

Fundamentos de Movimiento de Tierras.



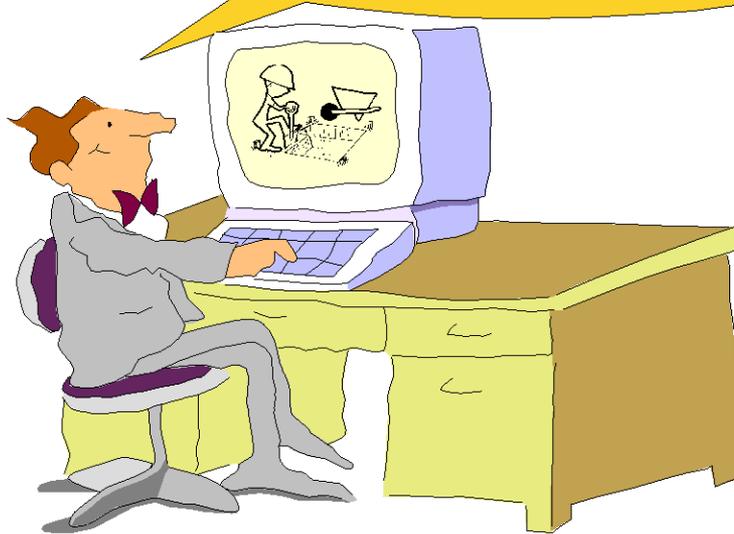
Contenido

- Conceptos Básicos
- Características de los materiales
- Cálculos de Producción
- Costos de Posesión y Operación
- Cálculo de Rendimiento Óptimo de las máquinas.



Conceptos Básicos

¿QUÉ ES MOVIMIENTO DE TIERRAS...?



- Las cotas de proyecto de rasante y subrasante de las obras de pavimentación establecen la necesidad de modificar el perfil natural del suelo, siendo necesario en algunos casos rebajar dichas cotas, y en otros casos elevarlas.
- En el primer caso corresponde ejecutar un trabajo de "corte o excavación", y en el segundo, un trabajo de "relleno o de terraplén".



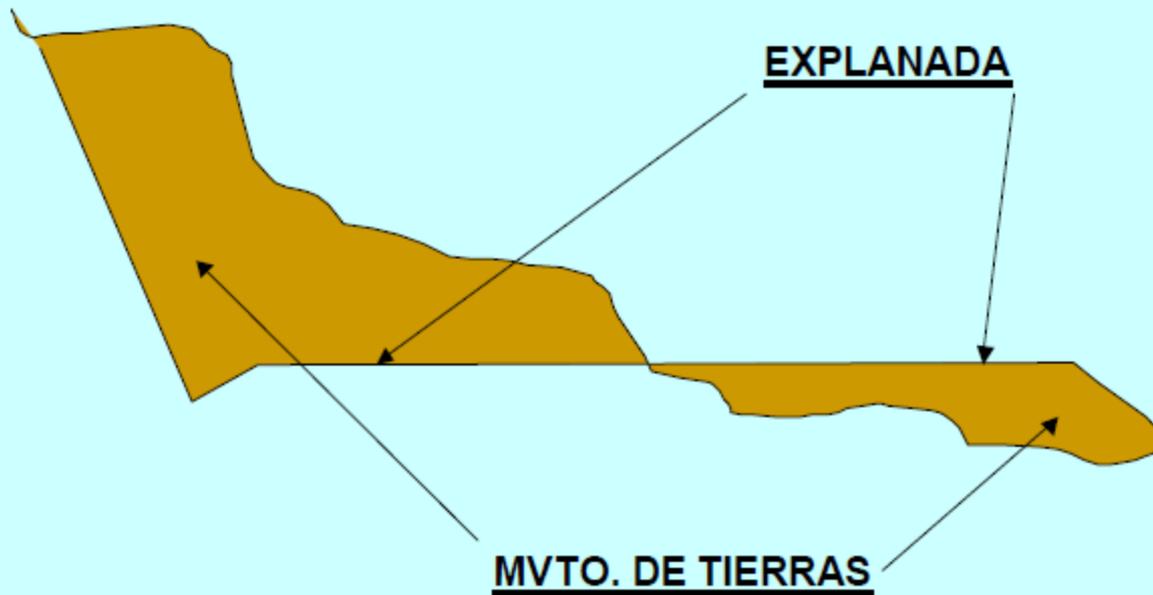
.....Movimiento de Tierras ?

- Se entiende por **Movimiento de Tierras** al conjunto de actuaciones a realizarse en un **terreno** para la ejecución de una obra. Dicho conjunto de actuaciones puede realizarse en forma manual o en forma mecánica. se mueve suelo de una parte de la superficie de la tierra, de un lugar a otro, y en su nueva posición, crear una nueva forma y condición física deseada al menor costo posible.





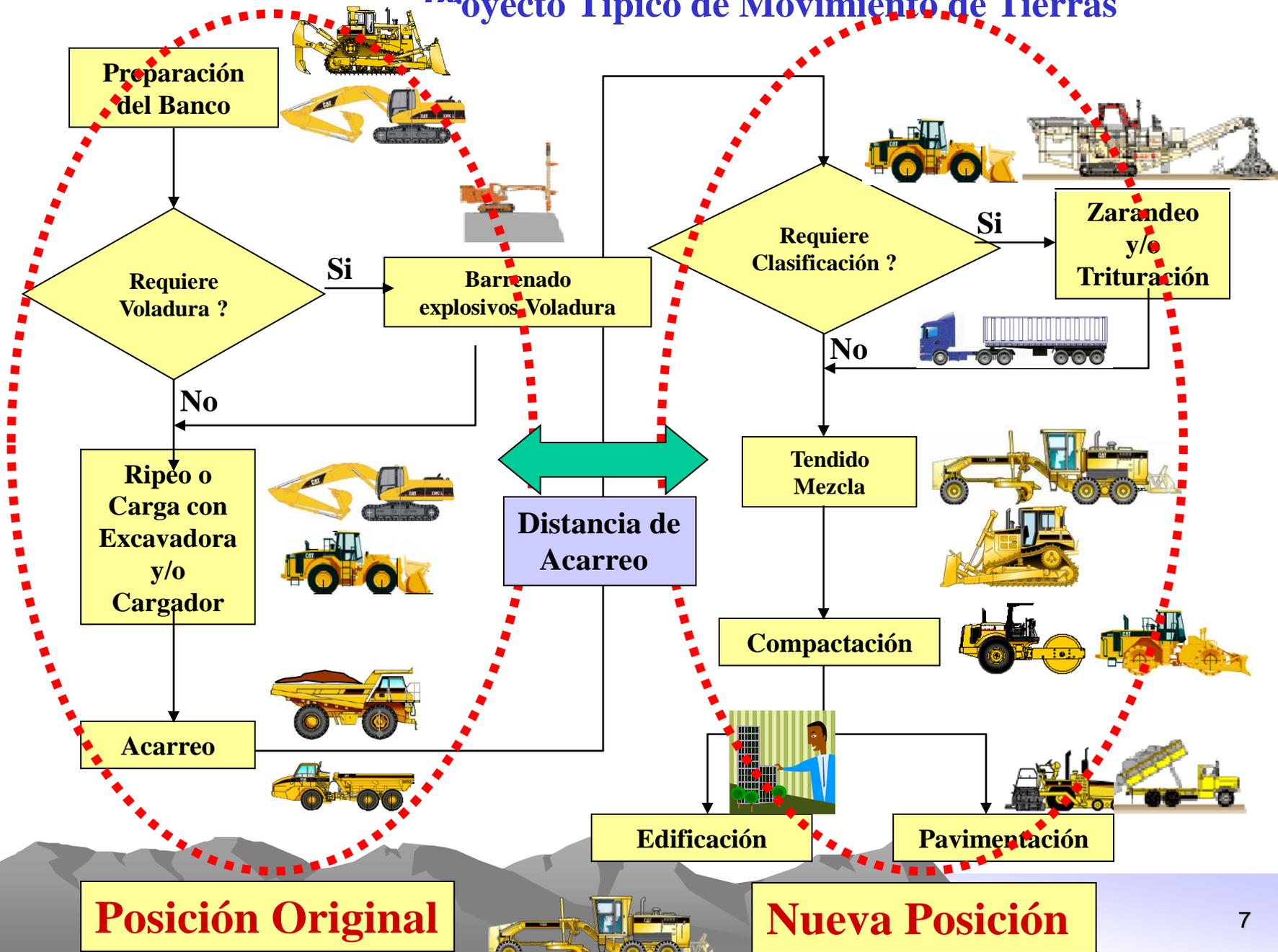
Movimiento de Tierras



Es el conjunto de trabajos necesarios para la ejecución de una explanada con unas características mecánicas y geométricas determinadas por su posterior aplicación.



Proyecto Típico de Movimiento de Tierras



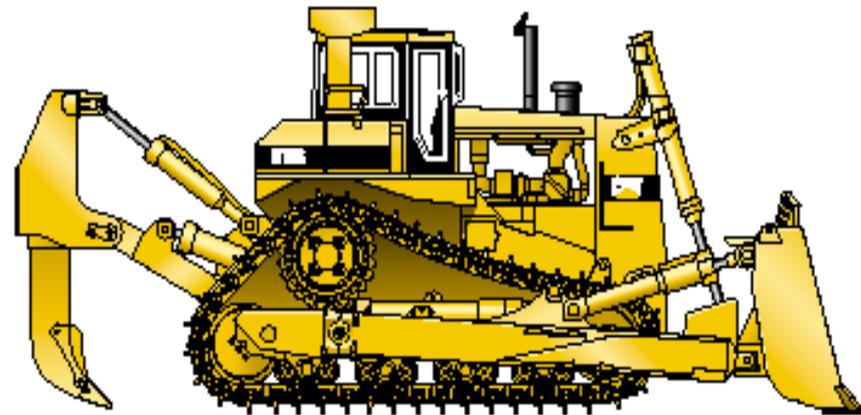
Cuando un cartucho explota los gases son aproximadamente 10.000 veces el volumen inicial del cartucho.

Para que haga el mejor efecto procuraremos que esté el cartucho lo más encerrado posible.

Para hacer una voladura *barrenaremos* el terreno, a continuación llenamos el barreno con explosivo, y el espacio que quede del barreno sin rellenar se *retaca*, es decir, tapar el agujero lo mejor posible, lo que permitirá una voladura mucho más efectiva. En caso de no realizar este retacado, la voladura “pegará bocazo”, es decir, los gases producidos en la reacción se escaparán por la parte superior del agujero abierto, con lo cual perderemos mucha efectividad en la voladura



