenta más adelante una Tabla donde se clasifican las máquinas haciéndolas aparecer con los nombres usuales como realmente se les conocen, así como algunos de los elementos que se proponen y son necesarios para la determinación de los Costos Horarios.

A continuación se definen y estudian los factores y condicionantes que intervienen en el cálculo de los CARGOS FIJOS.

VALOR DE COMPRA (MAQUINA NUEVA)

El valor de Compra es la suma del precio de la máquina, más los costos de fletes y maniobras para ubicar a la máquina en el LUGAR DE LA OBRA, correspondiendo todos los datos anteriores precisamente a la fecha en que se realiza el análisis.

VALOR DE COMPRA (MAQUINA USADA)

Corresponde al valor de compra de una máquina usada más los costos de fletes y maniobras hasta su ubicación en el LUGAR DE LA OBRA, todo ello con datos obtenidos precisamente en la fecha en que se realiza el análisis.

VIDA ECONOMICA EN HORAS (MAQUINA NUEVA)

Este dato corresponde a cifras promedio obtenidas para diversos tipos de equipos y en condiciones de operación que suponen un uso y mantenimiento adecuados.

HORAS DE USO (EN CASO DE HABERLAS)

Tratándose de equipo usado, este concepto se refiere al número de horas que la máquina ha trabajado bajo condiciones de uso y mantenimiento adecuados.

VIDA UTIL EN HORAS

Corresponde a la diferencia entre la vida útil en horas (máquina nueva) y las horas de uso que tenga la máquina.

$$\text{vida útil (Hrs.)} = \text{vida útil (Hrs.) de máquina nueva} - \text{horas de uso}$$

Este resultado será el que aplique para el cálculo de los análisis de Costos Horarios.

USO PROMEDIO POR AÑO EN HORAS

Es el número de horas que la máquina trabaja promedio durante un año.
Lo anterior dependiendo de varios factores:

Condiciones climatológicas

Zona donde se realizan los trabajos

Tipos de Obra

Capacidad de cada empresa para mantener ocupada una máquina EN UN AÑO

A esto último le afecta la posible discontinuidad en los trabajos que padecen algunas empresas

Las condiciones de la oferta y demanda en el mercado para el uso de maquinaria para la construcción

VIDA UTIL EN AÑOS

Es el resultado de dividir la vida útil (Hrs.) por el Uso Promedio por Año (Hrs.).

$$\text{VIDA UTIL (AÑOS)} = \frac{\text{VIDA UTIL (HRS.)}}{\text{USO PROMEDIO (HRS.)/AÑO}}$$

VALOR DE RESCATE

Corresponde al valor que tiene la máquina al término de su vida útil. Se representa como un coeficiente decimal sobre el Costo de Adquisición o Valor de Compra (Máquina Nueva), el cual es del orden de 0.10 (10%) cuando se trata de equipo grande y en condiciones de tener un valor aún cuando ya no esté en posibilidades de ser utilizado.

Cuando un equipo se acaba durante su vida económica, el Valor de Rescate es 0.00 (0%) sobre el precio de adquisición, es decir, es nulo.

INTERES

Este dato se refiere a la tasa de interés anual sobre el capital necesario para la adquisición de una máquina. La Tasa es fijada contractualmente por las Instituciones Bancarias y debe corresponder precisamente a la fecha en que se realice el análisis de Costo Horario.

La tasa de interés anual al 25 de marzo de 1987 fue del orden de 104%, cifra que será aplicada en el cálculo de los ejemplos que más adelante se indican.

Este cargo se obtiene en función del uso promedio al año en hrs. deberá multiplicarse por un factor dependiendo del porcentaje promedio del Valor de Compra y del Valor de Rescate.

Por lo tanto se tiene:

Si la tasa de interés anual al capital = 104%

VC = 1 Siendo el valor de rescate del 10% de VC

VR = 10% x VC = 0.10

Si se considera, a manera de ejemplo que Uso Promedio al año (HRS.) = 1400,
Se tiene:

$$\text{Interés} = \frac{104\%}{1400} \times \frac{1 + 0.10}{2}$$

$$\text{Interés} = \frac{1.04}{1400} \times (0.55) = 0.000408 \text{ (A)}$$

y para VR = 0 se tiene:

$$\text{Interés} = \frac{1.04}{1400} \times \frac{1+0}{2}$$

$$\text{Interés} = \frac{1.04}{1400} \times (0.50) = 0.000371 \text{ (B)}$$

Los Valores **(A)** y **(B)** obtenidos multiplicados por el valor de adquisición de la máquina, dan por resultado los Importes por concepto de Cargo Fijo de Interés para máquinas con Valores de Rescate de 10% y 0 respectivamente.

Por lo anterior se puede deducir un Factor de Interés como se indica a continuación:

$$\text{Factor de Interés} = \frac{\text{Tasa de interés anual}}{\text{Uso promedio al año (HRS.)}} \times \frac{(\text{VC} + \text{VR})}{2}$$

en que:

$$\begin{aligned} \text{y} \quad \text{VC} &= 1.00 \\ \text{VR} &= \% \text{ Sobre VC} \end{aligned}$$

DEPRECIACION

El cargo por concepto de Depreciación se refiere a la medida en que disminuye el valor del equipo debido al uso y desgaste que sufre con el trabajo que realiza y también por razones de obsolescencia al aparecer en el mercado máquinas nuevas y más eficientes que, al ser adquiridas por un competidor, producen efectos depreciativos en el equipo propio.

Del Valor de Compra deberán deducirse los importes por concepto de los diversos aditamentos que se le integran a la máquina pero que, sin embargo, son elementos adicionales que tienen un valor de compra y una vida económica determinados, por lo cual requieren de un tratamiento por separado para efectos de la depreciación en el cálculo de Costos Horarios. Tal es el caso de los accesorios para tractor como el angledozer, el rastrillo, el ripper, llantas, etc.

Para el cálculo de la Depreciación se considera un incremento a la Depreciación lineal en función de la vida útil de la máquina para el primer año y para los subsecuentes.

En la práctica se ha observado que la depreciación lineal sufre un incremento mayor en el primer año el cual va aumentando en función de la Vida Útil de la máquina.

Esto es común cuando al momento de adquirir un equipo en la agencia el precio es uno y si se desea vender dicho equipo de inmediato, ya el precio es otro, aún cuando el equipo no se haya usado.

A continuación se indican las Tablas I y II correspondientes a los Incrementos a la Depreciación Lineal en el primer año y en los años subsecuentes.

TABLA No. 1
INCREMENTO A LA DEPRECIACION LINEAL EN EL PRIMER AÑO

VIDA UTIL	INCREMENTO A LA DEPRECIACION LINEAL EN EL PRIMER AÑO	FACTOR
10	100%	2.00
9	90	1.90
8	80	1.80
7	70	1.70
6	60	1.60
5	50	1.50
4	40	1.40
3	30	1.30
2	20	1.20
1	10	1.10

Asimismo, es preciso considerar que a medida que transcurre la Vida Util de la máquina en operación, esta se va depreciando a través de un incremento para los años que restan a la máquina de Vida Util.

Esta depreciación corresponde a un 2% anual aproximadamente.

De donde:

TABLA No.2
INCREMENTO A LA DEPRECIACION LINEAL EN LOS AÑOS SUBSECUENTES

AÑO SUBSECUENTE	INCREMENTO A LA DEPRECIACION LINEAL EN LOS AÑOS SUBSECUENTES	FACTOR
2o.	10%	1.10
3o.	8	1.08
4o.	6	1.06
5o.	4	1.04
6o.	2	1.02
EN ADELANTE	IDEM. EN ADELANTE	IDEM. EN ADELANTE

TABLA No 3
TABLA DE DEPRECIACION PARA EQUIPO CON VIDA UTIL HASTA 10 AÑOS

VALOR DE RESCATE	VIDA UTIL EN AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 %										
10 %										

TABLA No. 4
TABLA DE DEPRECIACION PARA EQUIPO CON VIDA UTIL HASTA 10 AÑOS

VIDA UTIL EN AÑOS	AÑO DE USO DE LA MAQUINA									
	1o. año	2o. año	3o. año	4o. año	5o. año	6o. año	7o. año	8o año	9o. año	10 o. año
1	100%									
2	60 %	40 %								
3	43.33 %	31.16 %	25.51%							
4	35.00 %	23.82 %	22.23 %	18.95 %						
5	30.00 %	19.25 %	18.25 %	17.26 %	15.28 %					
6	26.66 %	16.12 %	15.44 %	14.75 %	14.05 %	12.98 %				
7	24.28 %	13.88 %	13.88 %	13.34 %	12.84 %	12.35 %	11.43 %			
8	22.50 %	12.17 %	11.75 %	11.35 %	10.97 %	10.62 %	10.52 %	10.12 %		
9	21.11 %	10.84 %	10.49 %	10.16 %	9.76 %	9.56 %	9.56 %	9.44 %	9.08 %	
10	20.00 %	9.76 %	9.48 %	9.20 %	8.93 %	8.69 %	8.64 %	8.59 %	8.51 %	8.20 %

MANTENIMIENTO Y REPARACIONES

Este Cargo Fijo se representa como un coeficiente en función del Costo Total de reparaciones mayores y menores de taller y de campo, incluyendo las refacciones y trabajos de reparación de equipo en sitios y talleres que no pertenezcan al propietario del equipo.

