



TEMA 7

Transporte o acarreo en camiones

Contenido

- Parámetros básicos de estimación de la producción
- Combinación pala-camión
- Estimación del ciclo de acarreo y producción
- Costos en la selección de equipos

Referencias recomendadas:

- ✓ Chacón (1991) “Técnicas de operaciones de minería de superficie”. Tomo 2
- ✓ SME (1992) “*Mining Engineering Handbook*” Tomos I y II
- ✓ SME (1990) “*Surface Mining*”
- ✓ Portal Minero (2006) “Manual General de Minería y Metalurgia”. Portal Minero Ediciones.
www.portalminero.com
- ✓ SOLANILLA, Jorge (2003) “Gerencia de equipos para obras civiles y minería”. Bhandar Editores. Colombia.
- ✓ DÍAZ DEL RÍO, Manuel (2007) “Manual de Maquinas de Construcción”. 2da edición. Mc Graw Hill. España.
- ✓ CATERPILLAR (2005) “Guía de referencia rápida para aplicaciones de máquinas de minería”.
- ✓ ITGE (1995) “Manual de Arranque, Carga y Transporte en minería a cielo abierto”. 2da edición
- ✓ <http://ingenieroenminas.com>
- ✓ Edumine (2007) “Gestión de vida útil de camiones”. Disponible en el portal www.infomine.com



CAMIONES

INTRODUCCIÓN

<http://gianluccaeminero.blogspot.com/>

Camiones (Chacón, 1991)

- Este tipo de equipo está montado sobre un chasis
- Posee sistema hidráulico de levantamiento de la caja o tolva
- Con descarga trasera en el tipo convencional



Camiones (Chacón, 1991)

Características y especificaciones importantes para su eficiencia y operación:

Tipo de motor y de frenos

Peso bruto del equipo

Capacidad, altura, longitud y ancho del camión

Altura a pleno volteo

Velocidad máxima cargado

Radio (círculo) de espacio libre para viraje



PARÁMETROS BÁSICOS EN LA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CAMIONES

http://www.libertaddigital.com/multimedia/galerias/grandes-camiones/FileTerexTitan.jpg.html#liebherr_t282_1.jpg

Producción con camiones

Factores que influyen en la producción con camiones

Capacidad del camión

- En m³ (metros cúbicos)
- En toneladas

Factor de esponjamiento

Factor de eficiencia del trabajo

- Fácil
- Promedio
- Moderado
- Difícil

Tiempo de ciclo del camión

- Resistencia a la rodadura
- Resistencia a la pendiente
- Tracción

Producción con camiones (Chacón, 1991)

Producción en banco (m³/hr)

Ct

Capacidad del
camión en m³

S

Factor de
esponjamiento
(consultar
tablas)

E

Factor de
eficiencia del
trabajo
(consultar
tablas)

Cm

Tiempo de
ciclo del
camión (min)

$$\text{Producción en banco (m}^3\text{/hr)} = (\text{Ct} * \text{S} * \text{E} * 60) / \text{Cm}$$

Producción con camiones (Solanilla, 2003)

**Q=Producción del camión por hora
(m³/hr)**

Qc

Producción por
ciclo en m³

N

Número de ciclos
por hora
(l/hr)

Ev

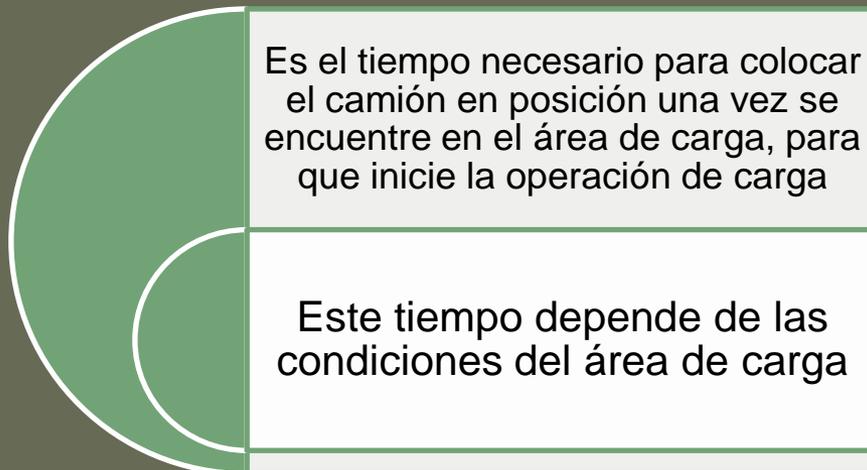
Factor de
eficiencia del
trabajo (consultar
tablas)

$$Q(\text{m}^3/\text{hr}) = Qc * N * Ev$$

Factores a considerar (Solanilla, 2003)