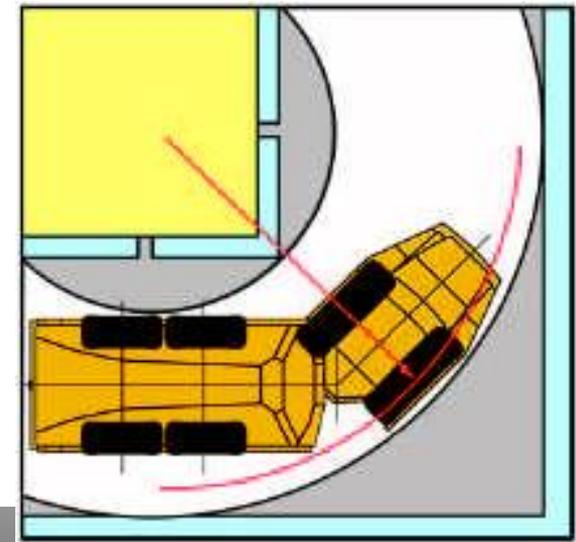
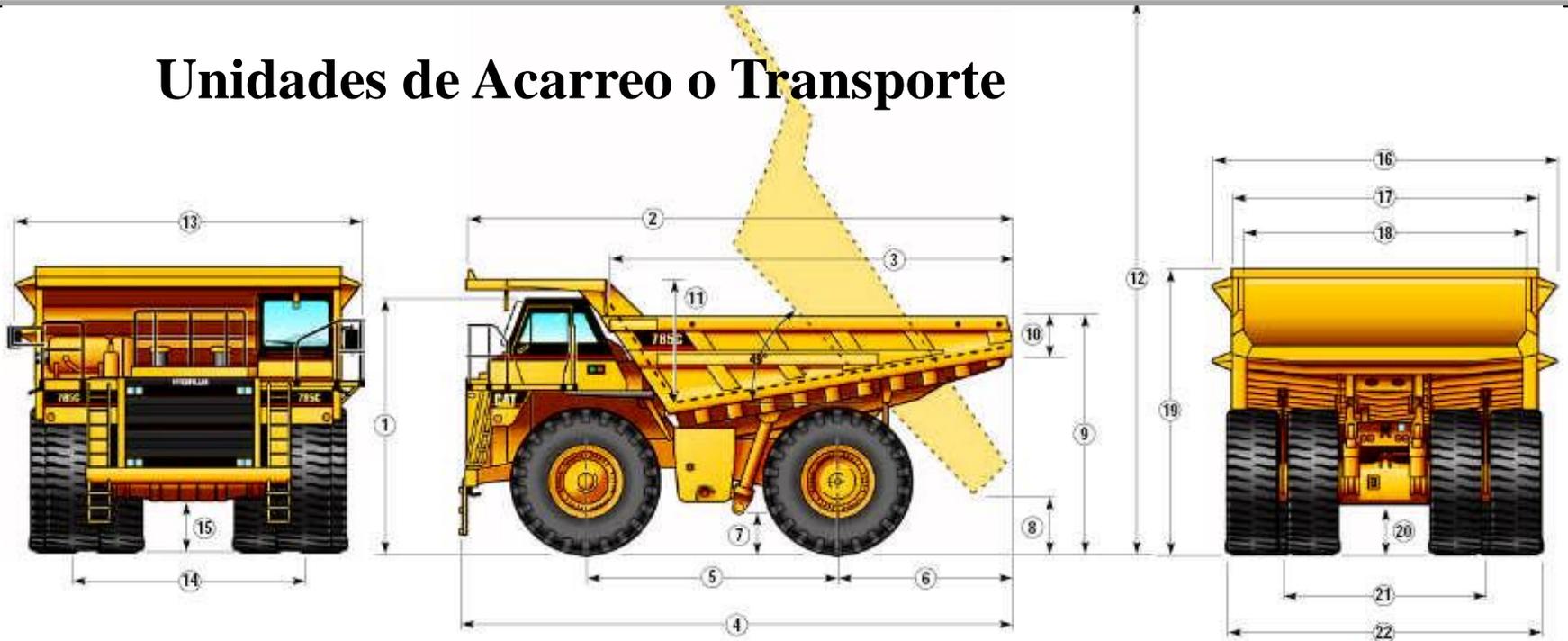
Preparación del Banco



Riporto o Carga con Excavatore y/o Cargador

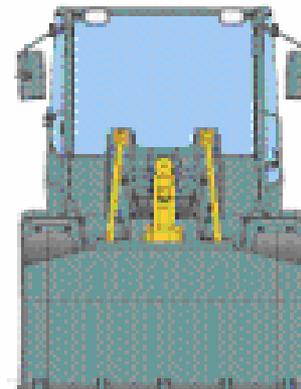
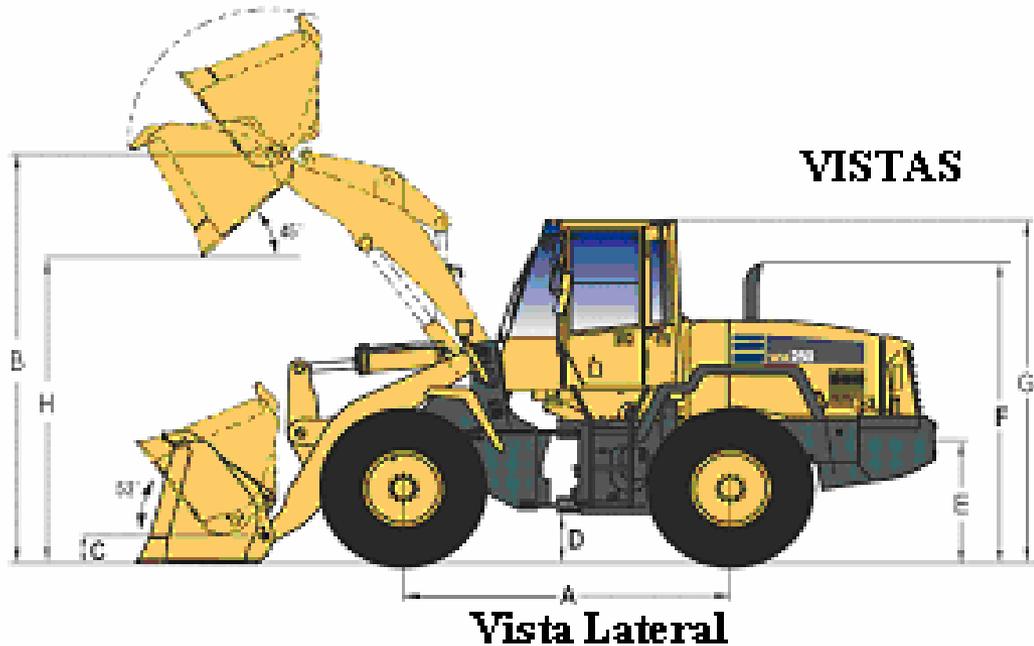
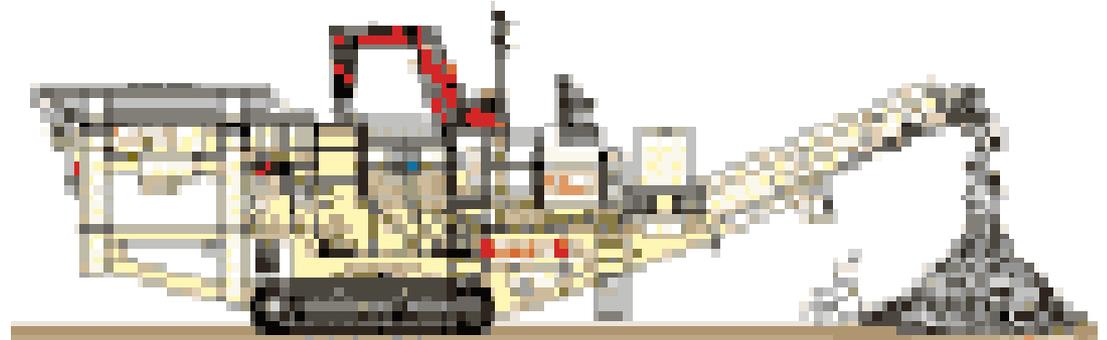


Unidades de Acarreo o Transporte

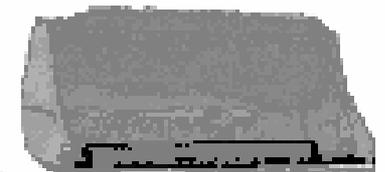


Requiere Clasificación

Zarandeo y/o Trituración



Vista Frontal



Cuchara

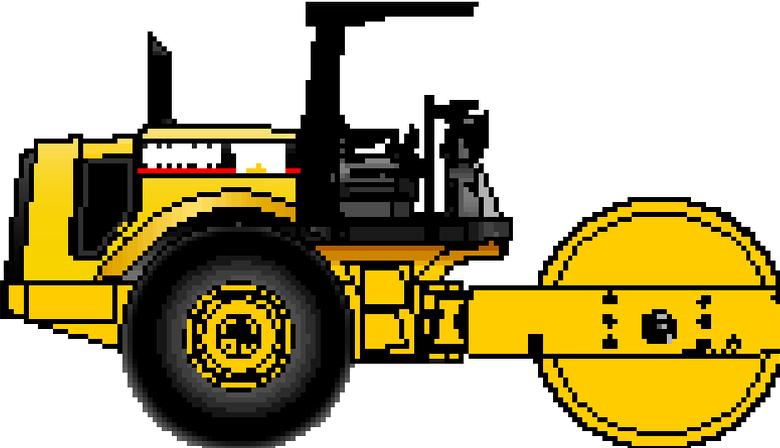




Tendido Mezcla



Compactación



COMPACTADORA



Cabina

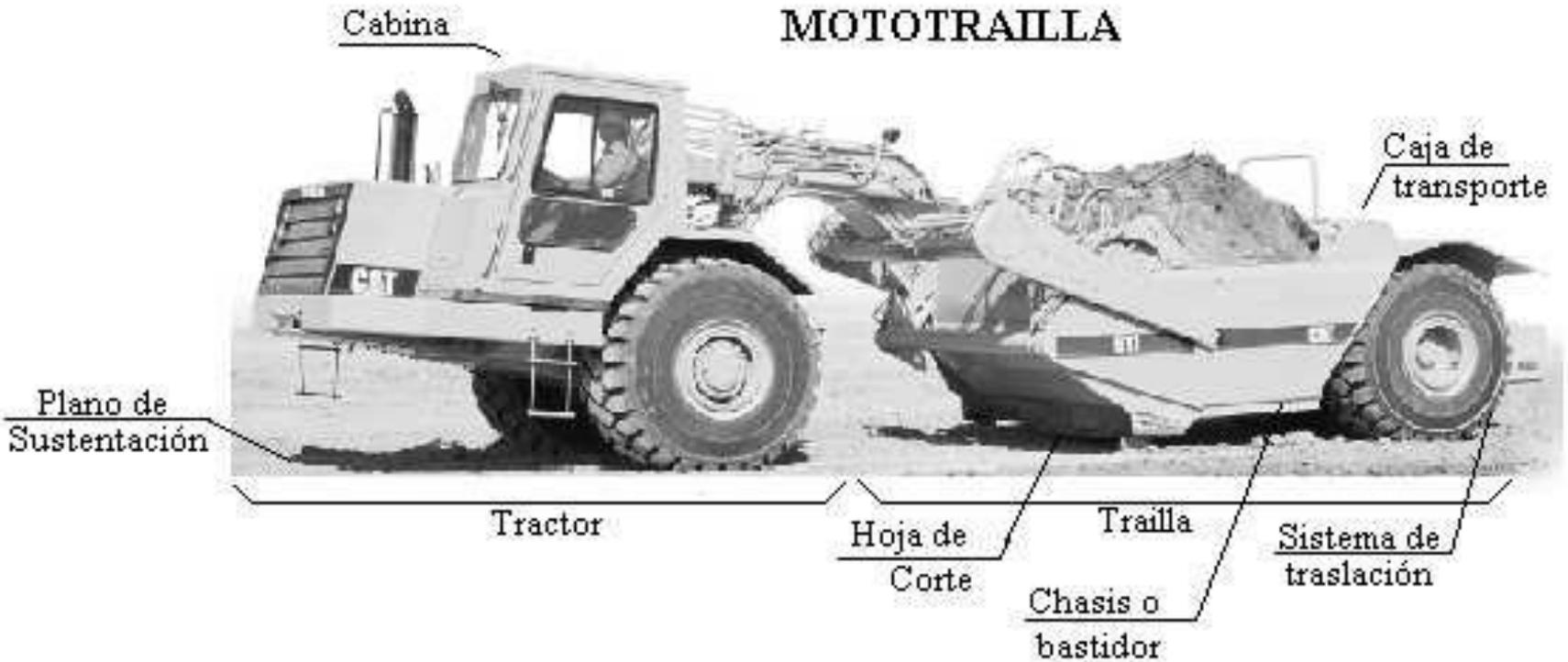
Sistema de Traslación

Plano de Sustentación

Equipo de Compactación



MOTOTRAILLA



Edificación



Fresadora



Pavimentación



Máquinas para extendido de lechada bituminosa



Sistemas de Acarreo y sus distancias más económicas



100 mts.



150 mts.



1,500 mts.



1,600 mts



5,000. mts



Trabajos en Tierra y en Roca

Factores a tener en cuenta para su mediación y valoración.

Se diferencian dos tipos de trabajos: en tierra y en roca.

Trabajos en Tierra

Características del terreno, tales como: cohesión, densidad, compacidad; son factores que influyen en el rendimiento de la maquinaria.

Factores intrínsecos del terreno, tales como: asentamientos, niveles freáticos, zonas plásticas, que pueden incrementar la medición.

Factores externos, tales como factores climáticos, tendidos aéreos o subterráneos, edificaciones vecinas, tráfico, que pueden hacer que se paralice la excavación.