*Las proporciones en las que se distribuye este cargo se estiman como sigue:

Refacciones y partes	45%
Mano de Obra de Reparaciones.	35
Indirectos del Taller de la Empresa	8
Flotilla de Soporte	8
Reparaciones en otros talleres	4
	100 %

De acuerdo con la experiencia se han redondeado los porcentajes y para condiciones normales de uso se han considerado las cifras de 80, 90 y 100% sobre el Valor de Compra de una máquina nueva y la aplicación de estos valores depende del tipo y Vida Util en años de la misma.

Resumiendo se puede decir que el cargo por Mantenimiento y Reparaciones corresponde a lo que se va a gastar por este concepto durante el período analizado.

*Catálogo de Cargos Fijos - C.N.I.C.

La Tabla IV que se indica a continuación indica la forma cómo se distribuye este cargo durante la Vida Util de la máquina.

TABLA No.5
DISTRIBUCION DEL CARGO DE MANTENIMIENTO Y REPARACIONES DURANTE LA VIDA UTIL

VIDA UTIL EN AÑOS	PORCENTAJE									
	1o. Año	2o. Año	3o. Año	4o. Año	5o. Año	6o. Año	7o. Año	8o. Año	9o. Año	10o. Año
1o. Año	100	28	24	14	13	11	9	7	6	4
2o. Año		72	33	22	16	13	10	8	7	5
3o. Año			43	30	19	15	12	9	8	6
4o. Año				34	22	17	13	10	9	7
5o. Año					30	18	15	12	11	9
6o. Año						26	17	14	12	11
7o. Año							24	17	14	12
8o. Año								23	15	14
9o. Año									18	15
10o. Año										17
SUMAS	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Con apoyo en la Tabla 5 y de acuerdo a los porcentajes de mantenimiento para condiciones normales de uso (80%, 90% y 100%), es posible determinar la Tabla V referida al Mantenimiento y Reparaciones durante el 1er. Año de Vida de la Máquina.

PORCENTAJE DE AÑOS	AÑOS DE VIDA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100 %	100	28	24	14	13	11	9	7	6	
90 %	90	25.20	21.60	12.60	11.70	9.90	8.10	6.30	5.40	3.60
80 %	80	22.40	19.20	11.20	10.40	8.80	7.20	5.60	4.80	3.20

IMPUESTOS, SEGUROS Y ALMACENAMIENTO

IMPUESTOS

Para equipo de transporte se acepta una inversión anual equivalente al 1.2% sobre la inversión anual promedio, con lo cual se toma en cuenta, de alguna manera, que el impuesto de tenencia se reduce con la edad del automóvil o camión en cuestión.

SEGUROS

El cargo por concepto de seguros toma en cuenta el costo de las primas normales, pero no los riesgos menores que quedan fuera del aseguramiento debido al deducible que generalmente se acepta. Este cargo se ha fijado en 0.90% sobre la inversión anual promedio.

ALMACENAMIENTO

Siendo antieconómico para el empresario el tener que concentrar el equipo al lugar de la residencia de la empresa, una vez que dicho equipo ya fue utilizado procede su almacenamiento provisional en el lugar donde se encuentre. Esto le significa erogaciones por concepto de vigilancia, alquiler de terreno para almacenamiento provisional en el lugar donde se encuentre. Esto le significa

ARQ. CESAR CARPIO

erogaciones por concepto de vigilancia, alquiler de terreno para almacenamiento, alguna reparación eventual, lavado, etc...

Para estos conceptos se acepta un cargo del orden de un 2% anual aplicado sobre el Valor de Adquisición de la máquina nueva.

La suma de los porcentajes da por resultado un Cargo Fijo por concepto de "Impuestos, Seguros y Almacenaje", mismo que redondea a la unidad corresponde a un 4% anual para equipo de transporte (incluye el impuesto de tenencia) y del 3% para el resto de la maquinaria.

En el Diario Oficial del 6 de Julio de 1983, la S.P.P. publica el decreto de Reformas y Adiciones al Reglamento de la Ley de Obras Públicas y de las Reglas Generales denominado "Lineamientos para la integración de Precios Unitarios y del Procedimiento de Ajuste de los mismos", con lo cual queda derogado el cargo por ALMACENAMIENTO dentro del cálculo de los costos horarios de la maquinaria.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO

Reglas Generales numeradas de la 5.1 a la 5.8 de la Sección 5 denominada Lineamientos para la integración de precios unitarios y del procedimiento para el ajuste de los mismos relativos a la contratación y ejecución de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas para las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal.

Al margen un sello con el Escudo Nacional que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

Sección 5

LINEAMIENTOS PARA LA INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS Y DEL PROCEDIMIENTO PARA EL AJUSTE DE LOS MISMOS.

5.1 GENERALIDADES

5.1.1. Los precios unitarios que forman parte de un contrato, convenio o acuerdo para la ejecución de obras públicas, deberán integrarse tomando en cuenta los criterios que se señalan en esta Sección y lo establecido en la Ley de Obras Públicas y su Reglamento.

5.1.2. La integración de los precios unitarios para un trabajo determinado, deberá guardar concordancia con los procedimientos constructivos con los programas de trabajo, de utilización de maquinaria y equipo, con los costos de los materiales en la época y en la zona y demás recursos necesarios, todo ello de acuerdo con las normas y especificaciones de construcción de "La Dependencia" o "Entidad".

5.1.3. La enumeración de los cargos mencionados en estas reglas y lineamientos generales para la integración de precios unitarios, tiene por objeto cubrir en la forma más amplia posible la lista de los cargos correspondientes a los recursos necesarios para realizar cada concepto de trabajo. Sin embargo, sólo se deberá considerar los que sean procedentes y en la medida en que sean aplicables.

5.1.4. Los precios deberán siempre expresarse en moneda nacional y las unidades de medida de los conceptos de trabajo corresponderán al sistema métrico decimal: cuando por las características de los trabajos y a juicio de: "La Dependencia" o "Entidad" se requiera utilizar otras unidades de medidas tales como: pieza, lote, salida, mueble u otras similares, estas unidades podrán ser empleadas.

5.1.5. El análisis, cálculo e integración de los precios unitarios de conceptos de trabajo no previstos en el catálogo original que sirvió de base para la adjudicación y contratación de la obra pública, para los cuales no existen elementos contenidos en los elementos analizados y no es factible determinar los precios unitarios con los datos básicos de costo de los precios unitarios establecidos: o cuando "El Contratista" y "La Dependencia" o "Entidad" no tengan antecedentes de conceptos similares ni cuenten con datos de costo suficientes para su integración, el costo directo deberá analizarse con base en los costos observados que intervienen por concepto de materiales, mano de obra y equipo.

Los indirectos y la utilidad deberán determinarse de común acuerdo entre "El Contratista" y "La Dependencia" o "Entidad" sin que exceda el porcentaje considerado en los análisis de la propuesta original.

5.2. DEFINICION DE TERMINOS

Para los propósitos de estas reglas y lineamientos señalados a continuación y a fin de precisar el significado convencional de algunos términos en ellas empleados, se establecen las siguientes definiciones.

5.2.1. NORMA DE OBRA PUBLICA

Conjunto de disposiciones y requisitos generales establecidos por las Dependencias o Entidades que deben aplicarse para la realización de estudios, proyectos, ejecución y equipamiento de las obras, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de esos trabajos, comprendiendo la medición y la base de pago de los conceptos de trabajo.