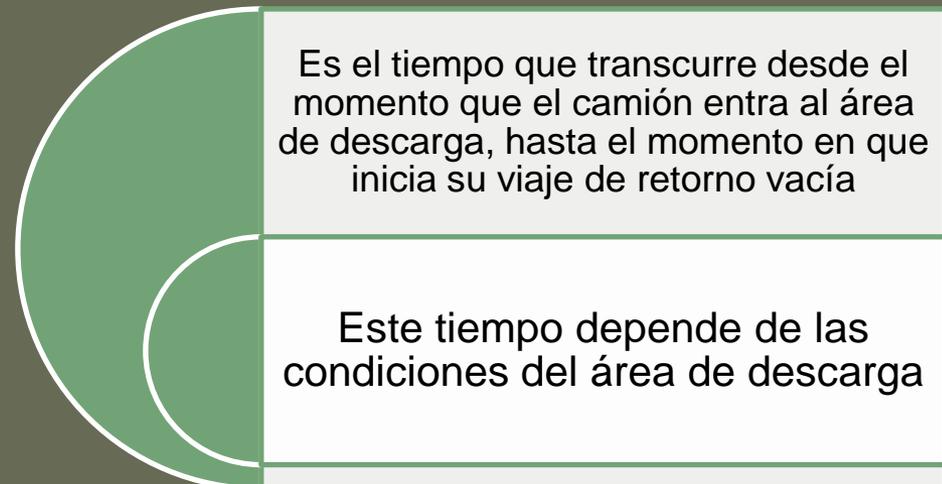
Tiempos de colocación e inicio de carga

Condiciones del área de descarga	Tiempo (min)
Favorable	0.1 a 0.2
Promedio	0.25 a 0.35
Desfavorable	0.4 a 0.5



Tiempo de descarga

Consideraciones del área de descarga	Tiempo (min)
Favorable	0.5 a 0.7
Promedio	1.0 a 1.3
Desfavorable	1.5 – 2.0



Factor de eficiencia (Solanilla, 2003)

Condiciones de operación	Eficiencia del trabajo
Buenas	0.83
Promedio	0.80
Moderadas	0.75
difíciles	0.70



En la aplicación de la fórmula de producción se puede aplicar el valor del factor de eficiencia del camión que se hayan utilizado para las otras máquinas

<http://www.viarural.com.ve/agroindustria/maquinaria-construccion/caterpillar/camiones-de-obras/793d.htm>

Factores a considerar (Chacón, 1991)

Tiempos de colocación para la carga

Consideraciones de funcionamiento	Unidad de descarga trasera	Unidad de descarga lateral
Favorable	0.15 min	0.15 min
Promedio	0.30 min	0.50 min
Desfavorable	0.50 min	1.00 min

Tiempo de viraje y descarga

Consideraciones de funcionamiento	Unidad de descarga trasera	Unidad de descarga lateral
Favorable	1.00 min	0.70 min
Promedio	1.20 min	1.00 min
Desfavorable	1.50 – 2.00 min	1.50 min





PALA-CAMIÓN COMBINACIÓN

<http://www.viarural.com.ve/agroindustria/maquinaria-construccion/komatsu/excavadoras/pc-5500-01.htm>

Número de camiones requeridos por pala (Solanilla, 2003)

Para que la producción sea lo más eficiente y económica posible se deben analizar dos aspectos en conjunto:

Calcular la producción por hora de un camión

Se determina cuántos camiones se necesitan para la producción requerida o programada (N_{vp})

$N_{vp} = \text{Producción horaria requerida} / \text{Producción horaria por volqueta}$

Después se realiza par tener una combinación lo más exacta entre los camiones y la máquina de carga, para lograr la máxima eficiencia de ambas máquinas, así:

$N_v = \text{Tiempo de ciclo del camión} / \text{Tiempo de carga}$

Al aplicar las dos fórmulas anteriores se pueden obtener los siguientes resultados:

$N_v = N_{vp}$; $N_v > N_{vp}$; $N_v < N_{vp}$

N_v es el número de camiones necesarios de acuerdo al ciclo de trabajo y a la máquina de carga; y N_{vp} es el número de camiones necesarias de acuerdo a la producción requerida

Número de camiones requeridos por pala (Chacón, 1991)

$$N = \left(\frac{60 * C_m * S}{n * t_s} \right) + (PE)$$

N

Número de camiones por pala

n

Número de pases de la pala para llenar el camión

t_s

Tiempo de ciclo de la pala, dragalina, cargador frontal, entre otros

PE

Porcentaje extra de camiones ($\cong 10\%$ de N)