Formas de ejecutar las excavaciones, teniendo en cuenta profundidad, sección, altura, etc.; ésto nos orientará hacia el tipo de maquinaria mas adecuada a emplear.



Trabajos en Roca

Tendrá en consideración los siguientes ítems:

Características de la roca, su dureza, forma geológica, estratificación, etc., de estos datos sabremos el precio del metro lineal de barreno, el número de unidades, cantidad y tipos de explosivos.

Factores externos tales como: edificaciones lindantes, tráfico, etc.; datos para saber cantidad y tipos de explosivos a utilizar.

Obtener los permisos requeridos con suficiente antelación; aunque las operaciones con explosivos son realizadas por empresas especializadas, las mismas deben aportar las autorizaciones requeridas para su ejecución en tiempo y forma.

La ejecución en roca depende de la dureza de la roca; si esta es blanda, se puede excavar con máquinas con martillos rompedores o con explosivos, si son rocas de gran dureza, su excavación solo se logra con explosivos.

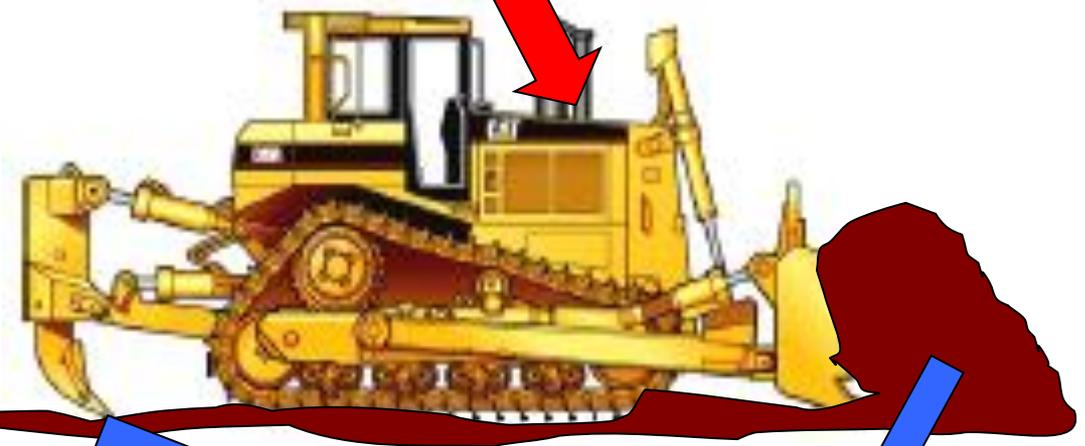


Concepto -Rendimiento Óptimo



M3

**Menor Costo por Hora
Posible**



$$\$/M3 = \frac{\text{Mínimo Costo / hr.}}{\text{Máxima Producción / hr.}}$$

**Máxima producción
por Hora Posible**



Características de los Materiales

- Las características y propiedades de los materiales afectan directamente la producción y el rendimiento de las máquinas.



Suelos.

- **El suelo es el material procedente de la descomposición físico-química de las rocas.**
- **Los suelos están formados por depósitos de rocas desintegradas que los fenómenos físicos y químicos han descompuesto lentamente.**
- **Los fenómenos físicos como son: la congelación y descongelación, rozamiento, arrastre, transporte por el viento y el agua, etc.**
- **Las gravas, arenas y limos son producidos por estos fenómenos. Los fenómenos químicos producen habitualmente las arcillas que son láminas diminutas y planas de diversos materiales.**
- **El crecimiento de las plantas contribuye también a la formación del suelo, sus residuos en forma de materia orgánica constituyen suelos esponjosos y débiles para soportar estructuras.**



Los suelos están constituidos por mezclas de grava, arena, arcillas, limos y materia orgánica en proporciones variables y con un determinado contenido de agua, según la proporción de materiales tendremos un tipo de suelo distinto.

- Grava: Partículas individuales de tamaño que varía entre 2 y 76,2 milímetros de diámetro y de aspecto redondeado.**
- Arena: Rocas o piedras pequeñas o fragmentos minerales de tamaño inferior a 2 milímetros de diámetro y con aristas cortantes.**
- Limo: Partículas finas de aspecto suave y harinoso en seco.**
- Arcilla: Suelos de textura muy fina que forman terrones duros al secar. La arcilla es la que determina el grado de plasticidad y le da cohesión a los suelos.**
- Materia orgánica: Vegetación descompuesta en parte o materias vegetales divididas en partículas muy finas.**



Los suelos pueden tener una estructura:

Granular si están constituidos por grano redondos o angulares individualizados, con bajo contenido de arcilla, como es el caso de las arenas, por lo que son difíciles de compactar. Requieren máquinas con vibración para su compresión.

Flocular si están agrupados en forma de racimos o panales, como en el caso de las arcillas, que dejan espacios huecos entre ellos, por lo que permiten la compresión del suelo. en estos tiene mayor influencia el amasado por lo que se requieren máquinas distintas para su compactación como son los rodillos de pisones.



Características de los suelos.

Porosidad.

Es el volumen de poros expresado en porcentaje (%) del volumen total, es decir la relación de dividir el volumen sólido entre el volumen de sólido más aire más agua que contiene el material.

Contenido de humedad.

Es la relación porcentual (%) del peso del agua al peso sólido. Las arenas suelen tener entre un 12% y un 36% de humedad, las arcillas pueden variar entre un 12% y un 325%.

Densidad.

Es la relación del peso por unidad de volumen. La máxima densidad de un suelo se obtiene si los huecos entre partículas de un diámetro determinado se rellenan con partículas de diámetro menor.



Compresibilidad.

Indica el porcentaje de reducción en el volumen del suelo, debido a pérdida de parte del agua entre sus granos, cuando esta sometido a una presión.

Los materiales arcillosos tienen mayor compresibilidad que los granulares, por lo que al ser compactadas quedan con menor capilaridad, son por tanto menos adecuadas para construir bases.

Elasticidad.

Es la tendencia del suelo a recuperar su forma original al quitar la carga que lo comprime. Un suelo muy elástico es muy difícil de compactar y requiere técnicas especiales.



Permeabilidad.

Característica del suelo que indica la facilidad del suelo para permitir el paso de agua a su través. Depende de su textura, granulometría y grado de compactación, cuanto mas gruesas sean las partículas mayor será su permeabilidad.

Plasticidad.

Es la propiedad de deformarse rápidamente el suelo bajo la acción de una carga, sin llegar a romperse o disgregarse, y sin que se recupere la deformación al cesar la acción de la carga.

Asentamiento.

Indica la disminución de la cota o altura del nivel del suelo debido a la consolidación del material de relleno. Generalmente suele ser consecuencia de una mala compactación.



Resistencia al cizallamiento.

Es la resistencia que oponen las partículas a deslizarse entre si. Es consecuencia de la fricción interna y la cohesión del material. Cuanta más resistencia al cizallamiento más difícil será la compactación.

Esponjamiento.

Capacidad del material para aumentar o disminuir su volumen por la pérdida o acumulación de humedad.

Consistencia.

Es el grado de resistencia de un suelo a fluir o deformarse. Con poca humedad los suelos se disgregan fácilmente, con más humedad el suelo se torna más plástico. Las pruebas de Atterburg determinan los límites de consistencia del suelo que son: Líquido, plástico y sólido, se expresan generalmente por el contenido de agua.

Límite líquido.

Nos indica el contenido de humedad en que el suelo pasa del estado plástico al líquido e indica también si el suelo contiene humedad suficiente para superar la fricción y cohesión interna.



Límite plástico.

Cuando el suelo pasa de semi-sólido a plástico porque contiene humedad suficiente se dice que ha traspasado su límite plástico. La resistencia del suelo disminuye rápidamente al aumentar el contenido de humedad más allá del límite plástico.

Índice de plasticidad.

Refleja la diferencia numérica entre el índice plástico del suelo y el límite líquido. Permite medir la capacidad de compresión y la cohesión del suelo.

Límite sólido.

Constituye el límite en el cual el suelo pierde su plasticidad por secado y aumenta su fragilidad hasta que las partículas quedan en contacto.

Límite de retracción.

Es el porcentaje de agua que separa el estado semi-sólido del suelo del estado sólido.



Propiedades del suelo

Elasticidad



Capilaridad



Permeabilidad



Compresibilidad



Contracción



Asentamiento



Resistencia al corte depende de...

Fricción interna



Alta
fricción



Baja
fricción

Cohesión



Alta
cohesión



Baja
cohesión

Propiedades de los Suelos

- La principal propiedad que afecta el rendimiento de las máquinas en el movimiento de tierras es la:
 - **DENSIDAD**
- Densidad en **Banco** y Densidad **Suelto**.



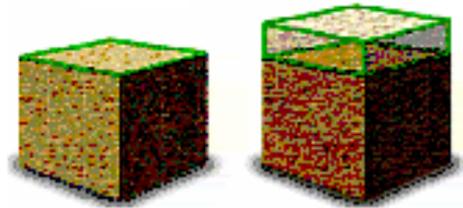
DENSIDAD



- ES EL PESO DEL MATERIAL POR UNIDAD DE VOLUMEN.....**KILOGRAMOS / M³**.

DENSIDAD EN **BANCO** :

ES EL PESO DEL MATERIAL EN SU ESTADO NATURAL....M³. EN BANCO.



DENSIDAD DEL MAT. **SUELTO**:

ES EL PESO DEL MATERIAL FUERA DE SU ESTADO NATURAL...M³ SUELTO.

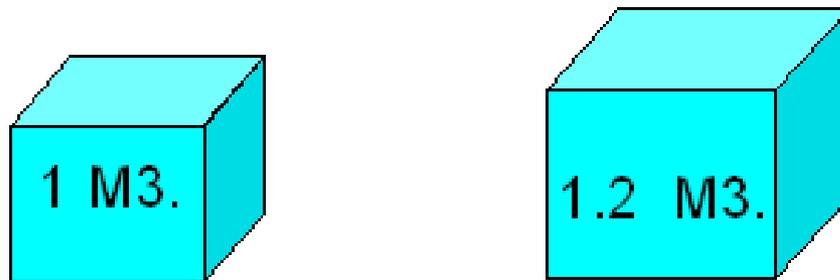


MEDICION DEL VOLÚMEN DEL MATERIAL.

M3. EN BANCO.

M3. DE MAT. SUELTO.

M3. COMPACTADO.



ABULTAMIENTO

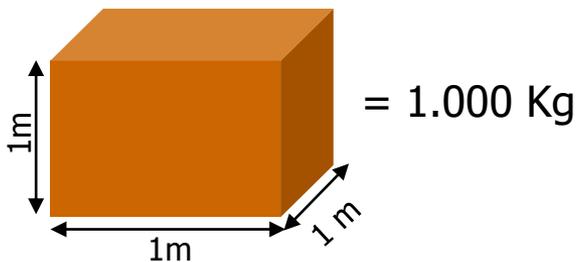


COMPACTACIÓN



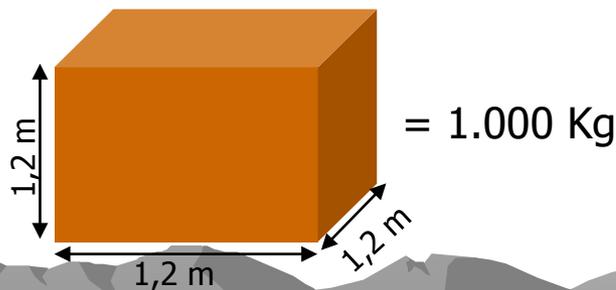
Densidad

- Densidad = Peso (Kg) / volumen (m^3)
- Densidad en el **banco** = $1.000 \text{ Kg}/m^3$



- Densidad del material **suelto** = $578 \text{ Kg} / m^3$

Densidad del material **suelto** / Densidad en el **banco** = Factor de carga



Factor de carga = 0,578

(**Factor Volumétrico**)



Medición de la densidad



Los instrumentos nucleares para medir la compactación nos incluyen datos como:

- **% de Compactación**
- **Contenido de Humedad**
- **Densidad**

Estos instrumentos miden profundidades hasta de 30 Cm.



