## **II Convención Internacional de la UCLV**

## **XII SIMPOSIO INTERNACIONAL**

## **DE ESTRUCTURAS, GEOTECNIA**

## **Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

**Cayos de Villa Clara, Cuba. 23 al 30 de junio de 2019**

## **TERCER COLOQUIO DE INGENIERÍA VIAL Y OBRAS DEL TRANSPORTE**

## **PONENCIA:**

## **TÍTULO: Experiencias en la aplicación del SISCEM en empresas del territorio central de Cuba.**

**AUTOR:** Dr. Ing. Civil, Pedro Andrés Orta Amaro, Dpto. Ing. Civil, Facultad de

Construcciones, UCLV.

**RESUMEN:**

Las empresas constructoras de obras de ingeniería basan su capacidad constructiva y eficacia económico-productiva esencialmente en las maquinarias de construcción disponibles, por consiguiente, el lograr una eficaz explotación de estos importantes recursos es fundamental para obtener la necesaria eficacia de dichas entidades. Para asegurar una correcta gestión del parque de equipos disponible hay que realizar un buen control de la explotación, analizando el empleo horario, productivo y económico de las maquinarias. Para efectuar este control existe en Cuba un sistema que data desde finales de la década de los años 70 del pasado siglo. Este sistema requiere de actualización, racionalidad y perfeccionamiento, para ello desde el año 2005 se ha propuesto otro sistema nombrado SISCEM (Sistema para el Control de la Explotación de las Maquinarias), el cual ha sido validado mediante su empleo en diferentes empresas constructoras de la región central del país. En esta ponencia se exponen las experiencias adquiridas con el uso del SISCEM y se destacan las ventajas que pueden obtenerse con su aplicación en las brigadas, UEB o empresas constructoras cubanas, lo que puede incidir en la elevación de su eficacia económica productiva, tal como lo requiere la economía del país.

Palabras Clave: Control de Explotación de Maquinarias de Construcción

Key Words: Exploitation of construction machinery

## **DESARROLLO:**

En esta ponencia se pretende dar a conocer las ventajas del empleo del SISCEM con respecto al sistema de control de la explotación que se utiliza desde 1976 en las empresas constructoras del MICONS y otros OACE constructores, mediante las experiencias de su aplicación en un grupo de empresas de la región central del país: Villa Clara, Cienfuegos y Sancti Espíritus

## **El Sistema de Control de la Explotación de las Maquinarias: SISCEM**

La cuarta y última versión del SISCEM que se presenta es el perfeccionamiento de las anteriores, modificándose el cálculo de los ITE componentes, contando ahora solamente con 21 ITE, de ellos: 9 absolutos y 12 relativos (9 globales y 3 sintéticos), añadiendo como novedad la determinación del ITE denominado Costo Horario de las Maquinarias, calculado según el procedimiento establecido en el PRECONS II y precisado en la RM del MFP No-98-2008 y la manera de determinar el Costo Unitario Directo de las labores, tal como se hace en el reto del mundo, así como loa criterios para evaluar las magnitudes de los ITE globales y sintéticos del sistema, que permitan evaluar el nivel de explotación alcanzada por un parque de máquinas en un determinado período de tiempo en cuatro categorías: Excelente, Bien, Regular o Mal, proponiendo medidas que contribuyan a elevar la eficacia económica productiva de los parques de máquinas disponibles en brigadas, unidades empresariales de base o empresas constructoras.

**Indicadores Técnico - Económicos del SISCEM.**

Se emplean los ITE siguientes:

**9 Indicadores Absolutos,** losque se relacionan seguidamente:

1. El **total de máquinas en inventario** y de ellas el **total de máquinas básicas** existentes.
2. **Fondo Horario Bruto (F.H.B.)** Es el resultado de multiplicar los días laborables de un año o período analizado por la duración de una jornada laboral normal (8 horas).

Se calcula así:

FHB = 365 – (suma de los días feriados, festivos y de conmemoración nacional) x 8 horas. Ejemplo: si un año posee 82 días no laborables, feriados y de conmemoración nacional, determine el FHB.

FHB = (365 – 82) x 8 = 2264 horas

1. **Fondo Horario de Explotación (F.H.E.)** Es el tiempo realmente disponible para trabajar, considerando las horas extras de las jornadas laborales, horas de trabajos voluntarios y por otras razones.

FHE = 365 – (suma de los días feriados, festivos y de conmemoración nacional) x por las jornadas laborales superiores a las 8 horas

Ejemplo: si una entidad constructora posee un régimen laboral de 10 horas de trabajo diario y en el año analizado laboró 80 horas extras por la realización de trabajos voluntarios extras u otras razones y en el año existieron 52 domingos y 26 sábados no laborables, así como 6 días festivos o de conmemoración nacional, entonces el mismo será:

FHE = 365 – (52 + 26 + 6) = 365 – 84 = (281 x 10 horas) + 80 = 2890 horas.

1. **Horas realmente trabajadas, tanto total como en cada actividad diferente (Tt.)** Es el tiempo que reporta el operador dedicado al trabajo y puede estar formado por parte del tiempo de la jornada de trabajo y parte fuera de ella. Se expresa en horas.
2. **Horas perdidas por diversas causas** (roturas, lluvias, mantenimientos, reparaciones, falta de taller, por falta de combustible, etc.) En este indicador se especifican los tiempos improductivos por las diferentes causas antes mencionadas, de cada equipo integrante del parque de equipos disponible.
3. **Volúmenes de trabajo realmente ejecutados por las máquinas en cada una de las labores que realizan (Vt.)** Este indicador no es más que el volumen total trabajo por cada actividad ejecutado por cada equipo en un período de tiempo analizado. Este indicador se expresa en unidades físicas m, m2, m3.
4. **Consumos reales de combustible de cada máquina (C.R.C.)** Este indicador considera el consumo real de combustible por cada máquina disponible del parque y se expresa en litros.
5. **Costos Horarios de las Máquinas (C.H.M.)** Se determina como la suma de los costos de posesión y operación de las máquinas acorde con el tipo y cantidad de máquinas empleadas, mediante el empleo de la Resolución No. P 98-2008.del Ministerio de Finanzas y Precios (MFP), tal como se especifica en el Anexo 10.
6. **Valor de la producción realizada por cada una de las máquinas y total del valor en el período analizado (Va.)** Este indicador no es más que el valor total de la producción alcanzada por los equipos básicos del inventario que laboraron en un determinado período de tiempo. Este indicador se expresa en pesos ($).