5.2.2. ESPECIFICACION

Conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones particulares que modifican, adicionan o substituyen las normas correspondientes, deben aplicarse ya sea para el estudio, para el proyecto y/o para la ejecución, equipamiento de una obra determinada, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de esos trabajos. En lo que se oponga a las Normas, las Especificaciones prevalecerán.

5.2.3. CONCEPTO DE TRABAJO

Conjunto de operaciones y materiales que, de acuerdo con las Normas y Especificaciones respectivas, integran cada una de las partes en que se dividen convencionalmente los estudios y proyectos: la ejecución y equipamiento de las obras, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de esos trabajos con fines de medición y pago.

5.2.4. UNIDAD DE MEDIDA

La que se usa convencionalmente para cuantificar cada concepto de trabajo para fines de medición y pago.

5.2.5. PRECIO UNITARIO

Importe total por unidad de medida de cada concepto de trabajo.

5.2.6 ESTIMACION

Valuación de los trabajos ejecutados en determinado período, aplicando los precios unitarios de los conceptos de trabajo pactados durante dicho período o el porcentaje de precio alzado pactado correspondiente al avance de cada unidad de obra o de la obra. Por extensión, el documento en el que se consignan las valuaciones antes mencionadas, para efecto de pago.

5.2.7. LIQUIDACION

Estimación final en la cual se ajusta el pago total de los trabajos ejecutados en los términos del contrato.

5.3. CARGOS QUE INTEGRAN UN PRECIO UNITARIO

5.3.1. El precio unitario se integra sumando todos los cargos directos e indirectos correspondientes al concepto de trabajo, el cargo por la utilidad del contratista y aquellos cargos adicionales estipulados contractualmente.

5.3.2. Para efectos de estas reglas se entenderá como:

CARGOS DIRECTOS.

Son los cargos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, maquinaria, herramienta, instalaciones, y por patentes en su caso, efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

CARGOS INDIRECTOS.

Son los gastos de carácter general no incluidos en los cargos en que deba incurrir "El Contratista" para la ejecución de los trabajos y que se distribuyen en proporción a ellos para integrar el precio unitario.

CARGOS POR UTILIDAD.

Es la ganancia que debe percibir "El Contratista" por la ejecución del concepto de trabajo.

CARGOS ADICIONALES.

Son las erogaciones que debe realizar "El Contratista", por estar estipuladas en el contrato, convenio o acuerdo, como obligaciones adicionales, así como los impuestos y derechos locales que se causen con motivo de la ejecución de los trabajos y que no forman parte de los cargos directos, de los indirectos, ni de la utilidad.

5.4. CARGOS DIRECTOS

5.4.1. CARGO DIRECTO POR MANO DE OBRA.

Es el que se deriva de las erogaciones que hace "El Contratista", por el pago de salarios al personal que interviene exclusiva y directamente en la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, incluyendo al cabo o primer mando. No se considerarán dentro de este cargo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia, que corresponden a los cargos indirectos.

El cargo de mano de obra "Mo" se obtendrá de la ecuación:

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

en la cual:

"S" representa los salarios del personal que interviene en la ejecución del concepto de trabajo por unidad de tiempo. Incluirá todos los cargos y prestaciones derivados de la Ley Federal del Trabajo, de los Contratos de Trabajo en vigor y en su caso de la Ley del Seguro Social.

"R" representa el rendimiento, es decir, el trabajo que desarrolla el personal por unidad de tiempo, medido en la misma unidad utilizada al valorar "S".

5.4.2. CARGO DIRECTO POR MATERIALES.

Es el correspondiente a las erogaciones que hace "El Contratista" para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo que cumpla con las normas de construcción y especificaciones de "La Dependencia" o "Entidad" con excepción de los considerados en los cargos por maquinaria. Los materiales que se usen podrán ser permanentes o temporales, los primeros son los que se incorporan y forman parte de la obra: los segundos son los que se consumen en uno o varios usos y no pasan a formar parte integrante de la obra.

El cargo unitario por concepto de materiales "M" se obtendrá de la ecuación:

$$M = Rm$$

en la cual:

"Rm" representa el precio de mercado más económico por unidad del material de que se trate, puesto en el sitio de su utilización. El precio unitario del material se integrará sumando a los precios de adquisición en el mercado, los de acarreo, maniobras y mermas aceptables durante su manejo. Cuando se usen materiales producidos en la obra, la determinación del cargo unitario será motivo del análisis respectivo.

"C" representa el consumo de materiales por unidad de concepto de trabajo. Cuando se trate de materiales permanentes, "C" se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proyecto, las normas y especificaciones de construcción de "La Dependencia" o "Entidad", considerando adicionalmente los desperdicios que la experiencia determine. Cuando se trate de materiales temporales, "C" se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proceso de construcción y el tipo de obra, considerando los desperdicios y el número de usos con base en el programa de obra, en la vida útil del material de que se trate y en la experiencia.

5.4.3. CARGO DIRECTO POR MAQUINARIA.

Es el que se deriva del uso correcto de las máquinas consideradas como nuevas y que sean las adecuadas y necesarias para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo con los estipulado

en las normas y especificaciones de construcción de "La Dependencia" o "Entidad" y conforme al programa establecido.

El cargo directo unitario por maquinaria "CM" se expresa como el cociente del costo horario directo de las máquinas, entre el rendimiento horario de dichas máquinas. Se obtendrá mediante la ecuación:

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

en la cual:

"HMD" representa el costo horario directo de la maquinaria. Este costo se integra con cargos fijos, los consumos y los salarios de operación, calculados por hora de trabajo.

"RM" representa el rendimiento horario de la máquina nueva en las condiciones específicas del trabajo a ejecutar, en las correspondientes unidades de medida.

5.4.3.1. CARGOS FIJOS.

Son los correspondientes a depreciación, inversión, seguros y mantenimiento.

5.4.3.1.1. CARGO POR DEPRECIACION.

Es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. Se considerará una depreciación lineal, es decir, que la maquinaria se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo.

Este cargo está dado por:

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

en la que:

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

"Vr" representa el valor de rescate de la máquina, es decir el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica.

"Ve" representa la vida económica de la máquina, expresada en horas efectivas de trabajo, o sea el tiempo que puede mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma económica, siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado.

5.4.3.1.2. CARGO POR INVERSION.

Es el cargo equivalente a los intereses del capital invertido en maquinaria.

Está dado por:

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

en la que:

"Va" y "Vr" representan los mismos valores enunciados en el punto 5.4.3.1.1.

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

"i" representa la tasa de interés anual expresada en decimales.

Las Dependencias y Entidades para sus estudios y análisis de precios unitarios considerarán a su juicio la tasa de interés "i". Los contratistas en sus propuestas de concurso, propondrán la tasa de interés que más les convenga.

En los casos de ajustes por variación de los insumos que intervengan en los precios unitarios, y cuando haya variaciones en las tasas de interés, el ajuste de éste se hará en base al relativo de los mismos, conforme a los que hubiere determinado el Banco de México en la fecha del concurso y el correspondiente a la fecha de la revisión.

5.4.3.1.3. CARGO POR SEGUROS.

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

Este cargo está dado por:

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

en donde:

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

"Vr" representa el valor de rescate de la máquina, es decir, el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica.

"S" representa la prima anual promedio, fijada como porcentaje del valor de la máquina y expresada en decimales.

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

5.4.3.1.4. CARGO POR MANTENIMIENTO MAYOR O MENOR.

Es el originado por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones durante su vida económica.

Cargo por Mantenimiento Mayor. Son las erogaciones correspondientes a las reparaciones de la maquinaria en talleres especializados, o aquellas que puedan realizarse en el campo, empleando personal especialista y que requieran retirar la maquinaria de los frentes de trabajo. Este cargo incluye la mano de obra, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria, así como otros materiales necesarios.

Cargo por Mantenimiento Menor. Son las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios de repuestos que se efectúan en las propias obras, así como los cambios de líquido para mandos hidráulicos, aceite de transmisión, filtros, grasas y estopas. Incluye el personal y equipo auxiliar que realiza estas operaciones de mantenimiento, los repuestos y otros materiales que sean necesarios.

Este cargo está representado por:

$$T = Q \cdot D$$

en la que:

"Q" es un coeficiente que considera tanto el mantenimiento mayor como el menor. Este coeficiente varía según el tipo de máquina y las características del trabajo, y se fija en base a la experiencia estadística.