Factor de Carga

(Factor Volumétrico)

Densidad del material **suelto** /Densidad en el **banco**=Factor de carga

- **Densidad en Banco x Factor de Carga**

=

Densidad del material suelto

$$1.000 \text{ Kg/m}^3 \times 0.578 = 578 \text{ Kg/m}^3$$

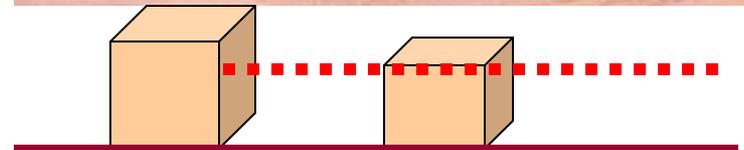
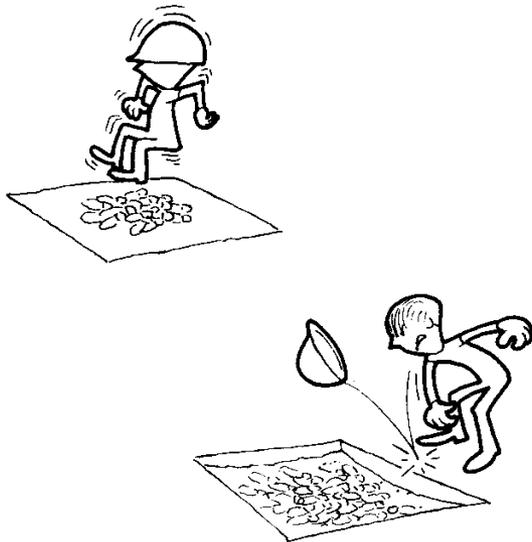
- **Volumen en Banco / Factor de Carga =
Volumen del material suelto**

$$1\text{m}^3 / 0.578 = 1.73 \text{ m}^3$$



- **FACTOR DE CONTRACCIÓN** : SE CALCULA DIVIDIENDO LA DENSIDAD DEL MATERIAL COMPACTADO, ENTRE LA DENSIDAD DEL METRO CUBICO BANCO.

$$\text{FACTOR DE CONTRACCIÓN} = \frac{\text{KG. / M3. COMPACTADO.}}{\text{KG. / M3. BANCO.}}$$



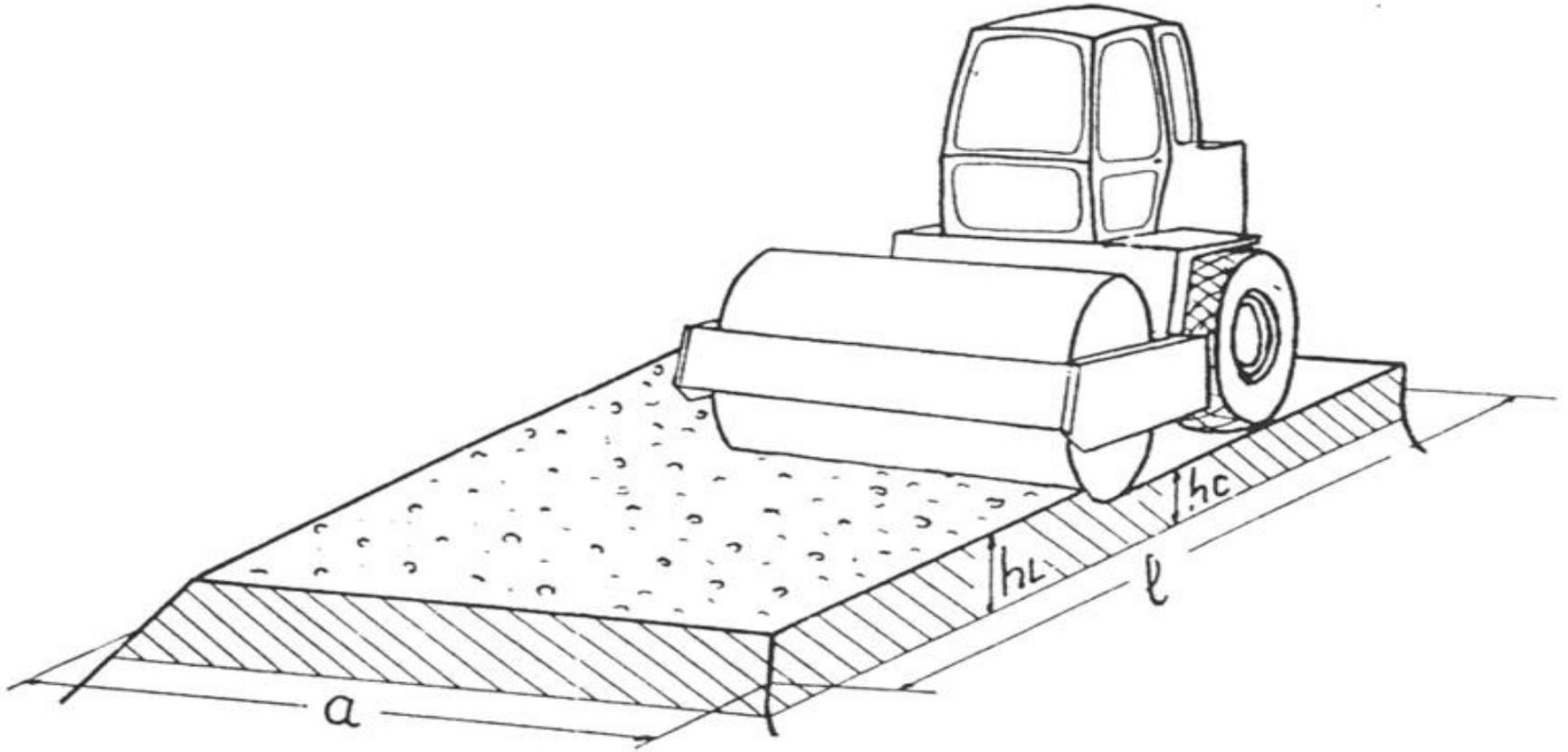
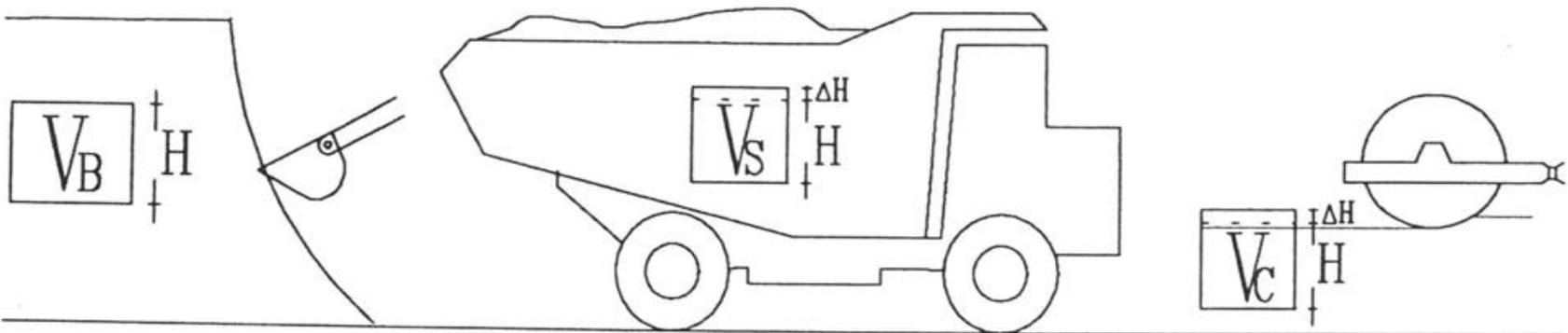


Fig. 1.4





VOLUMENES APARENTES

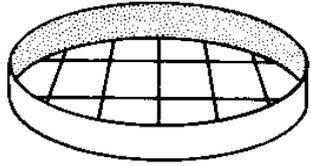
	EXCAVACION	CARGA	TRANSPORTE		COMPACTACION
EXCAVACION EN TIERRAS	<p>1,0</p>	<p>CARGADA</p>	<p>1,20 a 1,30</p>	<p>VERTIDA</p> <p>1,10</p>	<p>PISADA</p> <p>1,0</p>
	<p>VOLUMEN APARENTE</p>				<p>RELLENOS</p> <p>1,20</p>
EXCAVACION ROCA EN CANTERAS	<p>EN BANCÓ</p> <p>1,0</p>		<p>1,25 a 1,50</p>	<p>MACHAQUEO PRIMARIO</p> <p>1,30 a 1,40</p>	<p>TRITURACION</p> <p>1,20 a 1,30</p>
	<p>VOLADA</p> <p>2,0</p>				

DENSIDAD APROXIMADA Y FACTOR DE CARGA DE ALGUNOS MATERIALES COMUNES

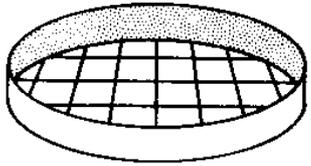
Material	Densidad-Banco		Densidad-Suelto		Factor de Carga
	kg/m ³ B	lb/yd ³ B	kg/m ³ S	lb/yd ³ S	
Arcilla – Seca excavada	3100	1840	2500	1480	0,81
Húmeda excavada	3500	2080	2800	1660	0,80
Arcilla y cascajo: Secos	2800	1660	2000	1420	0,71
Húmedos	3100	1840	2800	1540	0,90
Roca putrefacta:					
75% roca 25% tierra	4700	2790	3300	1960	0,70
50% roca 50% tierra	3850	2280	2900	1720	0,75
25% roca 75% tierra	3300	1960	2650	1570	0,80
Tierra – Húmeda excavada	3400	2020	2700	1600	0,79
Cascajo – Mojado	3650	2170	3250	1930	0,89
– Seco	2850	1690	2550	1510	0,89
Arena – Seca, suelta	2700	1600	2400	1420	0,89
Húmeda	3500	2080	3100	1840	0,89
Arena y cascajo – Secos	3250	1930	2900	1600	0,89
– Húmedos	3750	2230	3400	2400	0,91
Piedra – Quebrada	4500	2670	2700	1600	0,60
Capa superior	2300	1370	1600	950	0,70



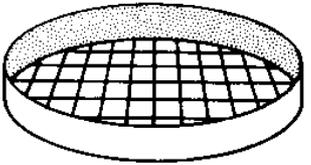
GRANULOMETRIA DE LOS PRINCIPALES MATERIALES



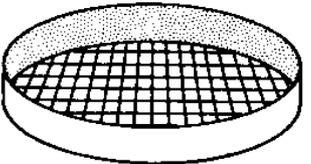
Cantos Rodados : 76 mm y más
(3 ")



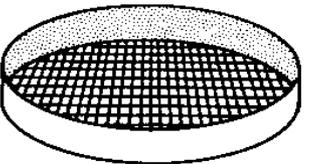
Grava : de 3 mm a 76 mm
(1/8 " a 3 ")



Arena : de 0,05 mm a 3 mm
(0,002 " a 1/8 ")