Con los resultados de las magnitudes de estos indicadores absolutos, se procederá a realizar un análisis de la explotación de las maquinarias en un determinado período de tiempo, generalmente de manera mensual, el cual se calcularán los siguientes Indicadores Relativos (9 Globales y 3 Sintéticos), que seguidamente se especifican.

**9 Indicadores Globales:**

Estos importantes ITE relativos constituyen una sólida fuente de criterios cuando se trata de evaluar y analizar, técnica y económicamente, la explotación realizada a un parque de máquinas en un determinado tiempo, aunque varios también puedan ser usados para evaluar la explotación de una maquinaria de construcción en particular, siendo los mismos:

**1.** **Máquinas Básicas en Explotación (M.B.E.)**

Este indicador surge de la relación expresada, en por ciento, de dividir la sumatoria de las máquinas básicas que trabajaron entre la sumatoria de las máquinas básicas inventariadas en la empresa o UEB, en un período de tiempo dado.

**M.B.E. (%)** = Σ Máq. Básicas que trabajaron x 100

Σ Máq. Básicas. en Inventario

Los criterios para evaluar las magnitudes obtenidas del indicador MBE son los siguientes: en un intervalo entre 90 – 100 % se considera Excelente; en un intervalo entre 80 – 89 se califica de Bien, entre 70 – 79 % la calificación es de Regular y para valores inferiores al 70 % se calificará de Mal.

1. **Valor de la Producción Mecanizada (Va.)**

Este indicador no es más que el valor de la producción alcanzada por el conjunto o parque de máquinas básicas que trabajaron en un período de tiempo, se expresa en miles de pesos ($).

**Va** = **Σ** Valores producidos por las máquinas básicas del parque analizado.

Con relación a este importante indicador técnico-económico absoluto, evidentemente lo ideal sería que se alcanzaran los mayores valores posibles del mismo. Los criterios evaluativos son los siguientes: Excelente si se sobrepasa el plan de valores planificado a cumplir; Bien si se cumple aceptablemente hasta en un 80 % o superior, Regular si se cumple hasta un 70 % y Mal si cumple menor del 70 %

1. **Coeficiente de Turno (C.T.)**

Se encarga de indicar los turnos promedios de trabajo empleados en la explotación de las máquinas básicas, y se obtiene a través del cociente de dividir Fondo Horario de Explotación (F.H.E.) entre el Fondo Horario Bruto (F.H.B.). Su expresión es:

**C.T.** = **F.H.E.**

**F.H.B..**

Este indicador debe alcanzar valores superiores a la unidad para demostrar un aprovechamiento del tiempo por encima de lo planificado, lo que sería lo idóneo, pudiendo tener usualmente los siguientes: CT = 1 (cuando se trabajan las 8 horas); CT = 1,25 (cuando se laboran 10 horas); CT = 1,5 (cuando se trabajan 12 horas); CT = 2 (cuando se trabajan 16 horas o doble turno). No debe ser mayor de 2 para asegurar el necesario mantenimiento a los equipos y no incidir negativamente en la duración de la vida útil de las máquinas.

Los criterios a seguir para evaluar el CT son los siguientes:

Para intervalos entre: 1.,51 – 2.00 se considera Excelente, entre 1.26 – 1.50 se califica de Bien, entre 1.00 – 1.25 la calificación es Regular o Aceptable y para valores menores que la unidad se calificará de Mal.

1. **Utilización Horaria (U.H.)**

Eficiencia de la utilización horaria de las máquinas, usualmente denominado coeficiente de utilización productiva, no es más que la relación expresada en por ciento, de dividir el tiempo realmente trabajado entre el FHE.

**U.H**. (%) = Tt  x 100

F.H.E.

Donde:

Tt.:  Tiempo realmente trabajado.

F.H.E.:Fondo Horario de Explotación.

Este indicador debe ser lo mayor posible.

Los criterios para su evaluación serán para la familia de maquinarias de movimiento de tierras, los siguientes: un valor que supere el 60 % se considerará Excelente, entre el 50 y el 59 % se califica de Bien, entre el 40 y 49 % de Regular y para valores inferiores al 40 % se calificará de Mal.

1. **Coeficiente de Disponibilidad Técnica (C.D.T.)**

Relación expresada en por ciento, entre el Fondo Horario de Explotación después de deducirle el tiempo de servicios técnicos y las roturas, entre el Fondo Horario de Explotación, el cual da idea del tiempo de disponible para el trabajo con las máquinas con que se cuenta.

**C.D.T.** (%) = F.H.E. – (T.MTP.+ T.R.G.+ T.R.) x 100

F.H.E.

Donde :

T. MTP: Tiempo dedicado a los mantenimientos técnicos planificados

T.R.G.: Tiempo dedicado a las reparaciones generales.

T.R.: Tiempo de roturas o averías imprevistas.

F.H.E.: Fondo Horario de Explotación.

Generalmente este indicador oscila entre el 70 y 85 % para la familia de máquinas de movimiento de tierras.

El criterio evaluativo a aplicar es el siguiente: para valores entre el 76 y el 85% se considerará el CDT de Excelente, en el intervalo de 70 – 75 % de Bien, de 60 – 69 % se considerará como Regular y cuando sea inferior al 60 % sera considerada de Mal.