"D" representa la depreciación de la máquina calculada de acuerdo con lo expuesto en la Norma 5.4.3.1.1.

5.4.3.2. CARGO POR CONSUMOS.

Son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de combustibles u otras fuentes de energía y en su caso lubricantes y llantas.

5.4.3.2.1. CARGO POR COMBUSTIBLES.

Es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina y diesel para el funcionamiento de los motores. El cargo por combustible "E" se obtendrá, mediante la ecuación:

$$E = c \quad Pc$$

en la cual:

"c" representa la cantidad de combustible necesario, por hora efectiva de trabajo. Este coeficiente está en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice.

"Pc" representa el precio del combustible puesto en la máquina.

5.4.3.2.2. CARGO POR OTRAS FUENTES DE ENERGIA.

Es el cargo por los consumos de energía eléctrica o de otros energéticos distintos a los señalados en la regla anterior. La determinación de este cargo requerirá en cada caso de un estudio especial.

5.4.3.2.3. CARGO POR LUBRICANTES.

Son los motivados por el consumo y los cambios periódicos de aceites lubricantes de los motores.

Se obtendrá de la ecuación:

$$Al = (c + al) \quad Pl$$

en la cual:

"al" representa la cantidad de aceites lubricantes necesaria por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación; está determinada por la capacidad de recipiente dentro de la máquina y los tiempos entre cambios sucesivos de aceites.

"Pl" representa el precio de los aceites lubricantes puestos en las máquinas.

"c" representa el consumo entre cambios sucesivos de lubricantes.

5.4.3.2.4. CARGO POR LLANTAS.

Es el correspondiente al consumo por desgaste de las llantas. Cuando se considere este cargo, al calcular la depreciación de la maquinaria deberá reducirse del valor inicial de la misma, el valor de las llantas.

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

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

en la cual:

"Vn" representa el precio de adquisición de las llantas, considerando el precio en el mercado nacional de 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 determinará de acuerdo con la experiencia, considerando entre otros los factores siguientes: velocidad máxima de trabajo; condiciones relativas del camino que transite, tales como pendientes, curvaturas, superficie de rodamiento, posición en la máquina, cargas que soporte, y clima en que se operen.

5.4.3.3. CARGOS POR SALARIOS PARA LA OPERACION.

Es el que resulta por concepto del o los salarios del personal encargado de la operación de la máquina, por hora efectiva de trabajo de la misma.

Este cargo se obtendrá mediante la ecuación:

$$Co = \frac{So}{H}$$

en la cual:

"So" representa los salarios por turno del personal necesario para operar la máquina, entendiéndose por salarios la definición dada en la regla 5.4.1.

"H" representa las horas efectivas de trabajo de la máquina dentro del turno.

5.4.3.4. CARGO POR TRANSPORTE EXTRAORDINARIO DE MAQUINARIA.

Corresponde a las erogaciones necesarias para traslados extraordinarios de maquinaria ordenados por "La Dependencia" o "Entidad". Este cargo se analizará como un concepto de trabajo específico.

5.4.4. CARGO DIRECTO POR HERRAMIENTA

5.4.4.1. CARGO POR HERRAMIENTA DE MANO.

Este cargo corresponde al consumo por desgaste de herramientas de mano utilizadas en la ejecución del concepto de trabajo.

Este cargo se calculará mediante la fórmula:

$$HM = Kn \cdot Mo$$

en la cual:

"Kn" representa un coeficiente cuya magnitud se fijará en función del tipo de trabajo de acuerdo con la experiencia.

"Mo" representa el cargo unitario por concepto de mano de obra calculado de acuerdo con la regla 5.4.1.

5.4.4.2. CARGO POR MAQUINAS-HERRAMIENTAS.

Este cargo se analizará en la misma forma que el cargo directo por maquinaria, según lo señalado en la regla 5.4.3.

5.4.5. CARGO DIRECTO POR EQUIPO DE SEGURIDAD.

Este cargo corresponde al equipo necesario para la protección personal del trabajador para ejecutar el concepto de trabajo.

Este cargo se calculará mediante la fórmula:

$$ES = Ks . Mo$$

en la cual:

"Ks" representa un coeficiente cuyo valor se fija en función del tipo de trabajo y del equipo requerido para la seguridad del trabajador.

"Mo" representa el cargo unitario por concepto de mano de obra calculado de acuerdo con la regla 5.4.1.

5.5. CARGO POR INSTALACIONES.

Corresponde a las erogaciones para construir todas las instalaciones necesarias para realizar los conceptos de trabajo. Dichas instalaciones se dividen en dos grupos: las generales y las específicas.

Los cargos correspondientes a las primeras se considerarán a juicio de "La Dependencia" o "Entidad", ya sea como un concepto de trabajo específico, o como cargo directo dentro del concepto de trabajo del que fomen parte.

5.6. CARGOS INDIRECTOS

5.6.1. Corresponden a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los cargos directos que realiza "El Contratista", tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y que comprenden, entre otros, los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, financiamiento, imprevistos, transporte de maquinaria y, en su caso, prestaciones sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.

5.6.2. Los cargos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables, y dividiendo esta suma entre el costo directo total de la obra de que se trate.

Exclusivamente para los casos de gastos que se realicen en base a porcentajes impositivos sobre el precio unitario, el cargo debe hacerse aplicando el porcentaje que resulta de la siguiente expresión:

$$\frac{(\% - 100) \cdot X}{100 - X} \quad X = \text{porcentaje impositivo}$$

5.6.3. Los gastos generales más frecuentes que podrán tomarse en consideración para integrar el cargo indirecto y que pueden aplicarse indistintamente a la Administración Central o a la Administración de Obra o a ambas, según el caso, son los siguientes:

5.6.3.1. Honorarios, sueldos y prestaciones:

- 1.- Personal directivo.
- 2.- Personal técnico
- 3.- Personal administrativo
- 4.- Personal en tránsito

INDICE

- 1.- FACTORES DE SELECCION
- 2.- EQUIPOS DE CONSTRUCCION
- 3.- REQUISICIONES
- 4.- RENDIMIENTOS
- 5.- SELECCION
- 6.- CONSERVACION

FACTORES DE SELECCION:

Un ideal del Constructor...

"Obtener el máximo rendimiento con el mínimo esfuerzo, sin demérito de la calidad".

Una clasificación de los factores puede ser como sigue:

- A.- Costo
- B.- Trabajo específico
- C.- Mantenimiento y Conservación

A. Costo:

"La selección del equipo ideal al mínimo costo".

Para poder cumplir con este punto, es necesario contar en la obra con los planos y documentos del proyecto, en los que se marquen o indiquen las dimensiones, formas y calidades finales solicitadas.

Así como las especificaciones técnico-constructivas, tiempos de terminación, entregas, etc.; que obligan al constructor o al residente, en base a su experiencia, a analizar diversas técnicas constructivas aplicables al caso, determinando por costo-tiempo-factibilidad, cuál es el procedimiento a seguir que proporciona mayores ventajas económicas.

En base a este análisis, el constructor -puede- elegir trabajar con sólo mano de obra, utilizar maquinaria, o una combinación de ambas, tomando en cuenta que a mayor rendimiento del procedimiento elegido, menor será el tiempo de ejecución y por consiguiente el costo.

El equipo para realizar trabajos de construcción, en épocas de cambio como la que vivimos, se convierte en elemento vital para obtener ventajas competitivas, sobre todo en construcción pesada.

La selección de la maquinaria y equipo para un trabajo específico de construcción, se basa principalmente en la experiencia obtenida con anterioridad, en estudios empíricos y estadísticos, para la determinación del costo por unidad de trabajo.

Al hacer la selección, es necesario estimar el costo-horario y el rendimiento de producción de cada una de las máquinas a emplearse.

Determinación del costo-horario:

El costo-horario está directamente relacionado con:

- a.- Cargos fijos
- b.- Cargos de uso o de consumo
- c.- Cargos por operación

a.- Cargos fijos:

Son llamados también de propiedad, porque gravitan sobre el equipo y maquinaria todo el tiempo, independientemente si el equipo está en operación o no.

Estos cargos están compuestos de:

- 1.- Depreciación:
Disminución gradual del precio original de adquisición de una máquina o equipo, y es el resultado del desgaste, obsolescencia, o la combinación de ambos factores que inciden en reducción del valor original de éste.
- 2.- Inversión:
Interés correspondiente al capital invertido en la adquisición del equipo.
- 3.- Seguros:
Póliza de seguros por riesgos no previstos.