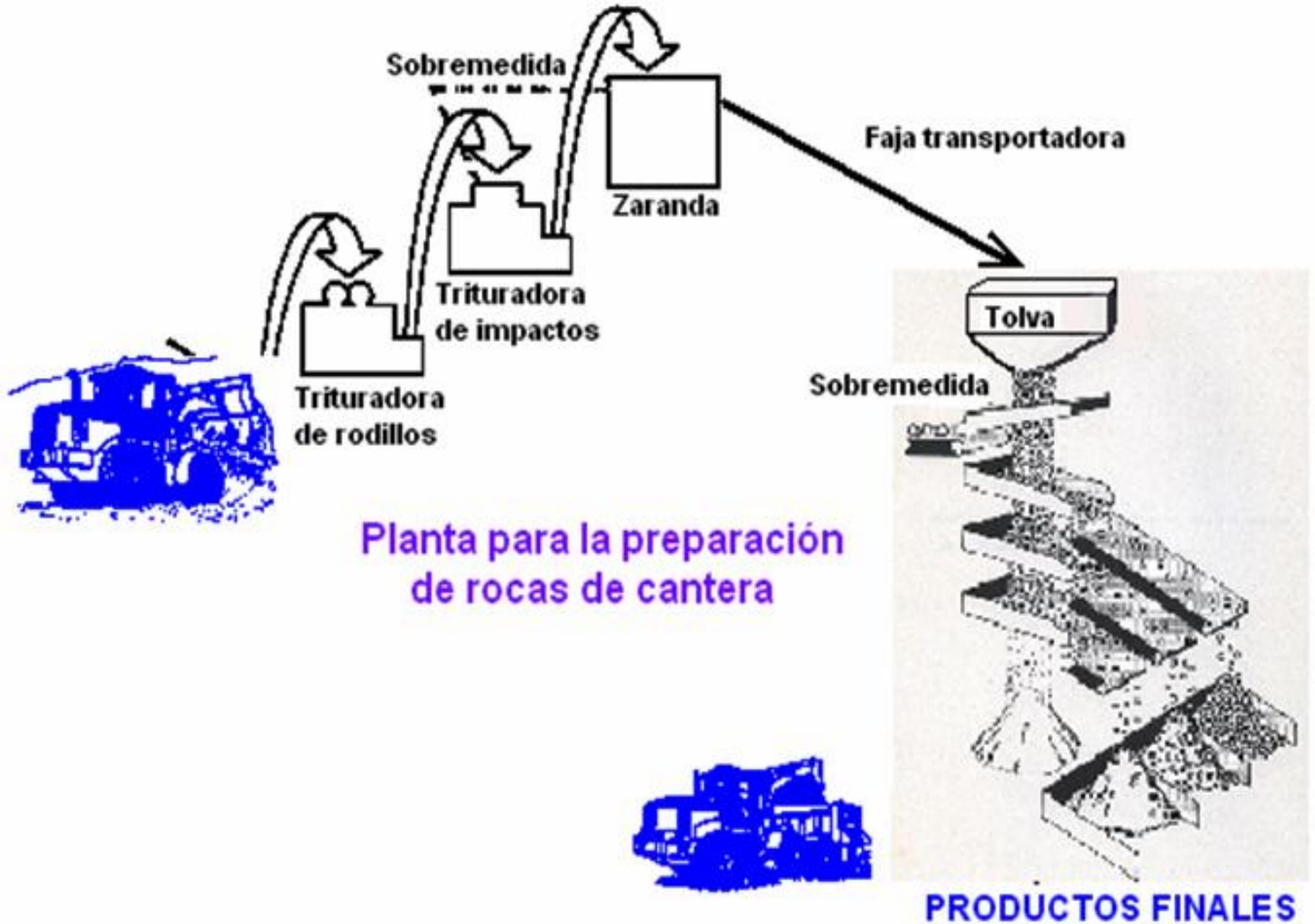
Limo : de 0,005 mm a 0,05 mm
(0,002 " a 0,0002 ")



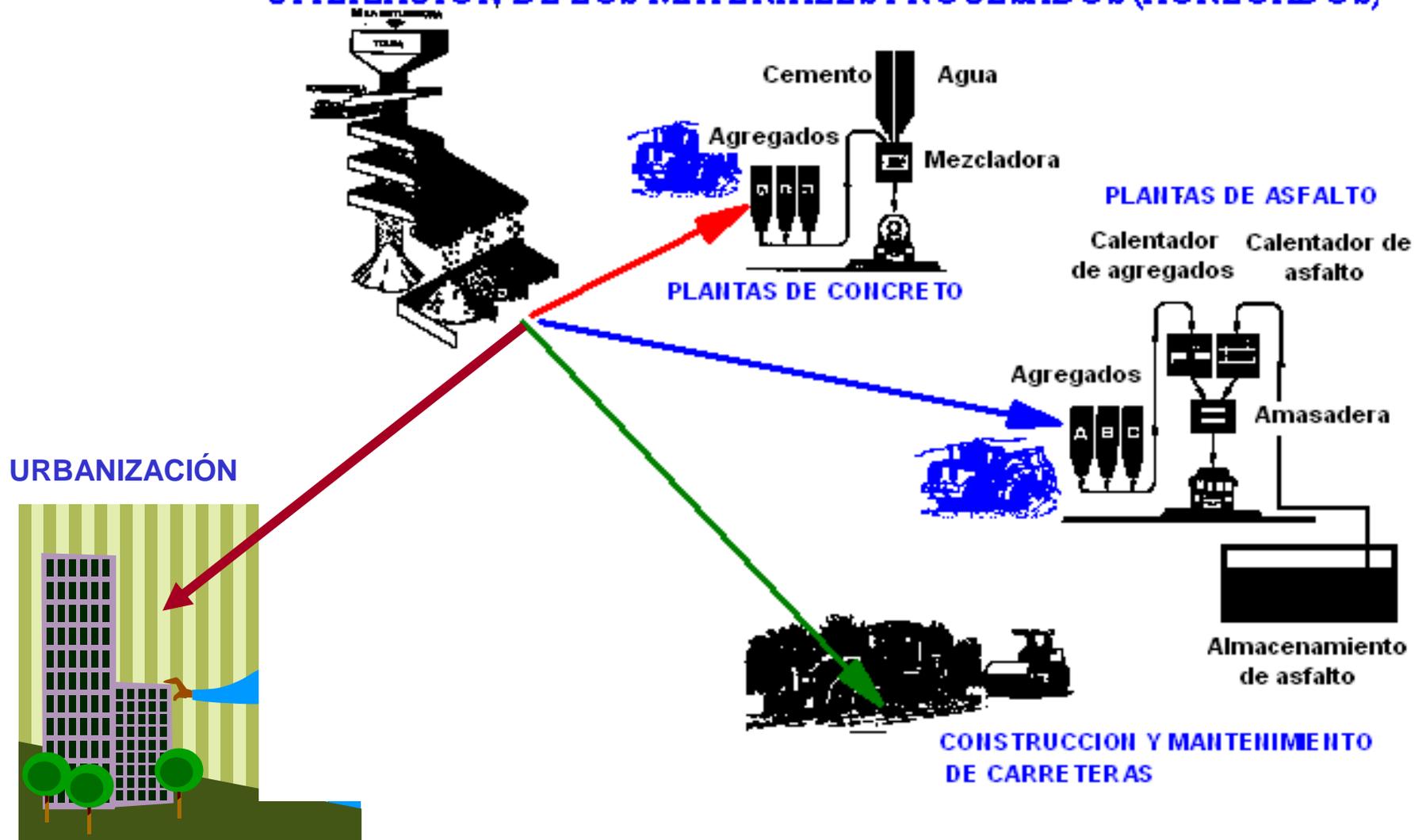
Arcilla : menos de 0,005 mm
(menos de 0,0002 ")



PRODUCCION DE MATERIALES (AGREGADOS)



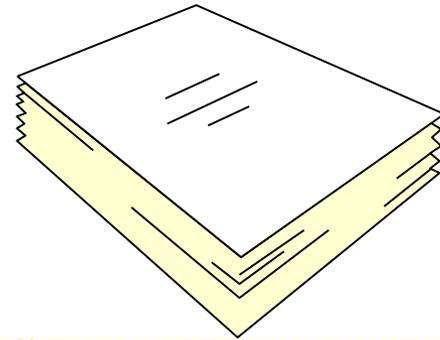
UTILIZACIÓN DE LOS MATERIALES PROCESADOS (AGREGADOS)



M3 Banco y M3 Suelos

- La mayoría de las obras se:

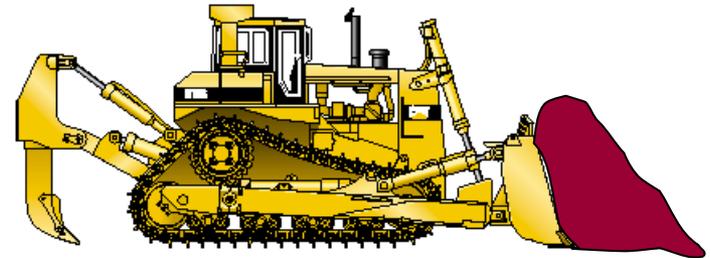
- Licítan en M3 banco



- Se Pagan en M3 banco



- Se mueven en M3 Suelos



Calculos de produccion

- La **producción** de las máquinas se puede expresar en:



Cálculos de producción

- La **CARGA** y **PRODUCCIÓN** de las máquinas se puede medir de las siguientes formas:

1.- Pesándola

ó

2.- Calculándola en función de la máquina

ó

3.- Midiendo el Volúmen

– (**M³B/Hr**) (**Ton / Hr.**)





Concepto - Rendimiento Óptimo



/ M3

Menor Costo por Hora
Posible



$$\$/M3 = \frac{\text{Mínimo Costo / hr}}{\text{Máxima Producción / hr}}$$

Máxima producción por
Hora Posible



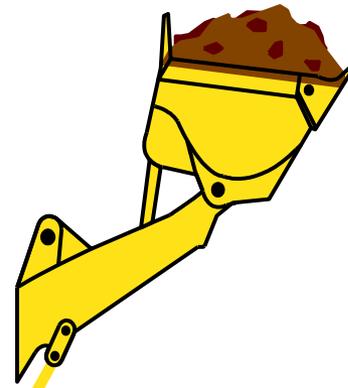
Cálculos de producción

En función de la capacidad de la máquina.

Producción *Teórica* por Hora =

Capacidad de la Máquina
M3 / Ciclo

x *Números de Ciclos / Hr.*

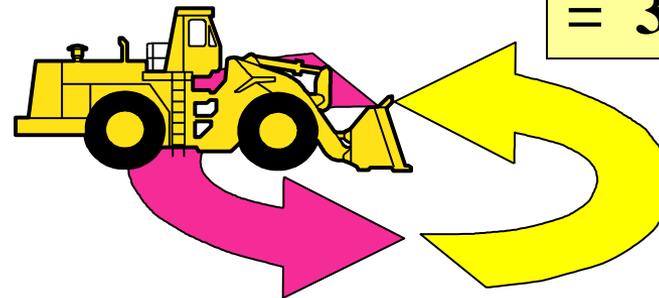


3 M3/ciclo

X

100 Ciclos /Hr

= 300 m3/Hr.



Cálculos de producción

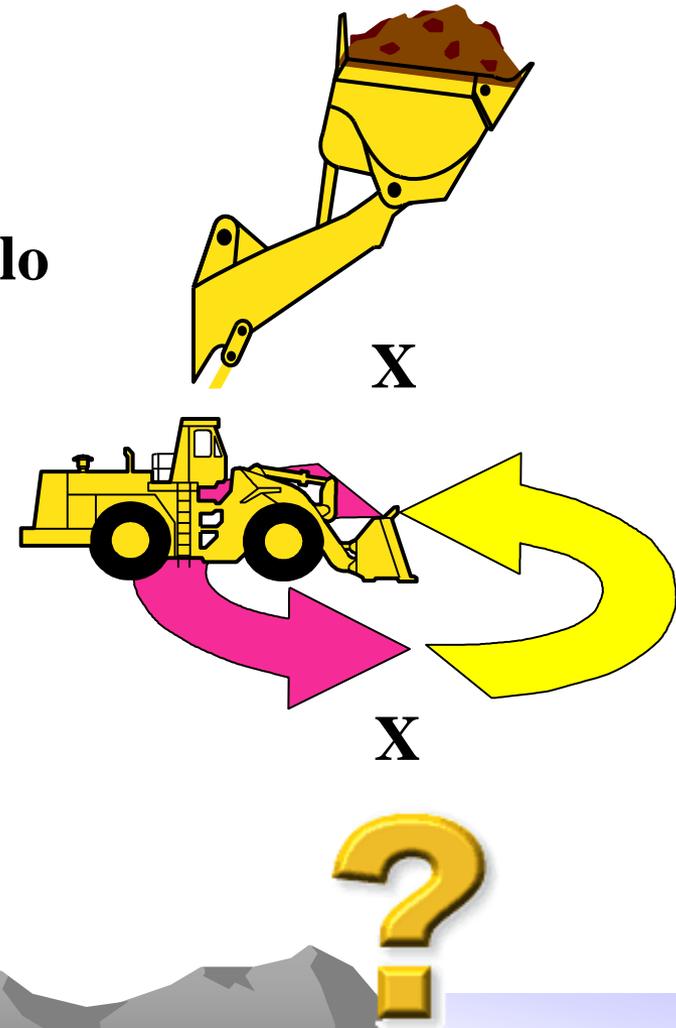
Producción *Real* por Hora =

Capacidad de la Máquina M³/ciclo

X Números de Ciclos / Hr.