1. **Efectividad Económica por Horas Productivas (E.H.P**.**)**

Es el resultado de dividir el valor de la producción expresado en pesos, entre las horas productivas o tiempo real de trabajo (Tt) del conjunto de máquinas básicas empleado.

**E.H.P**. = Va, en $/h

Tt

En este caso la E.H.P. debe ser lo mayor posible, indicando así una buena eficiencia por horas trabajadas, mientras mayor sea mejor. Los criterios evaluativos a seguir son: Excelente si su valor supera el 120%, Bien si se cumple entre el 100 y 119 %; Regular si se encuentra entre el 90 y el 99 %y Mal si el incumplimiento es menor del 90 %

**7.** **Indice o grado de cumplimiento del consumo de combustible normado (I.C.C.)**

Es la relación que surge de dividir el consumo de combustible real de las máquinas, entre la norma de consumo de combustible planificado para dicho parque de máquinas en un determinado período de tiempo, expresado en por ciento.

**I.C.C.** (%) = (C.R.C. / CCP) x 100

Donde:

C.R.C.: Consumo Real de Combustible en el período analizado (litros).

C.C.P: Consumo de Combustible Normado Planificado (litros), que sería la sumatoria del Indice o Norma de Consumo de cada máquina por la cantidad de máquinas diferentes existentes en el parque de la UEB, brigada o empresa.

En este caso el indicador analizado debe ser lo menor posible

Los criterios para evaluar sus magnitudes son los siguientes; para una magnitud menor de 90 % es Excelente, del 91 – 100 % se califica de Bien, de 101 – 105 % la calificación es Regular y para valores iguales o mayores al 106 % se calificará como Mal.

1. **Costo Horario de las Máquinas (C.H.M.)**

No es más que el resultado de la suma de los costos que se generan al poseer y al explotar un parque de equipos de construcción, es la suma de los costos horarios de posesión (CHP) más los costos horarios de operación (CHO) y se expresan en $/hora. Es decir:

**C.H.M. = (C.H.P.) + (C.H.O.),** en $/hora.

En Cuba el cálculo del costo horario de las máquinas (CHM) está establecido por la Resolución 199/2005 del Ministerio de Finanzas y Precios, que puso en vigor el sistema de precios de la construcción PRECONS II, en sus instrucciones se establece que el costo horario está conformado por las siguientes partidas:

1. Depreciación
2. Impuestos y seguros

Ambas sumadas conforman el Costo de Posesión

1. Costos de operación.

**Método de Cálculo de cada partida:**

**De los Costos de Posesión:**

Determinación de la Depreciación

La Depreciación Horaria se calculará aplicando el Método de la Línea Recta de la siguiente forma:

Depreciación = (Valor depreciable del equipo) / (Vida útil estimada en miles de horas).

La vida útil estimada se determina por la Tabla del Anexo 8

El Valor depreciable = Valor de adquisición - Valor de los neumáticos - Valor residual.

Valor residual = 10% del Valor de adquisición o compra del equipo, es decir: 0,10 x V adq.

Cálculo de Intereses, impuestos y seguros.

Para el cálculo de los seguros en un año determinado, se tomará como base el valor medio del equipo que por definición es:

Valor medio = ((N + 1) / (2N)) x (Valor inicial - Valor residual)

Donde N = Número de años estimado de vida útil.

Impuestos y otros gastos.

En estas partidas se agrupan los recargos tributarios establecidos para los equipos, como son:

* El impuesto sobre el transporte terrestre (conocido como “pago de la Chapa”).
* Los impuestos y otros gastos propios de la actividad de Obras Marítimas.
* Los impuestos establecidos por la ONAT dada la posesión de las máquinas

Para el cálculo del costo horario se divide el valor anual del gasto entre la vida útil anual estimada en miles de horas.

Seguros:

El pago a la ESEN de los seguros que forman parte de los costos de posesión se determinan como se especifica seguidamente:

Se adoptará una prima del 3% anual, que es aproximadamente la prima media contra incendio, destrucción y responsabilidad civil para los equipos de la construcción y se aplicará dicha prima al valor medio dividido entre las horas anuales, es decir:

Seguros = (Valor medio x 0.03) /horas anuales.

**Costos de Operación.**

Este componente del costo considera las siguientes partidas de costos:

1. Combustibles
2. Lubricantes
3. Energía Eléctrica
4. Mantenimientos y Reparaciones
5. Gastos de neumáticos
6. Gastos en salarios
7. Otros gastos de operación

A continuación, se precisa cómo se determina cada partida:

Combustible.

Consumo de combustible = Potencia media (HP) x factor de consumo x precio combustible x 1.10. El factor de 1.10 considera pérdidas de manipulación y es un índice que se aplica y acepta internacionalmente.

Donde:

Potencia media = 0.67 x Potencia Nominal.

Para los:

1. Cargadores
2. Cilindros
3. Compactadores
4. Motoniveladoras
5. Palas
6. Grúas
7. Dragas
8. Mototraíllas
9. Retroexcavadoras
10. Tractores.

Para las:

1. Volquetas pesadas
2. Otros

Se considera que consumen como promedio: 0.115808 litros / HP de potencia media por hora.

El resto de los equipos no incluidos en las dos categorías o clasificaciones anteriores se asumirá que consumen aproximadamente: 0.1504 litros / HP de potencia media por hora.

Consumo de lubricantes: en litros /hora

Aceite motor:

Aceite (l/h) = (0.0034065 x Potencia media) + (Cap. Carter/horas e/cambios) x 1.10 x precio ($) del aceite.