S

Factor de esponjamiento

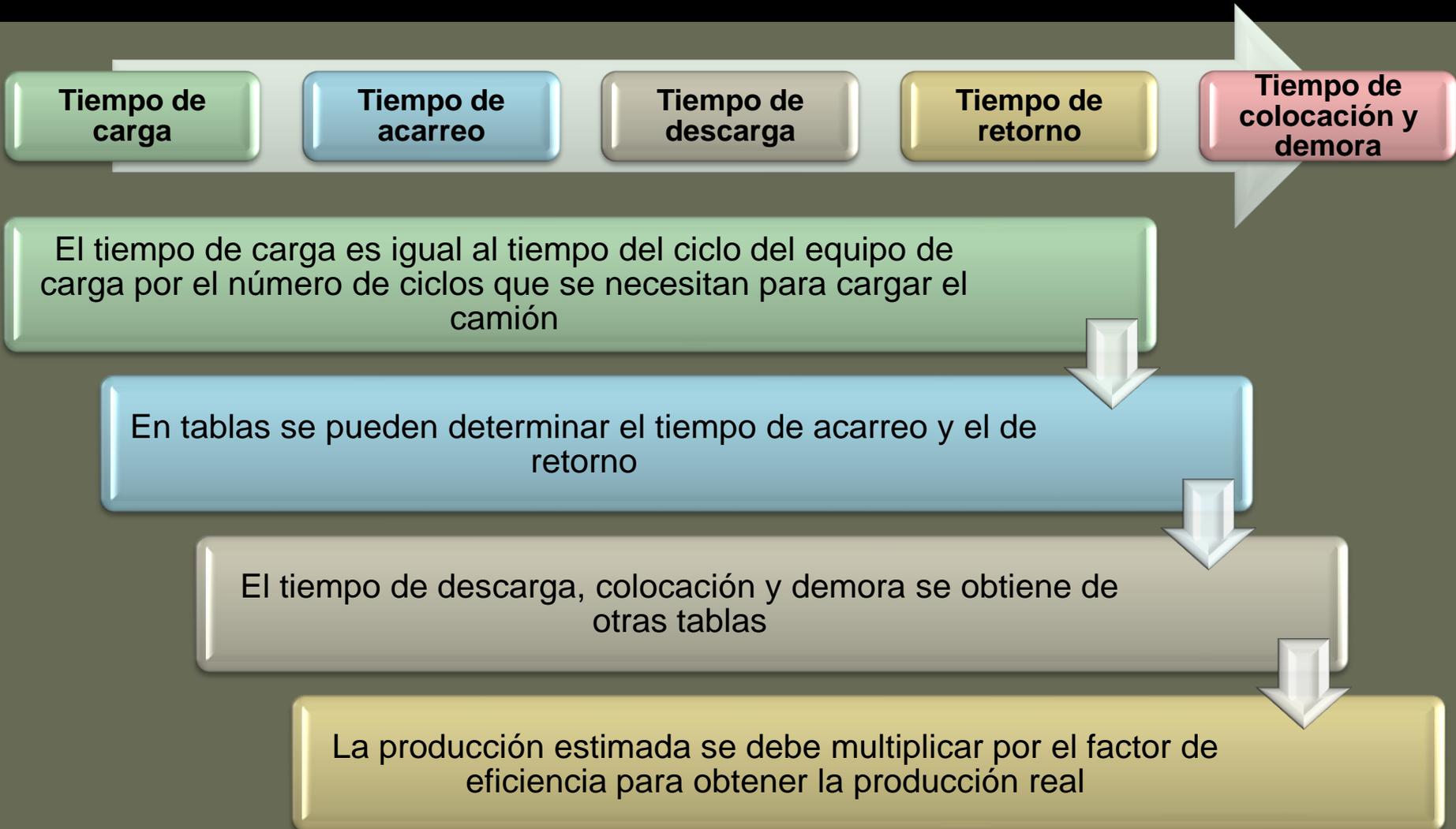
C_m

Tiempo de ciclo del camión



ESTIMACIÓN DEL CICLO DE ACARREO Y PRODUCCIÓN

Tiempo de ciclo de los camiones (Solanilla, 2003)



Costos de camiones (Chacón, 1991)

Costos de propiedad

- Precios
- Impuestos
- Depreciación

Costos de operación

- Combustible
- Lubricantes
- Cauchos y filtros
- Salarios y beneficios de los operadores

Costos de mantenimiento

- Repuestos y mano de obra
- Costo y almacén de componentes

Ampliar información con el material de “Gestión de vida útil de camiones”



Para el logro de los objetivos propuestos se requiere la realización de las siguientes

ACTIVIDADES

Asignación 7



Escoger para su proyecto la producción y el número de camiones, utilice los criterios vistos en clase

Calcule los costos de propiedad, operación y mantenimiento de un camión y de la flota completa