X *Factores de Corrección.*

- * Factor de Llenado
- * Eficiencias
- * Disponibilidad Mecánica
- * Otros factores

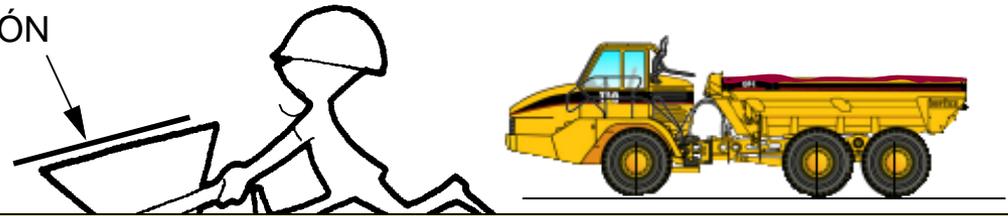


Factores de corrección.

Factor de Llenado

CAPACIDAD AL RAS :

ES EL VOLÚMEN CONTENIDO EN UN CUCHARÓN O EN UNA CAJA, DESPUES DE NIVELAR LA CARGA PASANDO UN RASERO SOBRE SUS EXTREMOS.



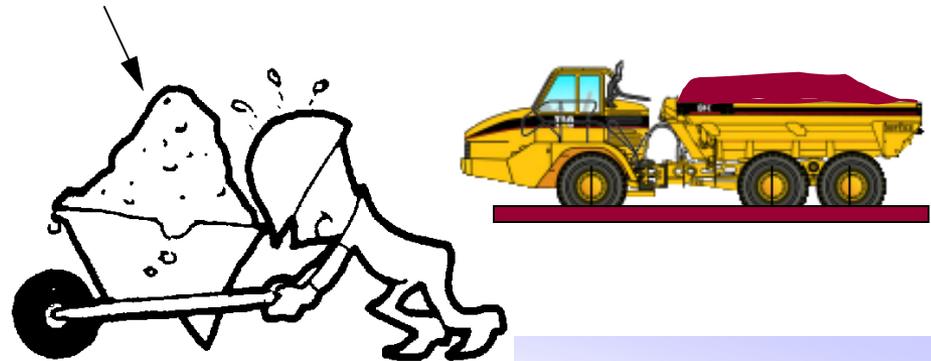
Es el porcentaje del volúmen disponible en una caja o cucharón que realmente se esta utilizando.

CAPACIDAD COLMADA :

ES LA CAPACIDAD AL RAS, MAS LA CANTIDAD ADICIONAL QUE SE ACUMULA SOBRE LA CARGA AL RAS DEL MATERIAL MANTENIENDO UN ÁNGULO DE REPOSO DE :

2:1 SEGUN SAE-J742 PARA CARGADORES

1:1 SEGUN SAE-J296 PARA EXCAVADORAS



Ejemplos de factores de llenado

Material

**Factor de llenado
Como % de la
capacidad colmada
del cucharón**

Limo o Arcilla humeda

A - 100-110%

Arena y Grava

B - 95-110%

Arcilla Dura

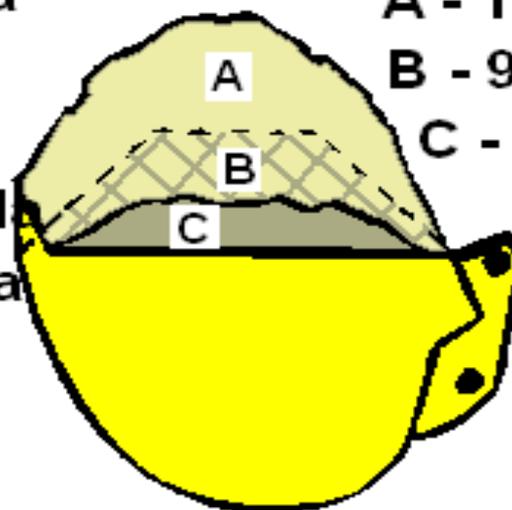
C - 80-90%

Roca-bien fragmentada

60-75%

Roca-mal fragmentada

40-50%



FACTORES DE LLENADO DE ACUERDO AL TAMAÑO DE LOS MATERIALES PARA CARGADORES DE RUEDAS.

MATERIALES SUELTOS	% F. LL.
AGREGADOS HUMEDOS MEZCLADOS	95-100
AG. HUMEDOS UNIF. HASTA 3mm(1/8")	95-100
AG. 3 @ 9mm. (1/8 @ 3/8 ")	90-95
AG. 12 @ 20 mm (1/2 @ 3/4 ")	85-90
AG. 24 mm (1") y mas grandes	85-90
ROCA DE VOLADURA	
BIEN FRAGMENTADA	80-95 %
FRAGMENTACION MEDIANA	75-90 %
MAL FRAGMENTADA	60-75 %
VARIOS	
MEZCLA DE TIERRA Y ROCAS	< 100 %
LIMO HUMEDO	< 110 %
SUELO,PIEDRA Y RAICES	80-100
MATERIALES CEMENTADOS	85-90



Factores que Afectan el Factor de Llenado

- Características de los materiales
- Diseño del Cucharón
- Habilidades del Operador
- Diseño del Banco
- Fuerza de Desprendimiento de la máquina.



Número de Ciclos por Hora

Ciclo: Es un viaje completo de ida y regreso para completar un pase de trabajo.



Tiempos Fijos y Variables

- 1.- Carga
- 2.- Acarreo
- 3.- Descarga
- 4.- Regreso



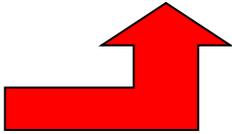
Otros Tiempos:
Espera
Maniobras
Demoras



Ciclos por Hora

$$\text{Ciclos/Hr.} = \frac{60 \text{ minutos / hr}}{\text{Tiempo Promedio del ciclo (.xx minutos / ciclo)}}$$

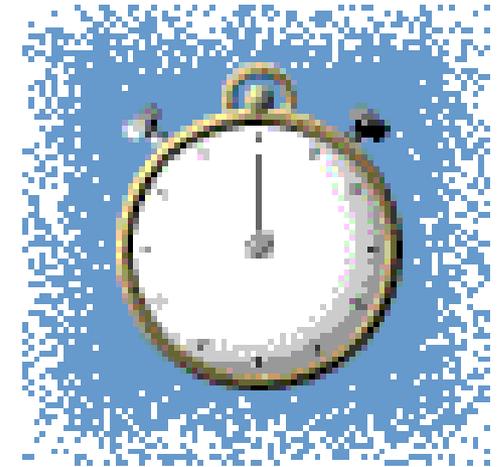


NO son segundos 
SON centésimas de Minuto



Ciclos por Hora

Segundos	1/100Min
60	1
59	0.98
58	0.97
57	0.95
56	0.93
55	0.92
54	0.90
53	0.88
52	0.87
51	0.85
50	0.83



60 Segundos 1 Minuto
 20 Segundos>> 0.XX Min

$$X = \frac{20 \times 1}{60} = 0.33 \text{ Min}$$

Ciclos por Hora = 60 Min/Hr. / 0.33 min/ciclo = 181 Ciclos/Hr.



Eficiencias

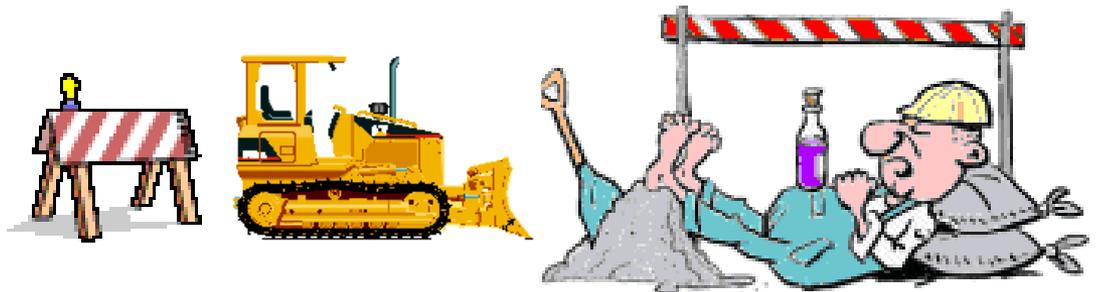
Eficiencia en la Obra

Minutos Efectivos trabajados por Hora

$$E = \frac{\text{Minutos Efectivos trabajados por Hora}}{\text{60 minutos por Hora}}$$

60 minutos por Hora

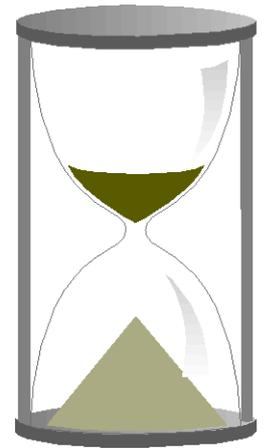
Ejemplo : $50/60 = 0.83 = 83 \%$



Disponibilidad Mecánica

Factores que afectan la Disponibilidad Mecánica

- ✧ **Calidad del Equipo**
- ✧ **Vida Económica / n° Horas de servicio**
- ✧ **Respaldo Técnico (Partes y Servicio)**
- ✧ **Prácticas de Mantenimiento / Herramientas**
- ✧ **Estandarización**
- ✧ **Relaciones Humanas**



Ejemplo :



- Cual será la producción por hora de un cargador de ruedas con cucharón de:

3.1 m³

- **Factor de llenado promedio = . 90**
- **Tiempo del ciclo = 30 Segundos**
- **Eficiencia en la Obra = 50 min hr**
- **Disponibilidad Mecánica = . 95**



Ejemplo :



- Cual será la producción por hora de un cargador de ruedas con cucharón de:
 - 3.1 m³
 - Factor de llenado promedio = . 90
 - Tiempo del ciclo = 30 Segundos
 - Eficiencia en la Obra = 50 min hr
 - Disponibilidad Mecánica = . 95

$$\text{Producción / Hr.} = 3.1 \times 0.90 \times 120 \times 0.83 \times 0.95 = 264 \text{ m}^3 / \text{hr.}$$



83.2% Factores de eficiencia en el trabajo

- Desajustes
- Eficiencia del operador

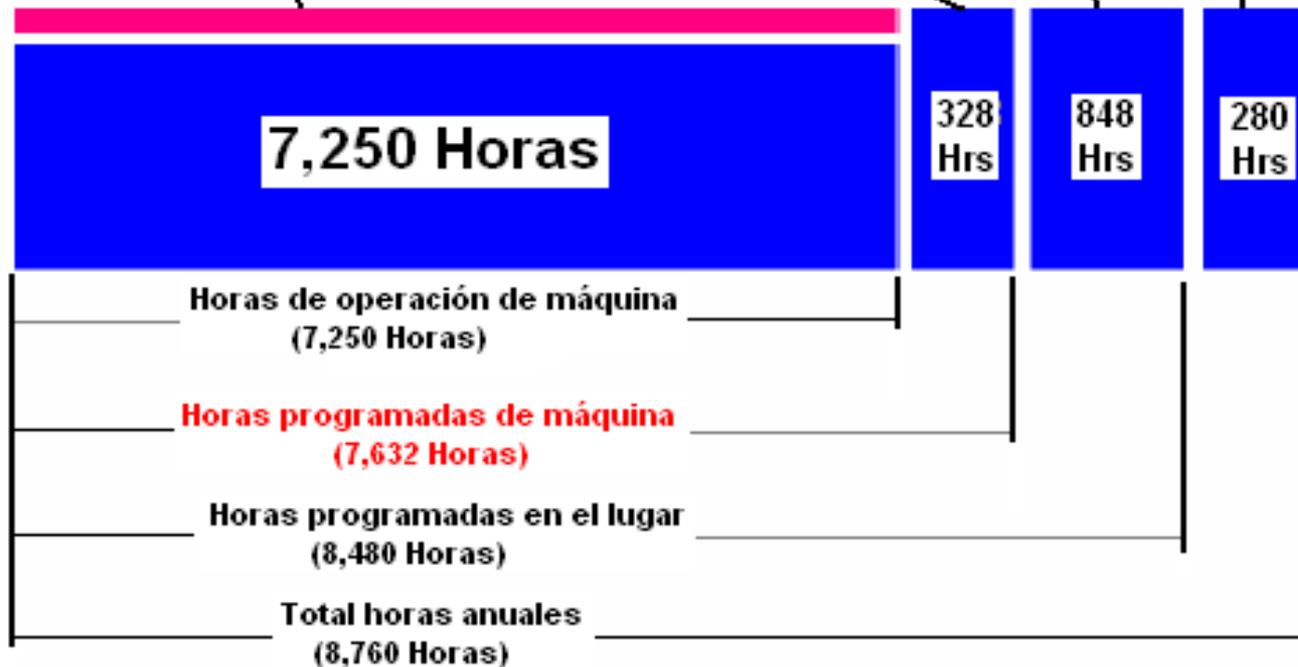
4% Disponibilidad de máquina

9.6% Paralizaciones

- Cambio de turno
- Alimentos y reuniones
- Reprogramaciones

3.2% Horas sin trabajar

- Feriados
- Clima



COSTOS DE POSESIÓN

Son todos los costos Relacionados con la Adquisición de la Máquina.