Aceite hidráulico:

A continuación, se ofrece una tabla donde se muestra el consumo de aceite hidráulico en función de los intervalos de potencia:

**Tabla No. 2.1: Consumo de aceite hidráulico**

|  |  |
| --- | --- |
| **Potencia**  **(HP)** | **Aceite Hidráulico**  **(l/h)** |
| 40-100 | 0.038 |
| 100-200 | 0.075 |
| 200-300 | 0.113 |
| 310-400 | 0.150 |
| 410-500 | 0.188 |

Aceite de transmisión:

Para facilitar el cálculo de este lubricante por la dificultad de su análisis, en la siguiente tabla se muestra el consumo de aceite de transmisión en **l**/h en función de un rango de potencia:

**Tabla No. 2.2:** **Consumo de aceite**

|  |  |
| --- | --- |
| **Potencia**  **(HP)** | **Aceite Transmisión (l/h)** |
| 40-49 | 0.0376 |
| 50-99 | 0.0752 |
| 100-200 | 0.1128 |
| 201-300 | 0.1504 |
| 301-500 | 0.188 |

Grasas:

Seguidamente se muestra el consumo horario de grasa (en kg/h), para cuatro intervalos de potencia media del motor de los equipos:

**Listado del consumo de grasas (**kg/h), **según la potencia media del motor**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Categoría del Equipo** | **Menor de 100 HP** | **Entre 100 y 150 HP** | **Entre 150 y 200 HP** | **Mayor de 200 HP** |
| 1 | Cargadores sobre neumáticos | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 |
| 2 | Cargadores sobre esteras | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 |
| 3 | Cilindro de tres ruedas | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| 4 | Cilindros Vibratorios de arrastre | 0.10 | 0.12 | 0.16 | 0.18 |
| 5 | Compactadores sobre neumáticos | 0.10 | 0.12 | 0.16 | 0.18 |
| 6 | Compactadores sobre neumáticos de arrastre | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| 7 | Compactadores pata de cabra de arrastre | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| 8 | Compactadores pata de cabra autopropulsados | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| 9 | Compactadores pata de cabra vibratoria de arrastre | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| 10 | Compactadores vibratorios autopropulsados | 0.10 | 0.12 | 0.16 | 0.18 |
| 11 | Compresores | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| 12 | Grúas y Palas sobre Camión | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| 13 | Grúas y Palas sobre esteras | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.50 |
| 14 | Dragas | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.50 |
| 15 | Retroexcavadoras sobre neumáticos y esteras | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| 16 | Terminadoras de asfalto sobre neumáticos | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 17 | Terminadoras de asfalto sobre esteras | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 18 | Plantas de asfalto | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| 19 | Motoniveladoras | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 20 | Mototraíllas | 0. 15 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| 21 | Hormigoneras y Bombas de Hormigón | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| 22 | Dosificadoras de Hormigón | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| 23 | Tractores sobre neumáticos | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 24 | Tractores sobre esteras | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 |
| 25 | Montacargas | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 |
| 26 | Grúas Torres | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 27 | Motovolquetas | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.09 |
| 28 | Camiones | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.09 |
| 29 | Volquetas Pesadas | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.10 |
| 30 | Martillos rompedores y perforadores | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 31 | Motobombas | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 32 | Generadores y soldadores | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 33 | Remolques (camas) | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| 34 | Camiones de Volteo | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.10 |
| 35 | Perforadoras | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 36 | Otros | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.03 |
| 40 | Multi Cat | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.09 |

Energía eléctrica.

La misma se calculará en base a los kW/horas consumidos y el precio del kW/h vigente.

Mantenimientos y reparaciones.

Para esta partida se asumió, como es práctica internacional, el 90% del valor de la depreciación horaria, por lo que el cálculo queda como sigue:

Costos de Mantenimientos y Reparaciones = 0.90 x valor de la depreciación horaria.

De ello se considera:

Piezas de repuesto = 0.75 x Costo Reparación y Mantenimiento

Mano de obra = 0.25 x Costo Reparación y Mantenimiento

Neumáticos.

El costo horario de los neumáticos se calculará a partir del valor de los neumáticos, dividido entre las horas de vida útil establecidas para los mismos.

Gastos en salarios.

Para el cálculo de esta partida se tomarán las tarifas de mano de obra que se muestran en la tabla siguiente, que tienen incluidos todos los cargos, tales como vacaciones retribuidas, impuesto sobre el salario, seguridad social, antigüedad y otros incrementos salariales por autorizaciones especiales.

**Tabla No. 2.3 Tarifas de mano de obra**

|  |  |
| --- | --- |
| **Escala Salarial** | **Retribuciones o tasa salarial ($/h)** |
| II | 1.91 |
| III | 2.12 |
| IV | 2.29 |
| V | 2.44 |
| VI | 2.72 |
| VII | 2.93 |
| VIII | 3.14 |
| IX | 3.42 |
| X | 3.52 |
| XI | 3.67 |
| XII | 3.86 |
| XIII | 4.02 |

Para el caso de equipos que cuentan con tripulaciones el gasto en salarios es la suma de las tarifas de los operarios de las tripulaciones.

Otros gastos de operaciones y utilidad:

Esta partida está formada por los siguientes gastos

1. Costos generales de administración de la entidad poseedora de los equipos
2. Costo general de inventarios de piezas y repuestos de la entidad poseedora de los equipos.
3. Costo de facilidades de garaje de la entidad poseedora de los equipos.
4. Costo de capacitación de los mecánicos de la entidad poseedora de los equipos.
5. Costos de vigilancia y protección de la entidad poseedora de los equipos.
6. Costo de supervisión mecánica de la entidad poseedora de los equipos.
7. Seguros contra riesgos normales de la entidad poseedora de los equipos.
8. Gastos por licencias de operación de los equipos de la entidad poseedora de los equipos.
9. Otros gastos de la entidad poseedora de los equipos.
10. Utilidad

Para determinar la magnitud de esta partida se asume el 10% de la sumatoria del resto de las partidas, según la práctica internacional. Ahora bien, de ese 10% se considera un 4% para la utilidad o ganancia y el 6% restante, para los gastos y costos señalados anteriormente.

No obstante, el procedimiento antes explicado, se aplicará lo establecido en la RM del MFP No. 98-2008 para determinar el CHM de construcción (en CUP y su componente en CUP), lo que facilita la determinación de este indicador.