- 4.- Almacenaje:
Renta por pensión.
- 5.- Mantenimiento:
Reparaciones mayores o menores.

b.- Cargos de uso o de consumo:

Son los correspondientes a combustible, lubricantes, filtros, grasas, estopa, llantas (cuando el equipo las usa, si no, ese concepto desaparece).

c.- Cargos por operación:

Son los correspondientes a los sueldos del personal encargado de manipular el equipo analizado.

Todos estos conceptos se cuantifican en pesos por hora (\$/Hr.)

Por la otra parte, para determinar el rendimiento de producción implica conocer:

- a.- Tipo de material de trabajo
- b.- Potencia de la máquina
- c.- Ciclo de trabajo

a.- Tipo de material

Para cada uno se debe conocer algunas de sus propiedades físicas como son:

La densidad (Kg/m³)

Expansión volumétrica (porcentaje de vacíos que se forman al desalojar el material de su lugar)

Compresibilidad: propiedad que adquiere el material al compactarse después de haber sufrido una expansión volumétrica.

Sobre el particular, existen en la práctica tablas de valores aplicables a cada tipo de suelo.

b.- Potencia de la Máquina

Esta se divide en:

Potencia disponible.- Es la indicada por el fabricante que puede producir la máquina.

Potencia utilizable.- Es la potencia disponible, menos las reducciones por la actitud, el engranaje del motor y la tracción de las ruedas al terreno.

Potencia necesaria.- La mínima que ocupa la máquina para vencer la resistencia por pendientes o terreno escabroso (cuando sea el caso).

c.- Ciclo de trabajo.

Un ciclo de trabajo está determinado por los eventos que se suceden desde el inicio de una actividad, por ejemplo la carga de una unidad de acarreo por la máquina, hasta a la carga de la unidad de acarreo siguiente.

En general, podemos decir que el ciclo de trabajo está determinado por tiempos fijos; como los utilizados en maniobras, cambios de velocidades, carga y descarga.

Y tiempo variables.- Como el que se utiliza para el recorrido de la carga y regreso en vacío, que va en función de la distancia de acarreo.

Resumiendo, con la cuantificación de estos conceptos, se obtiene el rendimiento de producción, en unidades por hora (m³/hr), (m²/hr), etc.

Y dividiendo el costo-horario (\$/hr) entre el rendimiento (M³/hr), obtendremos el costo por unidad de trabajo.

b.- Trabajo Específico:

Este factor, por su importancia en la selección de maquinaria y equipos, lo subdividimos de la forma siguiente:

- 1.- Operación Específica
- 2.- Especificaciones Constructivas
- 3.- Movilidad
- 4.- Condiciones Atmosféricas
- 5.- Tiempo Programado
- 6.- Balanceo
- 7.- Versatilidad y Adaptabilidad
- 8.- Efectividad Operacional

Al realizar la selección del equipo para condiciones de campo reales, la asignación de la maquinaria y equipos dependerá de varios de estos factores; sin embargo, al estudiar estos factores uno por uno, se recomienda no olvidar los demás factores, puesto que estos factores permanecen subordinados en cuanto a su efecto, y es probable que algunos de ellos concurren durante el tiempo de ejecución.

- 1.- Operación Específica.-
Es el factor primario en la selección del equipo para lograr un trabajo; este a su vez puede depender de:
 - 1.a.- El trabajo físico a efectuar, al realizar la operación o actividad.
 - 1.b.- La disponibilidad de espacio para ello.
 - 1.c.- Los requisitos de potencia y su disponibilidad.
 - 1.d.- Para este caso, supongamos que queremos realizar una cepa o trinchera angosta de 5.00 m. de profundidad, la selección no se inclinaría a una excavadora de trincheras o retro-excavadora sobre neumáticos, porque este equipo tiene un límite bastante menor de profundidad

1.e.- En cuanto a la disponibilidad de espacio, podemos citar que no se escogería una pluma giratoria por cables cuando hay limitantes de espacio, en otro caso, se optaría por una bomba de concreto en vez del espacio para transitar con carretillas.

1.f.- En este caso, obras alejadas de los servicios urbanos implica conocer la disponibilidad de fuentes de energía, etc.

2.- Especificaciones Constructivas.-

Dentro de las especificaciones de un contrato de construcción, no siempre es posible realizarlo especificando únicamente el resultado final deseado, y dejar a libre elección la gran variedad de equipos para efectuarlo; porque puede producir un producto final totalmente inadecuado y aparentemente correcto, para evitar ésto, es necesario especificar pasos intermedios, o equipos intermedios. Ej. la compactación de un relleno se especifica hacerlo por capas, para evitar falta de homogeneidad en el mismo.

3.- Movilidad.-

Este puede ser el movimiento necesario del equipo de trabajo o de los materiales para una operación, o puede ser el movimiento planeado de una operación a otra, o de un proyecto constructivo a otro.

4.- Condiciones Atmosféricas.-

La influencia de las condiciones atmosféricas es importante en la selección del equipo, la temperatura, humedad, viento y la presión atmosféricas, afectan el funcionamiento de los equipos de diferentes maneras: las bajas temperaturas afectan la combustión interna, espesa los aceites y grasas, las altas temperaturas hacen al aire menos denso, si es seco, afecta el tiempo de fraguados; la lluvia, la nieve y la humedad excesiva pueden ocasionar problemas, las superficies mojadas dificultan la tracción, etc.

5.- Tiempo Programado.-

La selección del equipo tendrá que tomar en cuenta:

1.- El tiempo permitido por el contrato de construcción.

- 2.- La sincronización necesaria y económica de las operaciones secuenciales.
- 3.- El efecto relativo del costo administrativo en la economía de la operación.
- 4.- La variación de las tarifas de renta del equipo, con el tiempo que toma a los equipos realizar la operación.
- 6.- Balanceo del equipo interdependiente que sus regímenes de producción sean tan compatibles como sea posible.
- 7.- Versatilidad y Adaptabilidad.-
Que un mismo equipo pueda ser usado para diferentes operaciones.
- 8.- Efectividad Operacional.-
Los adelantos técnicos de los equipos permiten ahora manejar aparatos más grandes con relativa facilidad (no hay que olvidar que el manejo de estas máquinas requiere de maestría y precisión, por su complejidad) gracias a mecanismos servo-asistidos y automatizados.

c.- Mantenimiento y Conservación

La maquinaria debe de estar en condiciones de trabajar, pues un equipo en reparación, no sólo no genera dinero al no trabajar, sino que además de una costosa compostura, hay que considerar los salarios del operador, de otros trabajadores y equipos interdependientes, relacionados con su operación. Por tanto, la selección buscará aparatos que requieran mínimo de mantenimiento, económico y programado.

Equipos de Construcción

Si tratáramos el uso de la maquinaria y equipo, sería necesario mencionar las características del funcionamiento y las aplicaciones de todos los equipos y modelos que existan; como no pretendemos eso, haremos sólo la descripción general del equipo más usual.

Es común designar a la maquinaria y equipo como herramienta de ataque, a la que se le adaptan cuantos aditamentos se pueda, y por tanto, ese será el número de designaciones que tendrá indicados:

Se clasifica en dos grupos:

El equipo ligero

Vibradores — [gasolina
eléctricos
de aire

Malacates — [gasolina
eléctricos

Torre grúa

Revolvedoras

Bomba de Agua

Bomba de Concreto

Equipo de Soldadura { eléctrico
gasolina

Sierra cortadora de concreto

Equipo Pesado

Tractores { Bulldozer
Angledozer
Desgarradores
Empujadores
Pluma lateral
Punzón
Cadena de Desplante

(cuchilla recta)
(cuchilla angulable)

Cargadores { Descarga Frontal
Descarga Lateral
Descarga Trasera

Excavadora { Pala
Convertible
Retroexcavad.
Zanjadora

Cuchara de arrastre
Cuchara de almeja
Cuchara de Gajos de N
Garfios
Grúa
Piloteadora
Demoledora
Electro imán
Baches de concreto

Escrepas — [Arrastre
Auto Impulsadas
Tandem
Auto Cargables

Transportes — [Volteos
Volquetes
Vagonetas
Plataformas
Dumparts

Motoconformadoras

Compactadores — [Pata de cabra
Rodillo de Reja
Aplanadora dos rodillos lisos
Aplanadora tres rodillos lisos
Compactador de llantas
Compactador combinado (duo-pactor)

Compactadores
Manuales — [Pistón de mano
Bailarina
Rodillo manual

Compresores — [Pistones
Rotatorio
Mono-rotor
Tornillo

Perforadoras [Pistola de Barrenación
Pistola Demoledora
Pistola Neumática
Jumbo
Perforadora de Carretilla
Perforadora de Orugas

Equipos Auxiliares

Trituradoras [Quijadas
Conos
Rodillos
Impacto
Molino de martillos

Pavimentación [Banda Transportadora
Cribas
Planta de Trituración
Planta de Asfalto
Planta de Concreto
Petrolizadora
Barredora
Pavimentadora (finisher)
Pipa

Requisiciones.

