



INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

CURSO DE FORMACIÓN



Gestión de Flota Minera

Presentación



<https://forms.gle/g4dTwwtWAQLxDVkv9>

Sobre el docente



Mg. Ing. Deyvi López

<https://www.linkedin.com/in/deyvilopez/>

- Ingeniero mecánico, miembro del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP) y Profesional Certificado en Mantenimiento y Confiabilidad (CMRP).
- Presidente del Comité Técnico de Mantenimiento y Gestión de Activos.
- Auditor Interno en Sistemas de Gestión de Activos ISO 55001.
- Executive MBA y Magister en Dirección estratégica de operaciones e innovación, Universitat de Barcelona.
- Profesional con más de 12 años de experiencia gestión flotas vehiculares y equipos.
- Consultor Senior en Mantenimiento y Gestión de flotas.
- Docente en la Maestría de Gerencia de Mantenimiento en la Universidad Nacional del Callao.



OBJETIVOS DEL CURSO

1. Evaluar la productividad de la flota minera.
2. Proponer soluciones prácticas a problemas que ocasionan el bajo rendimiento de una flota minera.



Módulo 2

Producción de una flota minera



Objetivo del módulo

Calcular la producción horaria de equipos de mina.



Plan de clase

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| ✓ Presentación del tema | 5 minutos |
| ✓ Producción de excavadoras | 20 minutos |
| ✓ Test Nro. 08 | 15 minutos |
| ✓ Cálculos de producción | 20 minutos |
| ✓ Producción de palas | 20 minutos |
| ✓ Test Nro. 09 | 15 minutos |
| ✓ Cálculos de producción | 20 minutos |
| ✓ Cierre y conclusiones | 5 minutos |

Clasificación de la excavadora por su peso

Las excavadoras son máquinas de construcción que se utilizan para excavar, mover y cargar materiales. Se pueden clasificar por peso, tipo de tren de rodaje, tipo de implemento y aplicación.

Miniexcavadoras

- Pesan menos de 5 toneladas métricas y se utilizan para trabajos pequeños en espacios reducidos.

Excavadoras compactas

- Pesan entre 5 y 10 toneladas métricas y se utilizan para trabajos de tamaño mediano, como paisajismo y excavación de zanjas.

Excavadoras estándar

- Pesan entre 10 y 45 toneladas métricas y se utilizan para una variedad de trabajos, como construcción de carreteras y excavación de cimientos.

Excavadoras grandes

- Pesan más de 45 toneladas métricas y se utilizan para grandes proyectos, como minería y demolición.

Clasificación de la excavadora por su tren de rodaje

Excavadoras de orugas

- Tienen orugas que les dan una buena tracción y estabilidad en terrenos difíciles.

Excavadoras de ruedas

- Tienen ruedas que les permiten moverse rápidamente por carreteras y superficies duras.

Komatsu PC8000-11

La excavadora sobre orugas más grande del mundo es la **Komatsu PC8000-11**. Es una excavadora hidráulica con un peso operativo de 974 toneladas métricas y una capacidad de cucharón de 45 metros cúbicos. La PC8000-11 fue fabricada por Komatsu en Japón y se introdujo por primera vez en 2011.

La PC8000-11 se utiliza principalmente en la minería a cielo abierto para excavar carbón, mineral de hierro y otros materiales. También se puede utilizar para proyectos de construcción a gran escala, como la construcción de represas y canales.

La PC8000-11 está propulsada por dos motores diésel Cummins QSK60 que generan 3.750 caballos de fuerza cada uno. Tiene una velocidad máxima de 2,5 kilómetros por hora y puede excavar hasta una profundidad de 70 metros.

Komatsu PC8000-11

Aquí hay algunas de las características de la excavadora Komatsu PC8000-11:

- Peso operativo: 974 toneladas métricas
- Capacidad del cucharón: 45 metros cúbicos
- Motor: Cummins QSK60
- Potencia: 3.750 caballos de fuerza
- Velocidad máxima: 2,5 kilómetros por hora
- Profundidad máxima de excavación: 70 metros

Komatsu PC8000-6

Las excavadoras **PC8000-6 y PC8000-11** de Komatsu son excavadoras hidráulicas de gran tamaño que se utilizan principalmente en la minería a cielo abierto.