La expresión para determinar el ITE CHM finalmente será:

CHM = Productoria del CHM x cantidad de máquinas diferentes, empleadas para ejecutar cada actividad, es decir:

CHM = CHM1 x neq1 + CHM2 x neq2 + CHM3 x neq3 +… + CHM n x neq n, en:$/h

El ITE CHM tiene un peso principal en el costo unitario directo de ejecución de una labor mecanizada, aún más en labores como movimiento de tierra, donde se puede lograr el 100% de mecanización de las actividades, por lo que su determinación exacta es fundamental para la rentabilidad de la empresa de construcción de obras de ingeniería. Estos costos son muy variables, pues dependen de las fluctuaciones del precio de venta de las máquinas, de los combustibles y lubricantes, los intereses, impuestos y seguros vigentes en cada país, así como el precio de los accesorios y demás componentes necesarios para la explotación efectiva de las máquinas, sin ambargo en Cuba su magnitud es invariable, al aplicarse en su determinación los valores establecidos en la Lista de Costos Horarios de Uso de Equipos, según resolución minsterial antes mencionada, lo cual es a todas luces algo inexacto, ya que los precios de los combustibles, varían mucho en los 10 años transcurridos. En otros países esta lista se actualiza anualmente.

Este importante indicador (CHM) debe tratarse que posea el mínimo valor posible, en el caso de emplearse diferentes variantes de cuadrillas o conjuntos de máquinas para acometer los trabajos.

Los criterios de calificación para este indicador son los siguientes: Excelente cuando el CHM real de las máquinas empleadas y analizadas alcanza el menor valor posible, muy por debajo del que se obtiene por la Res. 98 del MFP; Bien si se calcula acorde con lo establecido y los valores del CHM reales son menores que el determinado por la Res 98 del MFP; Regular si la magnitud del CHM real es similar y ligeramente menor al calculado por la Res. 98 del MFP y Mal si la empresa calcula el indicador CHM real como está establecido por la Res. 98 del MFP del 2008 pero sus valores superan el determinado por la Res 98 del MFP al emplear máquinas no justificadas técnica y económicamente para ejecutar los trabajos.

**9**. **Costo Unitario Directo real por unidad de medida producida en una determinada actividad (C.U.D.)**

La expresión para determinar el CUD rreal de una actividad mecanizada, considera la división del Costo Horario de las Máquinas (CHM) y de los ayudantes entre el Rendimiento de la máquina o del conjunto de máquinas, más la suma de los costos adicionales que se originan entre el volumen de producción ejecutado. Se expresa en: $/UM, en particular: $/m3, $/m2, $/m según la actividad realizada, calculándose por la expresión general siguiente:

C.U.D. = (C.H.M.+ C.H. Ay) + Costos Adicionales

Rc Vp

Donde:

C.H.M.: Costo Horario de la Máquina ($/h), se calcula según lo establecido en Resolución del MFP No. 98-2008, tal como se explicó con anterioridad, para las máquinas y/o conjuntos de máquinas empleados.

C.H. Ay.: costo horario de ayudantes de las máquinas, como pueden ser: los denominados “recibidores de materiales”, los mecánicos engrasadores u otros que aseguran o colaboran con las maquinarias empleadas, acorde con la escala salarial vigente.

Rc: rendimiento real de la máquina o del conjunto de máquinas empleado; m3/h; m2/h; m/h

Vp: volúmen de trabajo de la actividad analizada, m3,m2, m, según sea el caso.

Costos Adicionales: son otros costos no contemplados aun, como pueden ser los costos relacionados con:

- Apertura de canteras o préstamos nuevos (su desmonte, desbroce, descortezado)

- Construcción de caminos de acceso a la obra o hacia los préstamos.

- Gastos relacionados con los traslados diarios de los equipos hacia lugares donde se agrupan para su cuidado y protección

- Gastos relacionados con la ejecución de los desvíos provisionales necesarios

- Voladuras necesarias para ejecutar trabajos no relacionados directamente con la obra.

- Otros gastos

Ahora bien, generalmente el CHay es despreciable al no participar regularmente los ayudantes en la mayoría de las labores; por otra parte no siempre están presentes los Costos Adicionales o éstos usualmemnte son muy pequeños, ya que al ser divididos entre el volúmen de trabajo realizado en la actividad analizada este término es despreciable o poco significativo, por tales razones se emplea la expresión simplificada siguiente para calcular este importante indicador, la cual es adoptada por los restantes países del mundo, siendo la misma:

**CUD = CHM / Rc**

Debiendo ser el menor posible, preferiblemente el mínimo.

Para realizar una evaluación económica mediante este ITE se compara el CUD real calculado con el costo presupuestario definido para las diferentes actividades en el PRECONS II. En el caso de ser menor el CUD real calculado que el establecido en el sistema de precios vigente el resultado es favorable, en caso contrario, debe proponerse otra cuadrilla o agrupación de máquinas que acometa la actividad tratando que el CUD real sea menor que el obtenido por el PRECONS II o al menos aproximarse en la mayor medida posible, lo que se ha comprobado en la mayoría de los casos es factible de realizar.

Los criterios de calificación del ITE CUD son los siguientes: Excelente cuando su magnitud es mucho menor que el costo unitario de uso de equipos establecido en el libro 1 PRECONS II. Bien cuando el ligeramente menor, Regular cuando su valor es similar al establecido y Mal cuando es mas alto o no se calcula el mismo por la expresión anterior.

**3 Indicadores Sintéticos:**

Estos tres importantes indicadores permiten realizar una evaluación económica más general y a su vez sintética de la efectividad de la explotación del parque de equipos en el período analizado.

**1.** **Grado de Aprovechamiento del Rendimiento (G.A.R.)**

No es más que la relación, expresada en por ciento, del Rendimiento Real del equipo de construcción en una determinada labor, entre la magnitud de la Norma de Rendimiento para la actividad analizada, según Manual de Normas de Trabajo o de Rendimiento de las Maquinarias vigentes en el MICONS, siendo determinado como un promedio o media aritmética.