Como decíamos anteriormente, la falta de una máquina causa serios trastornos en los trabajos de una obra y en el costo de la misma, por lo que resulta necesario manejar algún método de programación del equipo que se va a emplear, de acuerdo al programa general de la obra, que nos sirve de guía para la determinación de las fechas, haciendo así nuestro pedido de maquinaria con tiempo suficiente.

La requisición es un esqueleto o forma para hacer los pedidos de maquinaria y equipo que se va a utilizar en una obra.

Rendimientos

La productividad de un equipo de construcción o rendimiento por hora, no es una cantidad fija para un equipo dado, ya que depende principalmente de las condiciones del trabajo y de la dirección del mismo, de la destreza del operador, su persistencia, de la coordinación con otros equipos y además, toda máquina diseñada para ejecutar trabajos específicos de construcción, desarrolla sus movimientos de tal forma, que es imposible obtener rendimientos 100% eficientes.

Toda esta variedad de causas las reuniremos en diferentes coeficientes, y conjuntan las razones básicas, que con la experiencia, se hayan encontrado como limitantes de la eficiencia.

En el empleo de estos equipos debemos reducir en lo posible las causas que originan estas limitantes de rendimiento, con el objeto de llegar al ideal mencionado anteriormente.

Coeficientes de aplicación al rendimiento

4.1.- Coeficiente de Eficiencia.-

Ningún equipo mecánico puede trabajar a una velocidad máxima de una manera continua, por razones que son obvias, como son: la naturaleza propia del trabajo, el mantenimiento y la necesidad de vigilar elementos sencillos pero importantes, como bandas, cables, tolvas, tornillos, etc.

Un coeficiente de eficiencia óptima considera 50 minutos aprovechables de cada hora, o sea:

$$50 \text{ MIN}/60 \text{ MIN} = 0.83$$

Un coeficiente normal, considera 40 minutos aprovechables de cada hora

$$40 \text{ MIN}/60 \text{ MIN} = 0.60$$

4.2.- Coeficiente de Utilización.-

El conocimiento, la personalidad del encargado de los trabajos en la organización de la obra, la vigilancia y el mantenimiento del equipo y las condiciones propias del terreno, explican las diferencias del rendimiento, que puede apreciarse en la utilización del equipo.

El coeficiente está basado en las condiciones de trabajo y en una buena organización de la obra.

CONDICIONES DEL TRABAJO	ORGANIZACION DE LA OBRA			
	Excelente	Buena	Mediana	Mala
EXCELENTE	0.84	0.81	0.76	0.70
BUENA	0.78	0.75	0.71	0.65
MEDIANA	0.72	0.69	0.65	0.60
MALA	0.63	0.61	0.57	0.52

4.3.- Coeficiente por las condiciones de trabajo:

- a.- Naturaleza del Trabajo
- b.- Condiciones del clima y del Terreno:
Terreno seco y drenado, terreno húmedo y mal drenado, polvoso, clima cálido, frío, lluvia, viento, etc.
- c.- Topografía y magnitud de la Obra
- d.- Dificultad de maniobras, acarreos y accesibilidad

4.4.- Coeficiente por la organización de la Obra:

- a.- La experiencia de personal y del manejo del trabajo
- b.- La concepción, ejecución, dirección y coordinación de todas las operaciones que afectan el rendimiento
- c.- La selección, cuidado y mantenimiento del equipo el análisis ponderado de cada uno de los puntos anteriores, es laborioso pero necesario para la programación de una obra de acuerdo con el equipo que se tenga, y de el que pueda disponerse, relacionando el coeficiente de eficiencia de la máquina con el de utilización de la misma, se obtiene la tabla siguiente:

	ORGANIZACION DE LA OBRA			
	EXCELENTE	BUENA	MEDIANA	MALA
COEFICIENTE DE UTILIZACION DE LA MAQUINA	0.83-0.66	0.83-0.66	0.83-0.66	0.83-0.66
CONDICIONES DEL TRABAJO				
EXCELENTES	0.70 0.56	0.67 0.53	0.63 0.50	0.58 0.46
BUENAS	0.65 0.52	0.62 0.50	0.59 0.47	0.54 0.43
MEDIANAS	0.60 0.48	0.57 0.46	0.54 0.43	0.50 0.40
MALAS	0.52 0.42	0.51 0.40	0.47 0.38	0.43 0.35

4.5.- Coeficiente de Eficiencia de Personal.-

Aún teniendo un magnífico programa de adiestramiento de operadores de maquinaria, es casi imposible lograr una eficiencia uniforme de trabajo, pues la personalidad y características de cada ser humano, nos darán diferencias que nos obligan a hacer una clasificación con las siguientes variaciones:

- a).- Operadores rápidos, medianos y lentos.
- b).- Con magnífico acabado en su trabajo, bueno, regular y malo.
- c).- Cuidadosos de su equipo, descuidados o irresponsables.
- d).- Operadores de gran rendimiento, mediano o bajo.

Con el análisis de estos factores se forma la tabla siguiente, la cual es usada para el cálculo de rendimientos en función a este coeficiente.

	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO
OPERADOR	1.00	0.80	0.70	0.60

4.6.- Rendimiento.-

Para obtener la producción de cualquier máquina, es indispensable conocer y calcular los factores que intervienen en ella, son constantes que intervienen en el análisis de rendimientos, semejantes para cualquier tipo de trabajo que se desarrolle y son los siguientes:

Producción de las Máquinas:

- a).- Capacidad de las máquinas.-

Lo primero es determinar la capacidad de la máquina, lo que se denomina "la carga por ciclo".

b).- Tiempo del Ciclo.-

La segunda operación es calcular el tiempo del ciclo de la máquina. El tiempo del ciclo se divide en cuatro partes: carga, acarreo, descarga y regreso. Hallado el tiempo del ciclo, puede determinarse el número de ciclos por hora.

c).- Producción por Hora.-

El tercer punto consiste en calcular la producción, mediante la multiplicación de la carga por el ciclo y el número de ciclos por hora. Con ello se obtiene una producción por hora al 100% de eficiencia. Luego se multiplica el resultado por el factor de eficiencia en el trabajo, el cual se basa en el empleo del tiempo.