- > **Depreciación**
- > **Interés**
- > **Impuestos**
- > **Seguro**



COSTOS DE OPERACIÓN



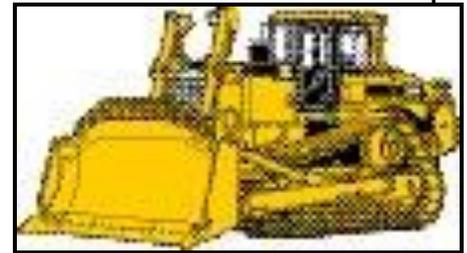
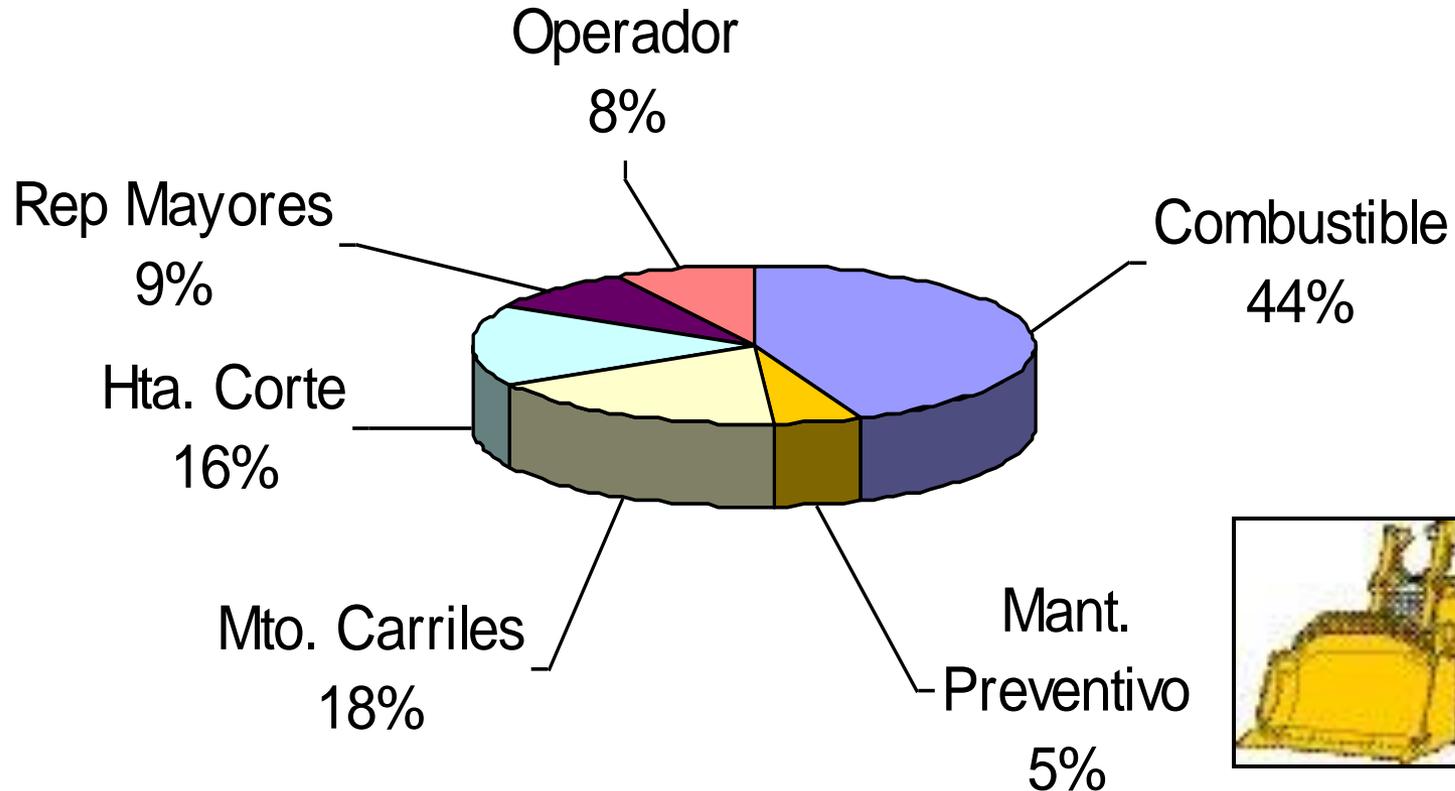
**Son todos los costos relacionados
Para poner a trabajar la máquina**

- > Combustible**
- > Mantenimiento**
- > Neumáticos/Carriles**
- > Reparaciones**
- > Artículos de Desgaste**
- > Salario de Operador**



Analisis - Costos de Operación D8RII

Costo de Operacion Cat D8RII

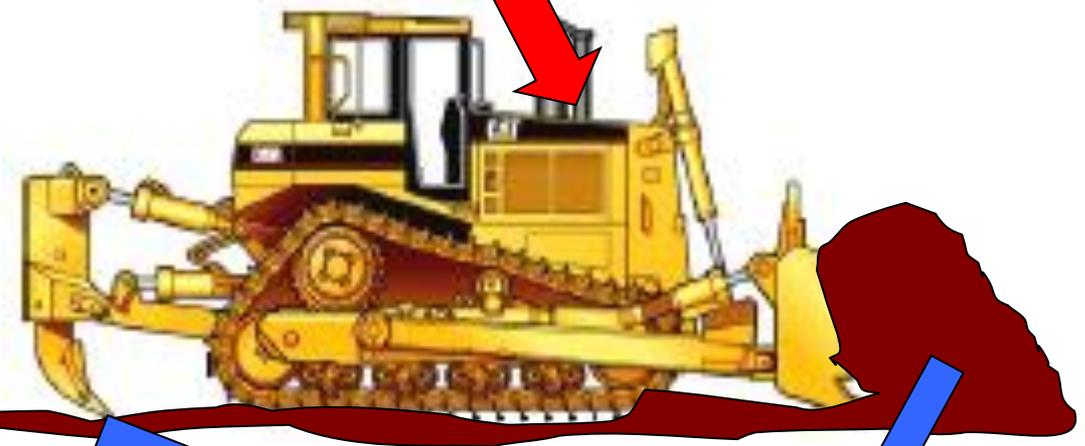


Concepto -Rendimiento Optimo



M3

**Menor Costo por Hora
Posible**



**Máxima producción
por Hora posible**

$$\$/M3 = \frac{\text{Mínimo Costo / hr.}}{\text{Máxima Producción / hr.}}$$

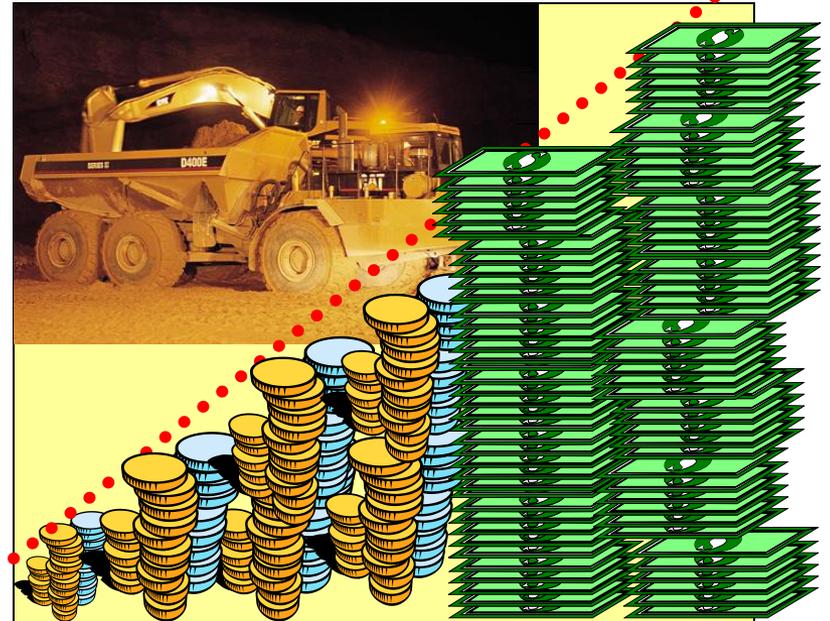


Costos Totales Directos

Posesión (Fijo)

Operación (Variable)

$\$/hr.$



Horas de Operación

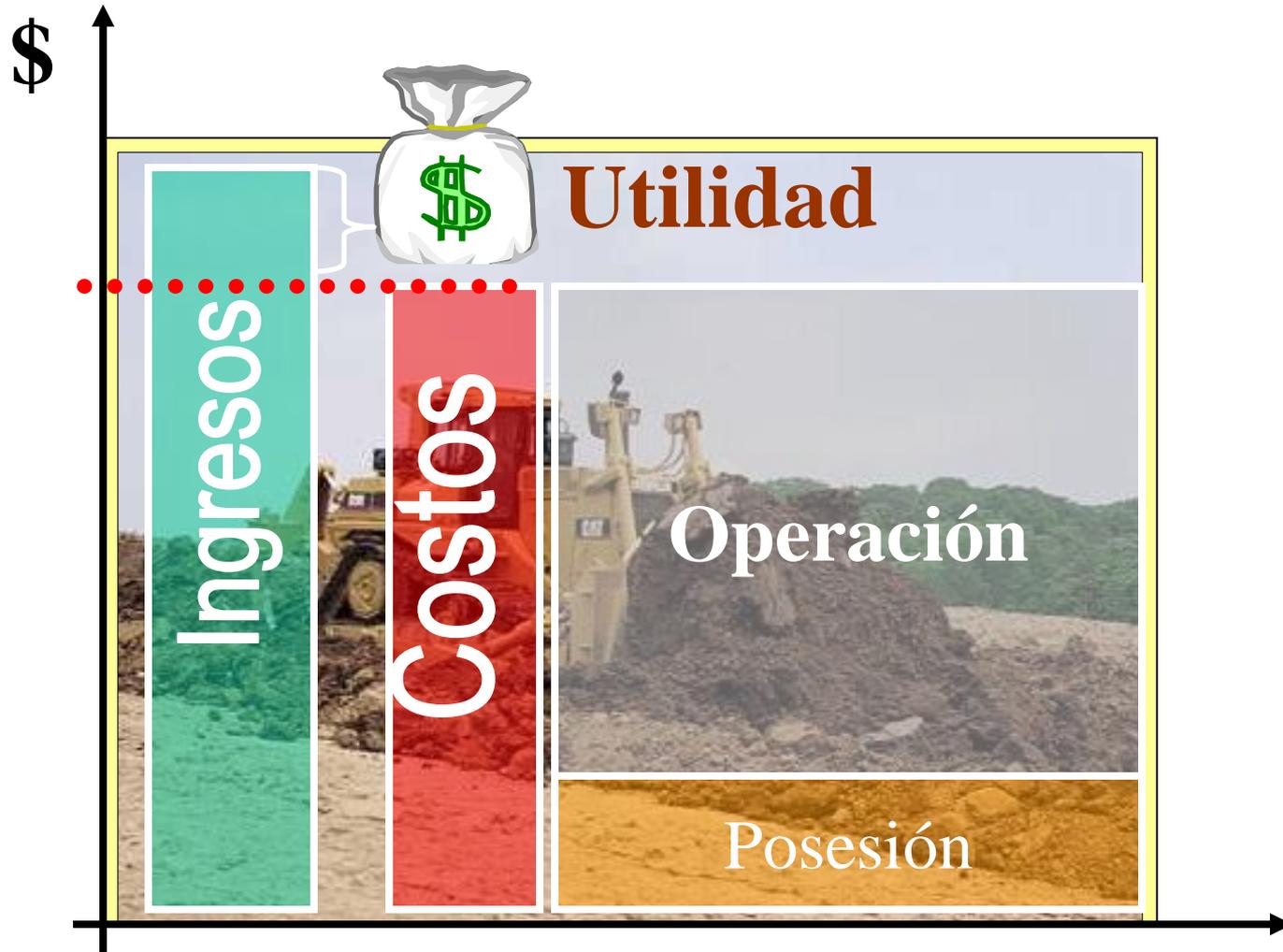


Costos Totales Directos

Posesión (Fijo)