**G.A.R.** (%) = R.R x 100

N.R.

Donde:

R.R. Rendimiento Real de la máquina analizada, relación entre el volumen de trabajo ejecutado entre las horas realmente laboradas, m3/h, m2/h o m/h

N.R.: Norma de rendimiento del equipo, según manual de Normas de Rendimiento de las maquinarias vigente

Este es un indicador técnico-económico de gran importancia permite realizar un análisis verídico de la eficiencia productiva de las máquinas. Este debe ser lo mayor posible al realizar cada actividad. Los criterios para evaluar sus magnitudes son los siguientes; para un valor mayor de 100 % es Excelente, entre 80 – 100 se califica de Bien, de 61 – 79 % la calificación es Regular y para valores inferiores al 60 % se calificará de Mal.

1. **Costo por Peso producido (C.P.)**

Es la relación que surge de dividir el Costo Directo total de la actividad mecanizada (CD) entre el Valor de Producción (Va) de una actividad dada, es decir, es el costo en que se incurre para producir cada peso. Este expresa cuanto cuesta producir cada peso y mientras menor sea mejor será. Se determina según:

**CP = C.D./Va en: $/$** **producido**

Donde:

Va: Valor de la producción realizada por la máquina o conjunto de máquinas en el período analizado, en: $ (generalmente en decenas de miles o cientos de miles de pesos).

C.D.: Costo Directo Total de la actividad mecanizada, $ Este se determina mediante:

CD = Productoria de CUDi x Vti , expresado generalmente en decenas o cientos de miles de pesos ($)

Donde a su vez:

Vti: volúmen de trabajo total ejecutado por la máquina o conjunto de máquinas en cada actividad en el período de tiempo analizado, expresado en la U.M. correspondiente (m3, m2 o m lineales).

Este indicador. expresa cuánto cuesta producir cada peso producido con las maquinaria utilizadas, si es mayor que la unidad el resultado es malo, desfavorable o negativo, si está entre 0,90 y 1 es regular, entre 0,75 y 0,89 es bueno y menos de 0,75 es resultado es excelente.

1. **Eficiencia de la Producción Mecanizada (E.R.)**

Es la ganancia obtenida en la realización de la produción mecanizada en el período de tiempo analizado, la misma se determina restando al valor total de la producción mecanizada (Va), el Costo Directo Total en que se incurre para lograr dicha producción. Este se expresa en porciento.

**E.R**. = Va - CUDT

Donde.

ER: ganancia obtenida en la producción mecanizada en el período analizado ($),

C.U.D.T.: es el Costo Directo Total ($) resultado de la suma de las multiplicaciones o productoria del C.U.D. de cada una de las actividades ejecutadas por el volúmen de producción de dichas actividades ejecutado en el período analizado, en $ (pesos), es decir:

CUDT = Productoria (CUDi x Vpi) = CUD1 x Vp1 + CUD2 x Vp2 + ……. + CUDn x Vpn.

Este indicador expresa la eficacia económica realmente alcanzada en la realización de las labores mecanizadas con los equipos disponibles en la brigada, UEB o empresa, debiendo evidentemente obtenerse los valores mayores posibles.

Los criterios de evaluación se especifica seguidamente: **ER** superiores al 10 % de la planificada se califican de Excelente, entre 1 y 9 % % la calificación será de Bien, Regular si se cumple exactamente el plan o se incumple en menos del 5 % y para incumplimientos superiores al 6 % será considerada como Mala.

**Calificación del Nivel de Explotación de las maquinarias en la brigada, UEB o empresa:**

Se determina la media aritmética de los 12 Indicadores Relativos (9 Globales y 3 Sintéticos) del SISCEM, empleando la siguiente expresión:

***Cp***= **X (***ITE*5)+**Y (***ITE*4)+**Z** (*ITE*3)+**M (***ITE*2)

***12***

En base al resultado de la calificación promedio se califica el nivel de explotación tal como se especifica en la tabla siguiente:

|  |  |
| --- | --- |
| **Cp (puntos)** | **Calificación** |
| **De 4.51 a 5.00** | Excelente |
| **De 3.80 a 4.50** | Bueno |
| **De 3.00 a 3.79** | Regular o Aceptable |
| **Menor de 3,00** | Malo o Inaceptable |

**Resultados de las aplicaciones del SISCEM en empresas constructoras de la región central del país.**

Para contribuir a elevar la eficacia de la gestión de la explotación de las maquinarias de construcción disponibles en las empresas de los distintos OACE constructores: MICONS, UCM del MINFAR, MITRANS, MINAG, MINEM y otros), desde el año 2001 se crea la primera versión del Sistema de Control de la Explotación de las Maquinarias (SISCEM), apoyado en la realización de un trabajo de diploma **(Velázquez, 2001)**, sistema que desde un inicio contó con 21 Indicadores Técnico- Económicos: 9 absolutos, 9 relativos y 3 sintéticos, para evaluar integralmente el nivel de explotación horaria, productiva y económica de los equipos disponibles en las empresas constructoras en un determinado período de tiempo, para posteriormente hacer un análisis de los resultados obtenidos y poder adoptar las decisiones más racionales y convenientes que contribuyan a elevar la eficacia de la gestión del uso y la explotación de estos importantes recursos en poder de las empresas constructoras, recursos que poseen significativa influencia en el aumento de la eficacia productiva de las empresas constructoras de obras de ingeniería del país.