Las principales diferencias entre ambas son:

Motor

- **PC8000-6:** Motor diésel Komatsu SDA16V160E-2 de 2.400 caballos de fuerza.
- **PC8000-11:** Dos motores diésel Cummins QSK60 de 3.750 caballos de fuerza cada uno (total 7.500 caballos de fuerza).

Peso operativo

- **PC8000-6:** 877 toneladas métricas.
- **PC8000-11:** 974 toneladas métricas.

Komatsu PC8000-6

Capacidad del cucharón

- **PC8000-6:** 42 metros cúbicos.
- **PC8000-11:** 45 metros cúbicos.

Profundidad máxima de excavación

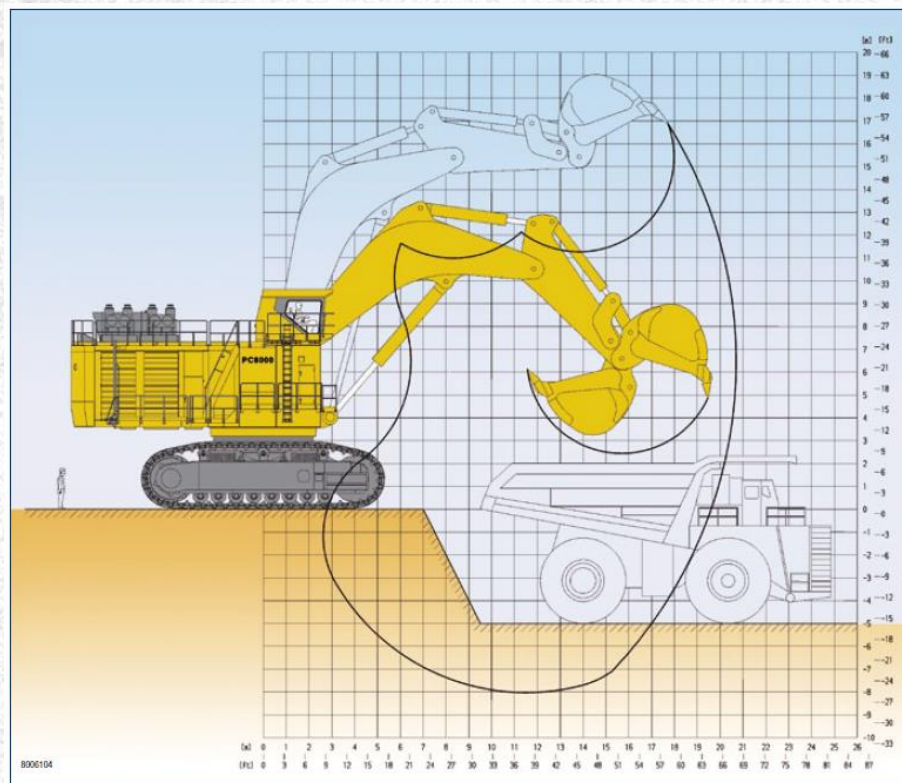
- **PC8000-6:** 33 metros.
- **PC8000-11:** 70 metros.

En resumen:

- La PC8000-11 es una excavadora más potente, con mayor capacidad de excavación y mayor profundidad de excavación que la PC8000-6.
- La PC8000-11 tiene un sistema de control de excavación más avanzado y un sistema de reducción de emisiones más eficiente que la PC8000-6.
- La PC8000-11 es más cara que la PC8000-6.