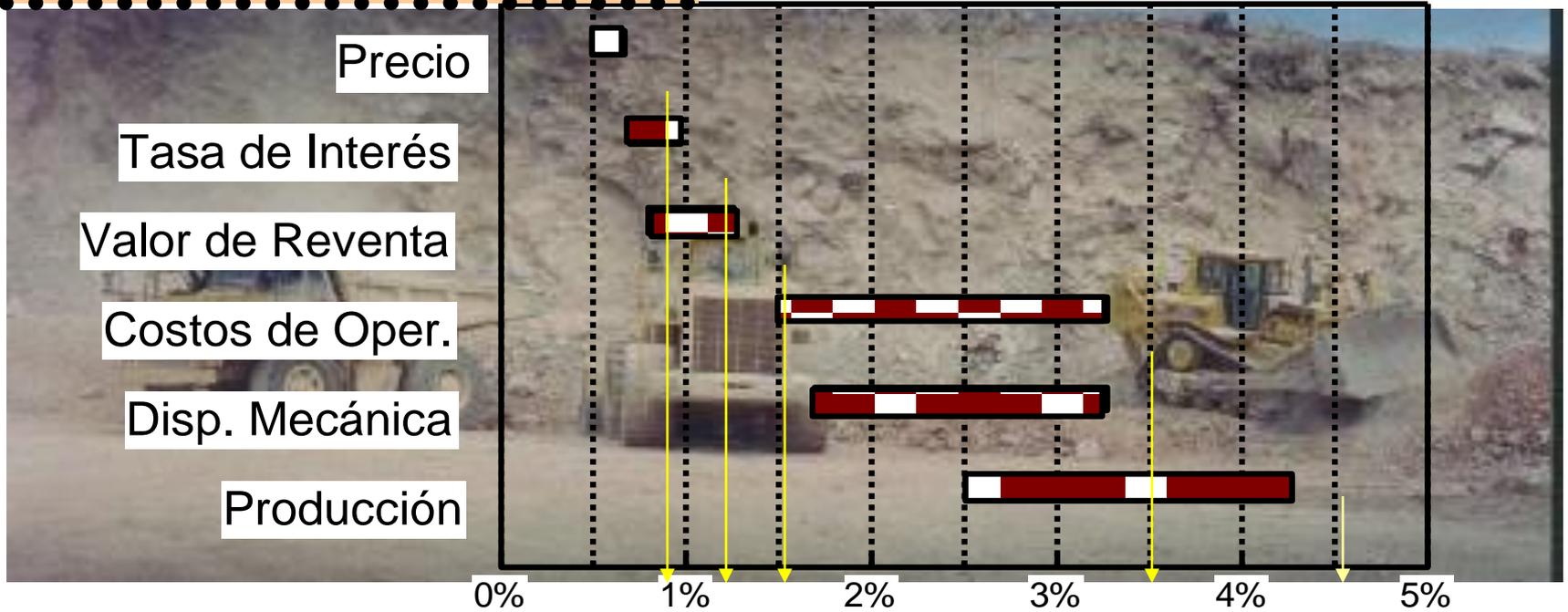
Operación (Variable)





Análisis de la Sensibilidad en la Utilidad de los Negocios de Movimiento de Tierras

Un Cambio de 1 % en :



Resulta en un Aumento de Rentabilidad de
Resulta en un aumento de la Utilidad en :

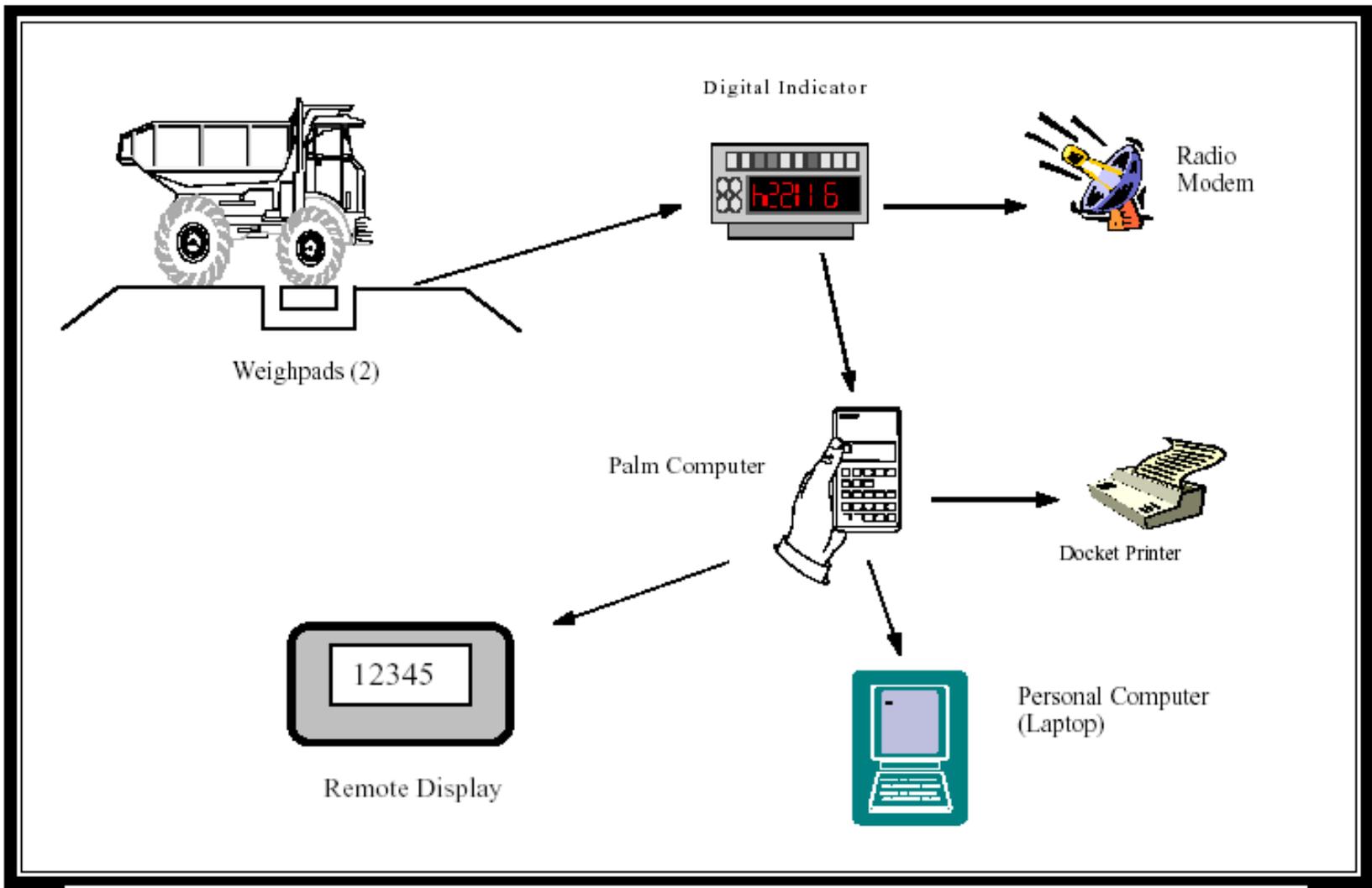


Ejemplo:

Costos de Posesión Y Operación.

HOURLY OWNING AND OPERATING COST ESTIMATE FOR:		DATE:			
Cat Wheel Loaders		last update	12-Jun-04 Jan. 00		
CONSTANTS:					
SIMPLE INTEREST RATE %	9.0	9.0	9.0		
INSURANCE RATE %	1.0	1.0	1.0		
PROPERTY TAX RATE %	1.0	1.0	1.0		
MACHINE DESIGNATION:		988F	990	992G	994
ESTIMATED OWNERSHIP PERIOD (YRS)	9	9	9	9	
SCHEDULED USAGE (HR/YR)	5,000	5,000	5,000	5,000	
MECHANICAL AVAILABILITY & UTILIZATION	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	
ACTUAL USAGE (HR/YR)	4,500	4,500	4,500	4,500	
OWNERSHIP USAGE (TOTAL HR)	40,500	40,500	40,500	40,500	
RESIDUAL VALUE %	15%	15%	15%	15%	
OWNING COST:					
Delivered Price, including attachments & tires (\$)	400,000	700,000	900,000	2,200,000	
Less tire or U/C replacement cost (\$)	0	0	0	0	
Delivered price less tires (\$)	400,000	700,000	900,000	2,200,000	
Less residual value at replacement (\$)	60,000	105,000	135,000	330,000	
Value to be recovered over ownership period (\$)	340,000	595,000	765,000	1,870,000	
Capital recovery (value/total hours) (\$/hr)	8.40	14.69	18.89	46.17	
Interest (cost of funds) (\$/hr)	4.44	7.78	10.00	24.44	
Insurance (\$/hr)	0.49	0.86	1.11	2.72	
Property tax (\$/hr)	0.49	0.86	1.11	2.72	
HOURLY OWNING COST (\$/HR)	13.83	24.20	31.11	76.05	
OPERATING COST:					
Fuel: consumption (gal/hr)	15.00	21.00	27.00	46.00	
unit price (\$/gal)	0.80	0.80	0.80	0.80	
cost (\$/hr)	12.00	16.80	21.60	36.80	
Lube, oils, filters, grease (\$/hr)	2.00	2.90	3.50	6.20	
Tires: replacement cost (\$)	15,000	28,000	40,000	140,000	
life (hr)	4,000	4,000	4,000	4,000	
cost (\$/hr)	3.75	7.00	10.00	35.00	
Repairs (\$/hr)	11.00	14.50	18.00	38.00	
Minor Repairs, Liners, GET (\$/hr)	5.00	10.00	15.00	20.00	
Operator Cost, including fringes (\$/hr)	25.00	25.00	25.00	25.00	
TOTAL HOURLY OPERATING COST (\$/HR)	58.75	76.20	93.10	161.00	
TOTAL OWNING & OPERATING COST (\$/HR)	72.58	100.40	124.21	237.05	





Resumen: Costos de Posesión y Operación

COSTOS

Eficiencia de la transmisión

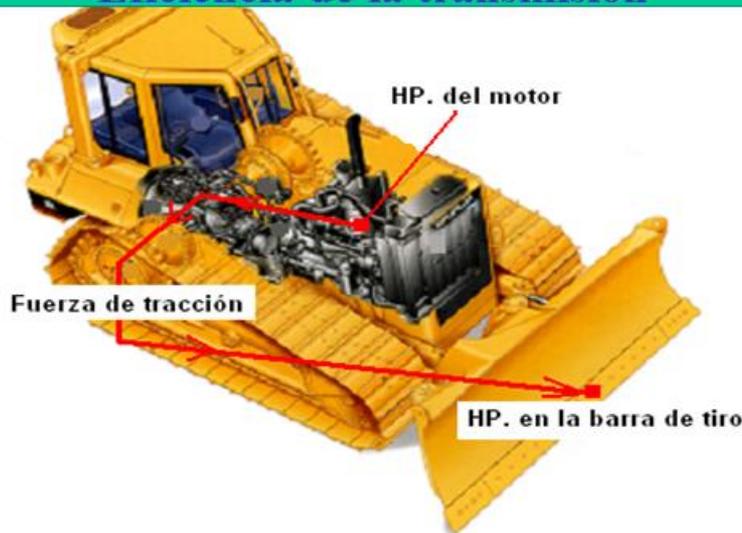
COSTOS DE POSESIÓN

DEPRECIACIÓN

INTERESES

SEGUROS

IMPUESTOS



COSTOS DE ADMINISTRACIÓN

OFICINA

PERSONAL

TIPO DE MANTENIMIENTO

EQUIPO DE TRANSPORTE

NEUMATICOS
CARRILES

SALARIO DEL OPERADOR