d).- Factores de Corrección.-

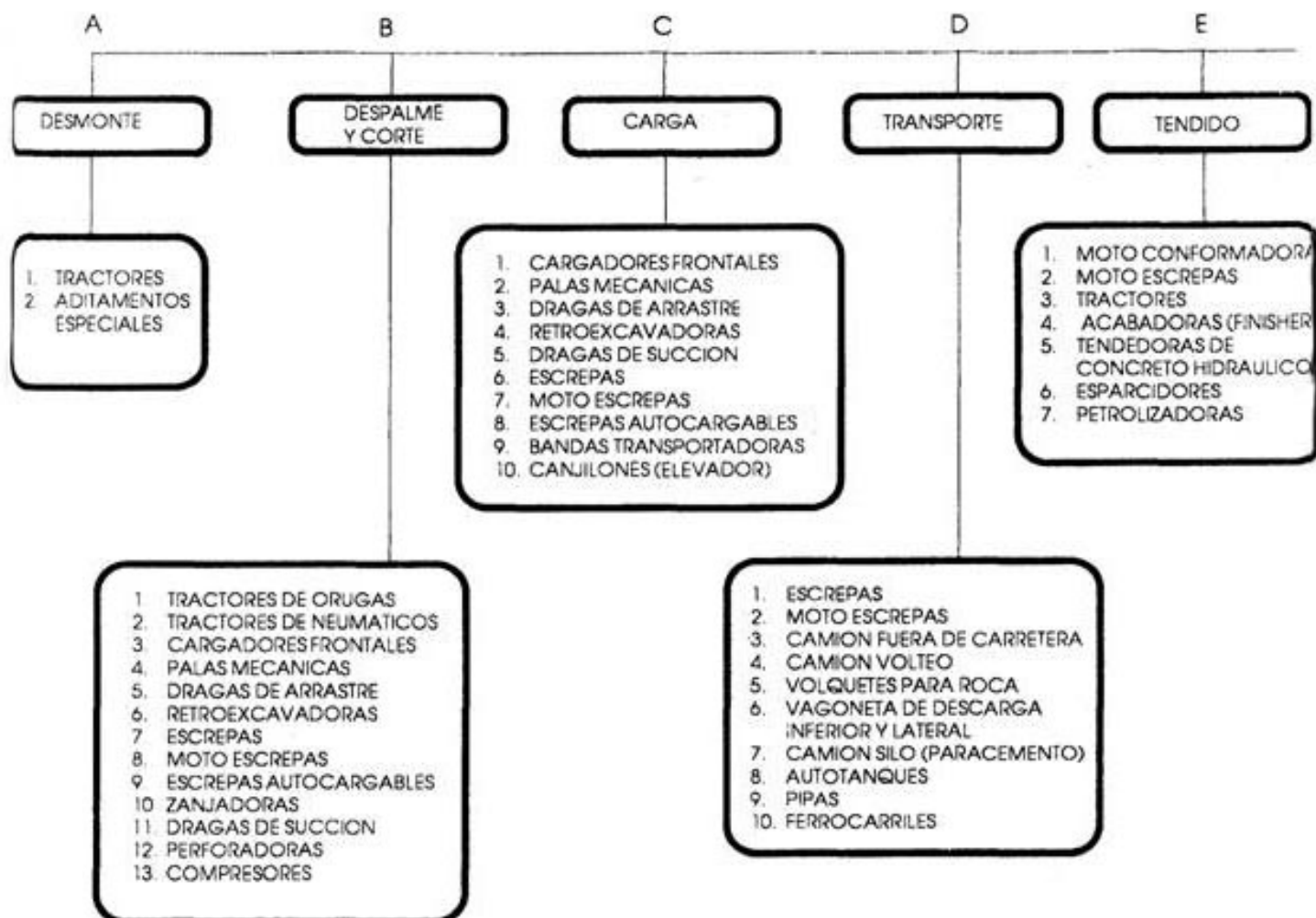
Estos pueden basarse en la aptitud del operador, los métodos de producción, el tiempo atmosférico, el tránsito de vehículos, causas de fuerza mayor, etc. La habilidad de un contratista para determinar y emplear estos factores de corrección, en las condiciones existentes en el lugar, tendrá gran influencia en su éxito en las operaciones de producción.

Selección

Para facilitar el estudio de las máquinas de construcción, vamos a relacionarlas formando grupos con aquellas que consideramos son ideales en la ejecución del trabajo indicado. No queriendo decir, que solamente son eficientes en este concepto de trabajo, ya que pueden ser igualmente eficientes en el desarrollo de dos, tres o cuatro conceptos diferentes, como se puede ver en el cuadro siguiente, en donde se agruparon para identificarla con el concepto y así, poder hacer su selección casi en forma automática.

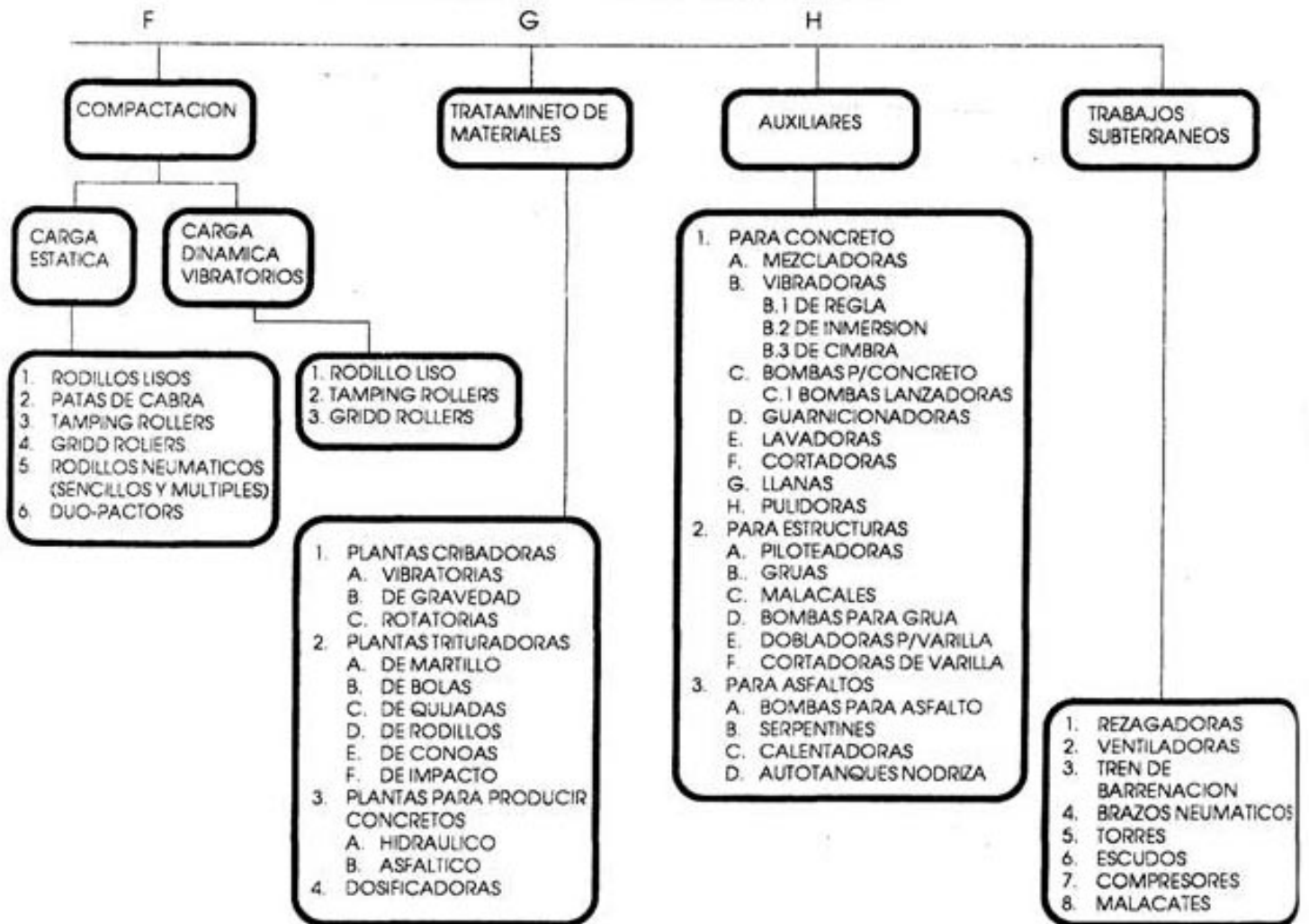
CLASIFICACION DE LA MAQUINARIA SEGUN EL TRABAJO IDEAL QUE PUEDEN REALIZAR

MAQUINARIA EMPLEADA EN CONSTRUCCION



CLASIFICACION DE LA MAQUINA SEGUN EL TRABAJO IDEAL QUE PUEDEN DESARROLLAR

MAQUINARIA EMPLEADA EN CONSTRUCCION



CONSERVACION

La eficacia de los equipos de construcción, se basa en que funcionen para lo que fueron diseñados, sólo así se justifica su inversión.

Cuando el equipo no está en condiciones de trabajar y necesita reparación para recuperarlo, no sólo se pierde dinero por no generar producción, si además tomamos en cuenta al operador, otros trabajadores y equipos interdependientes relacionados con su operación, la descompostura resulta demasiado costosa.

Por la importancia de estos razonamientos, nos damos cuenta de lo esencial e imprescindible mantener el equipo en perfectas condiciones de trabajo, tal deberá ser la intención prevaleciente.

Abundando sobre el tema, debemos decir que las reparaciones mayores y los ajustes generales cuestan entre el 50% al 100% de la inversión original.

Anticipándose a este gasto, el responsable de la maquinaria para construcción, debe tratar de reducir al mínimo el costo de mantenimiento de cada equipo, durante su vida útil.