Komatsu PC8000-6

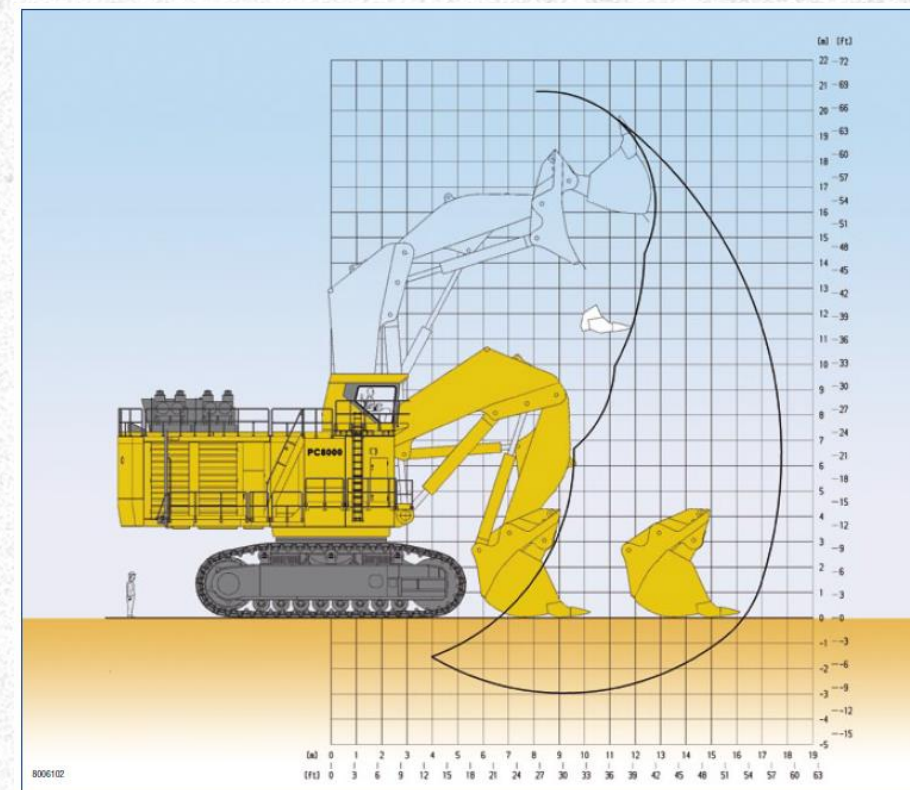
Configuración de excavadora



Largo de pluma	11.500 mm	37'9"
Largo de brazo	5.500 mm	27'7"
Fuerza de arranque (SAE)	2.000 kN	449,500 lb
Fuerza de desgarre (SAE)	1.800 kN	404,600 lb

Altura máxima de excavación	16.900 mm	55'5"
Altura máxima de descarga	11.200 mm	36'9"
Profundidad máx. de excavación	8.000 mm	26'3"
Alcance máx. de excavación	20.700 mm	67'11"
Alcance máx. de excavación al nivel del suelo	19.600 mm	64'4"

Configuración de pala



Largo de pluma	8.150 mm	26'9"
Largo de brazo	5.750 mm	18'9"
Fuerza de arranque (SAE)	2.320 kN	521,500 lb
Fuerza de empuje (SAE)	2.320 kN	521,500 lb

Altura máxima de corte	20.900 mm	68'7"
Altura máxima de descarga	13.900 mm	45'7"
Profundidad máx. de excavación	3.000 mm	9'10"
Alcance máx. de excavación	17.800 mm	58'5"
Distancia de empuje a nivel del suelo	5.900 mm	19'4"
Ancho de apertura de balde	3.200 mm	10'6"

Producción de una excavadora

El cálculo de la producción de una pala eléctrica se puede realizar mediante la siguiente fórmula:

$$Q = q * d * f * h * E * (60/t)$$

Donde

Q : Producción horaria (ton/h)

q : Capacidad del cucharón (m³)

d : Densidad (ton/m³)

f : Factor de llenado (%)

h : Factor de altura (%)

t : Duración del ciclo (minutos)

E : Eficiencia (%)

Factor de llenado

Material	Factor de llenado
Arcilla arenosa	100 – 110%
Arena y grava	95 – 110%
Arcilla dura y compacta	80 – 90%
Roca bien fragmentada por voladura	60 – 75%
Roca mal fragmentada por voladura	40 – 50%

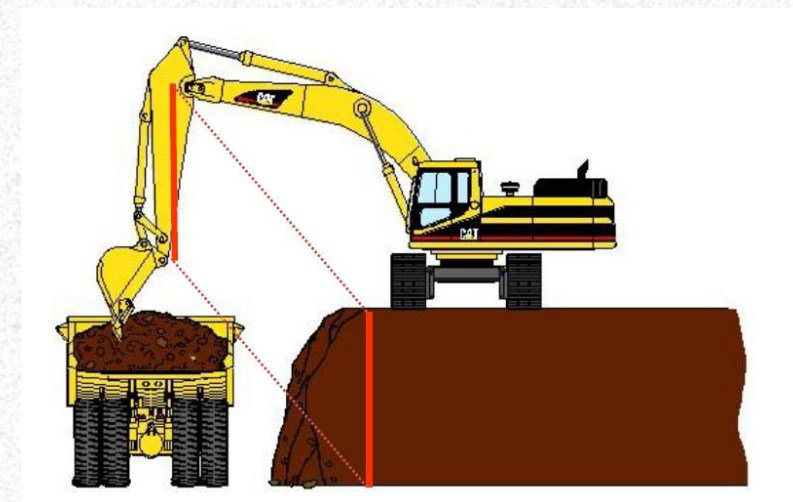
Factor de altura

$$\text{Profundidad óptima} = \frac{h_t}{h_0}$$

Donde:

- h_t : Altura de trabajo
- h_0 : Altura óptima de trabajo (30% – 50% de la altura máxima de excavación)

Profundidad óptima	Angulo de giro						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
40%	0.93	0.89	0.85	0.80	0.72	0.65	0.59
60%	1.10	1.03	0.96	0.91	0.81	0.73	0.66
80%	1.22	1.12	1.04	0.98	0.86	0.77	0.69
100%	1.26	1.16	1.07	1.00	0.88	0.79	0.71
120%	1.20	1.11	1.03	0.97	0.86	0.77	0.70
140%	1.12	1.04	0.97	0.91	0.81	0.73	0.66
160%	1.03	0.96	0.90	0.85	0.75	0.62	0.66



Duración del ciclo

Es el tiempo que tarda la excavadora en completar un ciclo de trabajo completo. Este ciclo incluye las siguientes fases:

- Excavación
- Elevación
- Giro
- Descarga
- Retorno a la posición inicial



Duración del ciclo



[Video YouTube](#)

Duración del ciclo



[Video YouTube](#)

Discovery Max



[Video YouTube](#)

TEST N° 08



<https://forms.gle/mA5rvtPCD9cjrWHy6>

Clasificación de la pala por su método de operación

Las palas se pueden clasificar de varias maneras, dependiendo de su uso, diseño y método de operación.

Palas de cable

- Se operan mediante un sistema de cables y poleas.

Palas hidráulicas

- Se operan mediante un sistema hidráulico. Son las palas más comunes en la actualidad.

Clasificación de la pala por su método de operación



P&H 4100XPC AC-90
Altura máxima 21 m



Komatsu PC8000-6
Altura máxima 19 m

Clasificación de la pala por su método de operación



P&H 4100XPC

La pala eléctrica más grande del mundo es la P&H 4100XPC AC, fabricada por Joy Global Inc. (ahora Komatsu Mining Corp.) en 2004. Tiene una capacidad nominal de carga útil de 120 toneladas cortas (108,9 toneladas métricas) y una capacidad de cucharón de 52,8 a 61,2 metros cúbicos (69 a 82 yardas cúbicas).

Aquí hay algunas de las características de la pala eléctrica P&H 4100XPC AC

- Capacidad nominal de carga útil: 120 toneladas cortas (108,9 toneladas métricas)
- Capacidad del cucharón: 52,8 a 61,2 metros cúbicos (69 a 82 yardas cúbicas)
- Altura: 94 metros (308 pies)
- Longitud: 85 metros (279 pies)
- Ancho: 46 metros (151 pies)
- Peso: 9.979 toneladas métricas (11.000 toneladas cortas)
- Potencia del motor: 24.000 caballos de fuerza

P&H 4100XPC

La P&H 4100XPC AC se utiliza principalmente en la minería a cielo abierto para excavar carbón, mineral de hierro y otros materiales. Se puede utilizar para cargar camiones de transporte de hasta 360 toneladas de capacidad.



Producción de una pala

El cálculo de la producción de una pala eléctrica se puede realizar mediante la siguiente fórmula:

$$Q = q * d * f * g * c * E * (60/t)$$

Donde

- Q : Producción horaria (ton/h)
- q : Capacidad del cucharón (m³)
- d : Densidad (ton/m³)
- f : Factor de llenado (%)
- g : Factor de giro (%)
- c : Factor de corte (%)
- t : Duración del ciclo (minutos)
- E : Eficiencia

Factor de llenado

Condiciones de excavación		Pala eléctrica	Pala hidráulica
Fácil	Material en pila o material chancado por otras excavadoras como arena, suelos arenosos o contenido moderado por humedad, arcilla arenosa	1.05 – 1.20	0.95 – 1.05
Medio	Material en pila o materiales dificultosos de penetrar y cargar pero que pueden llegar a colmar el cucharón. Arena seca, suelos arenosos, suelos barrosos o arcillosos, grava, arena dura, materiales de banco. Caliza quebrada.	1.00 – 1.15	0.90 – 1.00
Difícil	Roca fina chancada, arcilla dura, arena gravosa, suelo arenoso. Suelos pegajosos con alta humedad apilados por excavadoras o materiales que dificultan llenar el cucharón.	0.90 – 1.00	0.85 – 0.95
Muy difícil	Rocas de formas irregulares. Rocas de rodado, suelos arenosos, arcilla. Materiales que no pueden ser llevados dentro del cucharón.	0.85 – 0.95	0.80 – 0.90