Posteriormente el SISCEM se ha aplicado parcial o totalmente en varias empresas del territorio central del país, con satisfactorios resultados, siendo éstas: la ECOING 26 Contingente “Campaña de Las Villas” del MICONS mediante otro trabajo de diploma **(Hernández, 2002),** demostrando también que es posible determinar con aceptable precisión los diferentes ITE y en particular los CHM y los CUD reales de los trabajos realizados mecanizadamente, lo que hizo posible aplicar satisfactoriamente el SISCEM y poderlo comparar con el sistema vigente en el MICONS que consta de 35 ITE y en dicha empresa en particular, definiéndose las ventajas de su aplicación. Seguidamente sedio a conocer oficialmente como resultado investigativo, la creación de la segunda versión del SISCEM **(Orta, 2005)** una vez hechos algunos ajustes a la versión inicial. No obstante, se continuó aplicando el mismo apoyándose en otros trabajos de diploma de estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la UCLV, en este caso aplicándose en la ECM # 3 del MINFAR en VC en las obras subterráneas que ejecuta una UEB de dicha empresa en Manicaragua, titulado: “Análisis de la explotación de las máquinas ingenieras para la construcción de obras subterráneas en la ECM. # 3 del MINFAR de Villa Clara“ **(Álvarez, 2011);** el segundo titulado “Análisis de la explotación de las maquinarias de movimiento de tierra de la misma empresa **(González, 2012).** Posteriormente en el año 2012 se aplicó en varios trabajos de curso desarrollados en el curso optativo titulado: “Evaluación y Explotación Económica de las Maquinarias de Construcción” de la segunda edición de la maestría en Vías de Comunicación Terrestre, que se desarrolla en la Facultad de Construcciones de la UCLV desde el 2009, aplicándose el SISCEM para evaluar la explotación de los parques de máquinas de movimiento de tierras en empresas constructoras de Villa Clara, Cienfuegos y Santi Spíritus (ECOING 25 de VC, ECOA 37 de Cienfuegos y en la ECM CV del MINFAR (antiguo Contingente “Campaña de Las Villas”). También se logró aplicar en la ECOT Cayo Santa María del MINFAR de VC al desarrollar una tesis de maestría de la facultad de Industrial - Economía de la UCLV **(Hernández, 2013)**, logrando establecer las ventajas obtenidas en el SISCEM con respecto al sistema que empleaba dicha empresa, la que únicamente determinaba 3 ITE: el CDT, la UP y el ICC a todas luces insuficientes para controlar con integralidad la explotación de las maquinarias disponibles. Seguidamente se aplicó en varias ponencias presentadas en eventos internacionales como fueron el IX y X Simposio Internacional de Estructuras, Geotecnia y Materiales de Construcción, efectuados en noviembre de 2010 y del 2013 respectivamente, confeccionadas por los Ing. Civiles Gilberto Veitía y Yelena García Martínez, donde se exponen los resultados del empleo de dicho sistema de control. Seguidamente en otra Tesis de Maestría en Vías de Comunicación terrestre (2da. Edición) titulada: “Análisis y evaluación del control de la explotación de las maquinarías disponibles en la UEB: Movimiento de Tierras de la ECM CV **(Veitía, 2014)** se aplicó nuevamente el SISCEM apreciándose que puede mejorarse el control de la explotación en dicha empresa. En base a la experiencia acumulada en las diferentes aplicaciones realizadas hasta esa fecha, se logra proponer la tercera versión del SISCEM. Recientemente durante el primer semestre del año 2018, se aplicó mediante otro trabajo de diploma **(Martínez, 2018)** en la anteriormente citada empresa constructora la cuarta y actual versión del SISCEM con resultados muy favorables, quedando demostrada la superioridad de este sistema con respecto al que empleaba dicha empresa, pudiendo establecerse también un grupo de recomendaciones válidas para mejorar la gestión de las maquinarias en dicha entidad constructora.

En todos los casos ha quedado demostrado que es posible aplicar el SISCEM en las brigadas, UEB o empresas constructoras de la región central y que este sistema supera tanto al del MICONS como las diferentes variantes adoptadas por las empresas, aunque exista la necesidad de gestionar datos de distintos departamentos como: el Económico, el Técnico – Productivo, el de Mecanización el de capital Humano; existan dificultades para obtener datos para calcular los costos al no ser considerada cada máquina un Centro de Costo; denotarse ciertas indisciplinas en los controles estadísticos primarios, como en los reportes diarios de producción de los operadores, necesarios para poder calcular los ITE absolutos y relativos, entre otras. No obstante, se pudo demostrar la posibilidad de obtener CUD reales menores que los costos establecidos en el PRECONS II, lo cual incide positivamente en la eficacia de las entidades constructoras y en la valoración de una manera más integral y uniforme la explotación de las maquinarias disponibles en las brigadas, UEB o empresas constructoras.

**CONCLUSIONES.**

* El desarrollo de la mecanización ha experimentado un vertiginoso desarrollo en el último siglo, existiendo una gran cantidad y variedad de equipos de construcción capaces de realizar disímiles trabajos. Similar situación se aprecia en Cuba desde el triunfo de la revolución, lográndose actualmente el 100% de mecanización de los trabajos de movimiento de tierras, pavimentación de carreteras y de otras etapas constructivas, empleando las más de 70000 máquinas existentes en los OACE constructores del país.
* No existe en la bibliografía consultada en otros países sistemas de control de la explotación de las maquinarias de construcción, únicamente en Cuba a partir de la creación del MICONS en 1976, organismo rector de las construcciones en el país.
* El sistema de control de la explotación de las maquinarias vigente en la mayoría de las empresas constructoras es ineficaz, ya que aunque muchas empresas se rigen por el sistema del MICONS conformado por 35 ITE pero que priorizan el control del uso horario (el 71 % de sus ITE), valorando insuficientemente los aspectos productivos y de manera practicamente nula los aspectos económicos, ya que no se calculan los costos horarios de las máquinas, ni los costos unitarios directos reales alcanzados en la ejecución de las actividades y por lo tanto no se sabe si éstos superan los costos directos establecidos en el PRECONS II, no asegurándose de esa manera una eficaz gestión de la explotación de las maquinarias a nivel de brigadas, UEB y empresas constructoras.
* El sistema de control de la explotación SISCEM compuesto por solo 21 ITE (9 absolutos, 9 globales y 3 sintéticos) ha demostrado la factibilidad de su aplicación al ser empleado y validado en 8 ocasiones en diferentes empresas del MICONS y del MINFAR de la región central del país (Villa Clara, Cienfuegos y Sancti Espíritus) desde el año 2001 hasta el pasado año 2018.
* El SISCEM hace posible un control y evaluación de las maquinarias integral, permitiendo una calificación del nivel de explotación de los equipos uniforme, ya que evalúa suficientemente la utilización horaria de las máquinas (el 25 % de los ITE), de forma más precisa y enfática los aspectos económico-productivos (el 75 % de los ITE), de manera similar a como se realiza en los restantes países del mundo, al calcularse los costos horarios de las máquinas y los costos unitarios directos reales de las actividades mecanizadas, permitiendo comparar éstos con los costos establecidos en el sistema de precios vigente (PRECONS II) y adoptar medidas en caso de los reales superen los establecidos.