Hay un acuerdo entre los fabricantes del equipo, propietarios y usuarios: para lograr el mínimo costo de mantenimiento, es necesario contar con un programa de cuidado y mantenimiento regular para cada equipo, lo que se denomina: mantenimiento preventivo.

6.1 Mantenimiento Preventivo.-

Un programa de mantenimiento preventivo comprende: el procedimiento a seguir y las medidas correctivas que permiten conservar el equipo en buenas condiciones de trabajo. Las compañías fabricantes sacan un estribillo:

"Proteja constantemente, limpie perfectamente, inspeccione frecuentemente, lubrique eficientemente y repare inmediatamente".

Los responsables del equipo encuentran difícil de lograr que los operadores y los supervisores de operación se ajusten al mantenimiento preventivo.

Siendo el programa de mantenimiento preventivo indispensable, pues nos representa ahorros importantes y además aumenta substancialmente la disponibilidad del equipo, este término se refleja al período de tiempo que el equipo es capaz de funcionar efectivamente sin meterle mano.

Si consideramos que el polvo que se genera por el equipo durante los trabajos de producción, es capaz de introducirse hasta las partes internas de los mismos, o en otro caso, el concreto que salpica a los equipos y herramientas, no es retirado en forma inmediata, la eficacia y la vida útil del equipo se verá reducida irremediablemente.

Un equipo es confiable cuando mantenido adecuadamente, tiene una disponibilidad mayor del 90%; un equipo más antiguo puede tener una disponibilidad un poco más baja, pero nunca debe ser menor del 80%.

Todo equipo cuya disponibilidad sea menor de este porcentaje debe reponerse, y diseñar el programa activo de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del equipo.

6.2.- Operaciones y Registro de Mantenimiento.-

Las operaciones de mantenimiento que se efectúan en el equipo, siguen generalmente el estribillo mencionado. Es por tanto necesario proteger el equipo para evitar que se oxiden, o se deterioren.

Esto se logra cubriendo o pintando las partes que puedan sufrir algún daño por la exposición a la intemperie, la humedad, el polvo, etc.

Sin embargo, no se recomienda la pintura para ciertas partes que deben inspeccionarse en busca de grietas muy pequeñas, o de otras señales de falla.

Definitivamente las partes móviles que deben embonar y trabajar con tolerancias muy pequeñas entre ellas, no deben pintarse. En el caso de estar expuestas, deben cubrirse con lubricante especificado. Se recomienda la limpieza general para prevenir el desgaste de las partes críticas y poder detectarlas con oportunidad. Si se introduce el polvo y la suciedad entre las partes móviles de ajuste cerrado, se producen desgastes y roturas. La grasa y la suciedad también cubren grietas y otras señales de peligro. La limpieza puede hacerse por lavado, soplado y por vapor de agua.

Para la limpieza de las partes eléctricas debe usarse un chorro de aire seco, en vez de humedad. El equipo expuesto al concreto fresco debe lavarse con agua tan pronto como sea posible, y por supuesto, dentro del mismo día.

La necesidad de una inspección diaria se justifica con la detección de fallas en alguna parte del equipo, antes de que se presente un paro costoso.

Las fallas pueden detectarse de varias maneras: por ejemplo, se puede escuchar o palpar al tacto vibraciones anormales, golpeteos o ruidos que hagan las partes móviles. Las regiones desgastadas débiles de las partes estructurales, pueden detectarse por la inspección visual en busca de grietas, etc.

Para inspeccionar o verificar la necesidad de mantenimiento de las partes móviles de un motor de combustión, pueden requerirse algunas pruebas. Por ejemplo, verificar el consumo de combustible la velocidad del motor o calentamiento del sistema del radiador y de otras partes. El análisis de laboratorio de una muestra de aceite lubricante, puede detectar las fallas del motor por la cantidad de sedimento y de otros contaminantes que pueda contener. La muestra se toma del orificio de verificación y del nivel de aceite, que su análisis puede descubrir fallas del motor antes de que se presenten ruidos, vibraciones o sobrecalentamiento.

- 6.3.- Análisis de la importancia de la conservación, es impresionante la cantidad de dinero que en máquinas están bajo la responsabilidad de un ingeniero y debe mantenerlas trabajando eficientemente.

La buena conservación, la que debe ser rutinaria, "institucionalizarse" es la que produce los más bajos costos de conservación.

En todos los manuales de operación y conservación que le dan a uno al comprar una máquina nueva o usada, vienen las instrucciones claras y sencillas de cómo operarlas y conservarlas.

Estas instrucciones de conservación son tan sencillas, están redactadas y escritas para "operadores" no para ingenieros mecánicos, están al alcance de una persona de mediana educación. Es necesario conocer las máquinas. El radiador no es siempre la parte delantera (EIMCO-TEREX); así

que sí es necesario familiarizarse con la máquina. Los ingleses a veces llaman al radiador la parte delantera y luego numeran los cilindros de atrás para adelante. Esto quiere decir que sí es necesario leer y estudiar los manuales y no suponer por analogía que una máquina genérica es igual en todas sus series. Todos los fabricantes conservan una sigla de identificación D8 HD21, TD25. Un D8H no es igual a un D8 serie H (30 años de diferencia), un TD25 serie B es 5000, menos potente a seis toneladas más ligero que un TD25 serie C, un HD21 de hace 10 años no es igual que un HD21 serie B. Tienen cambios mecánicos por lo que pueden usar distintos lubricantes.

Si usted pone aceite de transmisión SAE90 ó 140 a una transmisión Allison le va a costar \$600,000 repararla, etc.

El ingeniero de construcción debe cerciorarse de que el maestro mecánico ha estudiado el manual y le ha enseñado a los distintos ayudantes y mecánicos las operaciones a ejecutar: dónde engrasar, dónde aceitar y con qué clase de lubricantes; cómo ajustar y qué holguras o aprietes hay que dar.

El ingeniero de construcción debe estar seguro de su almacén:

Combustible: diesel y gasolina, petróleo limpio.

Lubricantes: todos los necesarios, bien identificados y limpios que no tengan agua.

Repuestos varios: cables cortados, dientes, cuchillas, filtros, lubricantes y combustibles electrodos, para diversas máquinas soldadoras.

Que todo esté limpio, incluyendo el camión en que se llevan al sitio de uso, las bombas, mangueras, botes y embudos con coladeras en buen estado. Todo lo anterior es fácil de conseguir si se establece desde el principio un programa y se vigila que se vuelva casi un reflejo del subconciente: "hacer las cosas bien".

6.4.- La conservación de acuerdo con un programa. Es fácil ejecutar la conservación de las máquinas si nuestro programa se apega en los tres puntos siguientes:

1.-Conocimiento de los programas de conservación que se aprenden en los manuales de cada máquina y en el campo.

2.-La supervisión del ingeniero responsable, adecuada en el uso de las máquinas.

3.-Operadores bien pagados, bien instruidos por la supervisión, disciplinados, etc.

Conocimiento de los programas, es muy importante, porque mientras la conservación no sea programada y bien ejecutada, no puede haber conservación confiable: todo el personal que interviene en la conservación debe tener un trabajo específico asignado y perfectamente conocido.

La conservación de todas las máquinas empieza como ya se dijo por la limpieza de ellas. No existe razón alguna, más que descuido o indiferencia de la supervisión, para que una máquina no guarde la limpieza de una máquina nueva. Una máquina limpia es fácil de reparar y hacer que el operador la trate mejor.

Es una condición psicológica que ustedes mismos han experimentado: automóvil nuevo, manejo más cuidadoso. Lo mismo pasa en la obra. Es indispensable y número uno: la "limpieza", exterior e interior.

BIBLIOGRAFIA, FUENTES DE INFORMACION Y REFERENCIAS

- 1.- **Apuntes de Costos Unitarios INFONAVIT**
Arq. Héctor Elenes Gaxiola
- 2.- **Breve descripción del Equipo Usual en Contrucción**
UNAM
Tesis de Benjamín Cutte Rodríguez
- 3.- **Curso de Maquinaria para Construcción**
IPN, ESIA
Ing. Francisco Ricci Chacón
- 4.- **Maquinaria para Construcción**
David A. Day (LIMUSA)
- 5.- **Maquinaria para Construcción**
R. L. Peurifoy (Editorial Diana, S.A.)
- 6.- **Movimiento de Tierras**
H. L. Nichols Jr. (Editorial Continental)
- 7.- **Planeación para la Construcción**
IPN
Ing. Felipe Piña Gutiérrez