# BIBLIOGRAFÍA

* Álvarez Carmenate, Oscar Alfonso. Análisis de la explotación de las máquinas ingenieras para la construcción de obras subterráneas, en la E.C.M. # 3 del MINFAR de Villa Clara. Tutor. Dr. Ing. Pedro A. Orta Amaro, UCLV, Santa Clara, Cuba 2011.
* Ballester, Francisco y Capote, Jorge. Máquinas de Movimiento de Tierra. Criterios de Selección. 2da. Edición. Editorial PEDECA, España, 1998. – 405 p.
* González Turiño, José Antonio. Análisis de la explotación de las maquinarias de movimiento de tierras en la ECM 3 de la UCM de VC. Trabajo de Diploma. Tutor. Dr. Ing. Pedro A. Orta Amaro, UCLV, Santa Clara, Cuba, 2012.
* García Martínez, Yelena. Análisis de los costos unitarios de las actividades de movimiento de tierra en la ECOING Nº 25 del GECONS de V.C Trabajo de Diploma. Tutor Dr. Ing. Pedro A. Orta Amaro. UCLV, Santa Clara, Cuba, 2013.
* Hernández Comas, Gregory. Análisis de la explotación de las maquinarias de movimiento de tierras en la ECOING 26 Contingente Campaña de Las Villas. Trabajo de Diploma. Tutor. Dr. Ing. Pedro A. Orta Amaro, UCLV, Santa Clara, Cuba, 2002.
* Hernández Comas, Gregory Análisis de la explotación de las maquinarias de movimiento de tierras en la ECM de la UCM del MINFAR. Tesis de Maestría. UCLV, Santa Clara, Cuba, 2013
* Hernández Comas, Gregory. Sistema de indicadores para el control y explotación de las maquinarias de la construcción en la Unidad Básica de Equipos y Talleres “Cayo Santa María” Monografía publicada en [www.monografías.com](http://www.monografías.com), 2013,12 p..
* Manual de Normas de Rendimiento de las Maquinarias de Construcción, CEC, La Habana, Cuba, 1979.
* Nichols, Herbert. Movimiento de Tierra. Manual de Excavaciones. Instituto cubano del libro, La Habana, Cuba, 1968, 1111 p.
* Normas de rendimiento de equipos pesados de la construcción vigentes (versión electrónica en EXCEL), ECOING 25, MICONS, Villa Clara, Cuba, 2011.
* Orta Amaro, Pedro Andrés. Perfeccionamiento de la Ejecución Mecanizada de los Movimientos de Tierra. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV), Santa Clara, Cuba, 1996.
* Orta Amaro, Pedro Andrés. Sistema de Control de la Explotación de las Maquinarias: SISCEM, UCLV, Santa Clara, Cuba, 2005.
* Orta Amaro, Pedro A. y Veitía Depestre, Gilberto. Necesidad de perfeccionar la gestión de la explotación de las maquinarias de construcción en las empresas constructoras del país. Ponencia al IX Simposio Internacional: Estructuras, Geotecnia y Materiales de Construcción. UCLV. Santa Clara, Cuba, 2010, 12 p.
* Orta Amaro, Pedro A. Importancia del Control de la Explotación de las Maquinarias de Movimiento de Tierras en las empresas constructoras, empleo del Sistema SISCEM. Ponencia a la Conferencia Científica del ISPJAE, La Habana, noviembre, 2016.
* Orta Amaro, Pedro A. Maquinarias de Movimiento de Tierra. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 2017, 244 p.
* Ruiz Rivas, Tayanis. Análisis de los costos de los trabajos de movimiento de tierras en empresas constructoras de obras de ingeniería. Tesis de maestría en Vías de Comunicación Terrestre, tercera edición. Tutor: Dr. Ing. Pedro A. Orta Amaro, UCLV, Santa Clara, 2017.
* Sistema de control de la explotación de las maquinarias de construcción, ECM CV de la UCM MINFAR, ECM CV, 2014.
* Sistema de control de la explotación de las maquinarias, MICONS, 1976.
* Sistema de Precios de la Construcción. PRECONS II. Editorial Obras, Centro de Información de la Construcción, La Habana, Cuba, 2005.
* Ministerio de Finanzas y Precios, Resolución Ministerial No. P-98-2008. La Habana, 2008
* Veitía, Gilberto. Análisis y evaluación del control de la explotación de las maquinarías disponibles en la UEB: Movimiento de Tierras de la ECM Campaña de Las Villas. Tesis de maestría, segunda edición, maestría en Vías de Comunicación Terrestre, UCLV. Tutor: Dr. Ing. Pedro A. Orta Amaro, Santa Clara, 2014.
* Velázquez Dayron. Análisis de la explotación de las maquinarias de movimiento de tierras en la ECOING 26 Contingente Campaña de Las Villas. Trabajo de Diploma. Tutor. Dr. Ing. Pedro A. Orta Amaro, UCLV, Santa Clara, 2001.