Factor de giro

Ángulo de giro	Factor de giro
45°	1.26
60°	1.16
75°	1.07
90°	1.00
120°	0.88
150°	0.79
180°	0.71



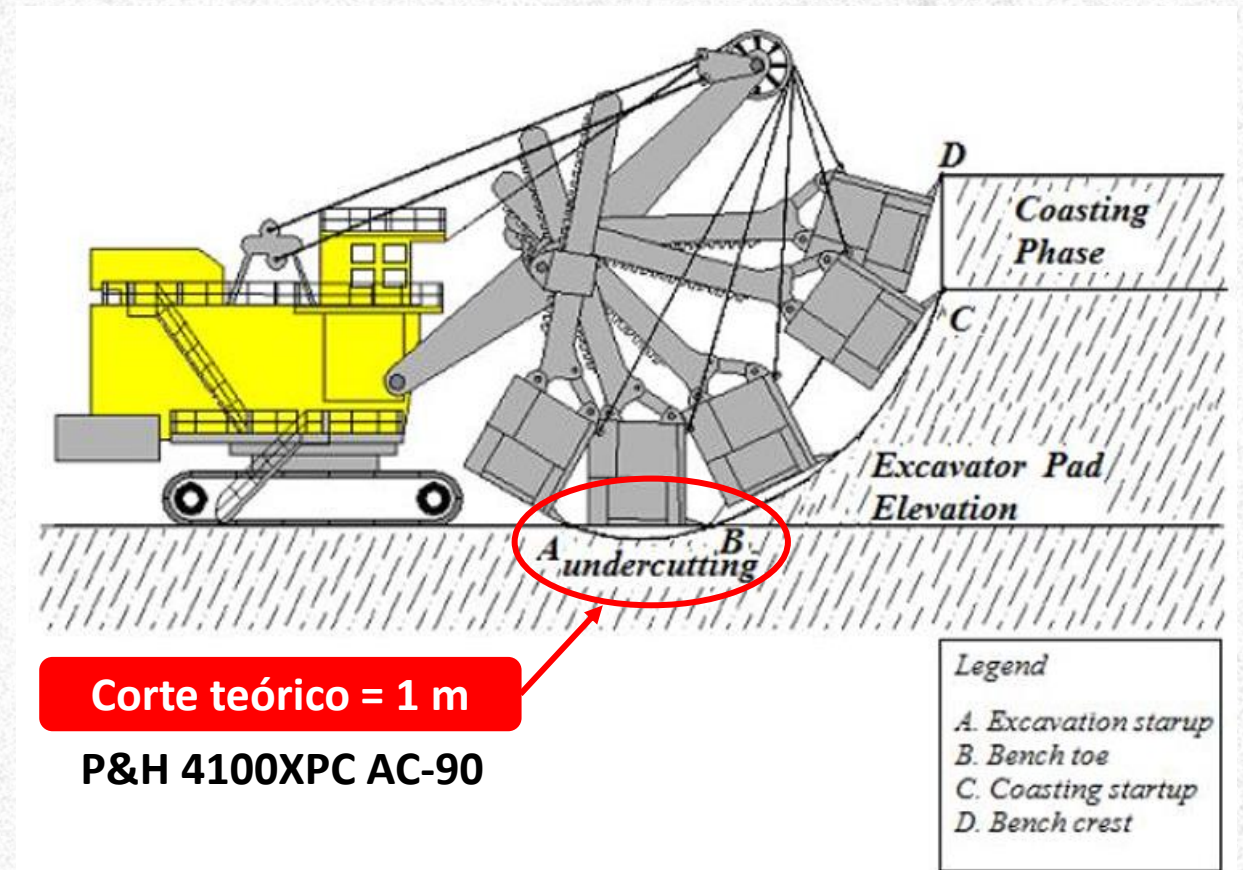
Factor de corte

$$\% \text{ Corte} = \frac{h_r}{h_c}$$

Donde:

- h_r : Altura real (m)
- h_c : Altura de corte teórica (m)

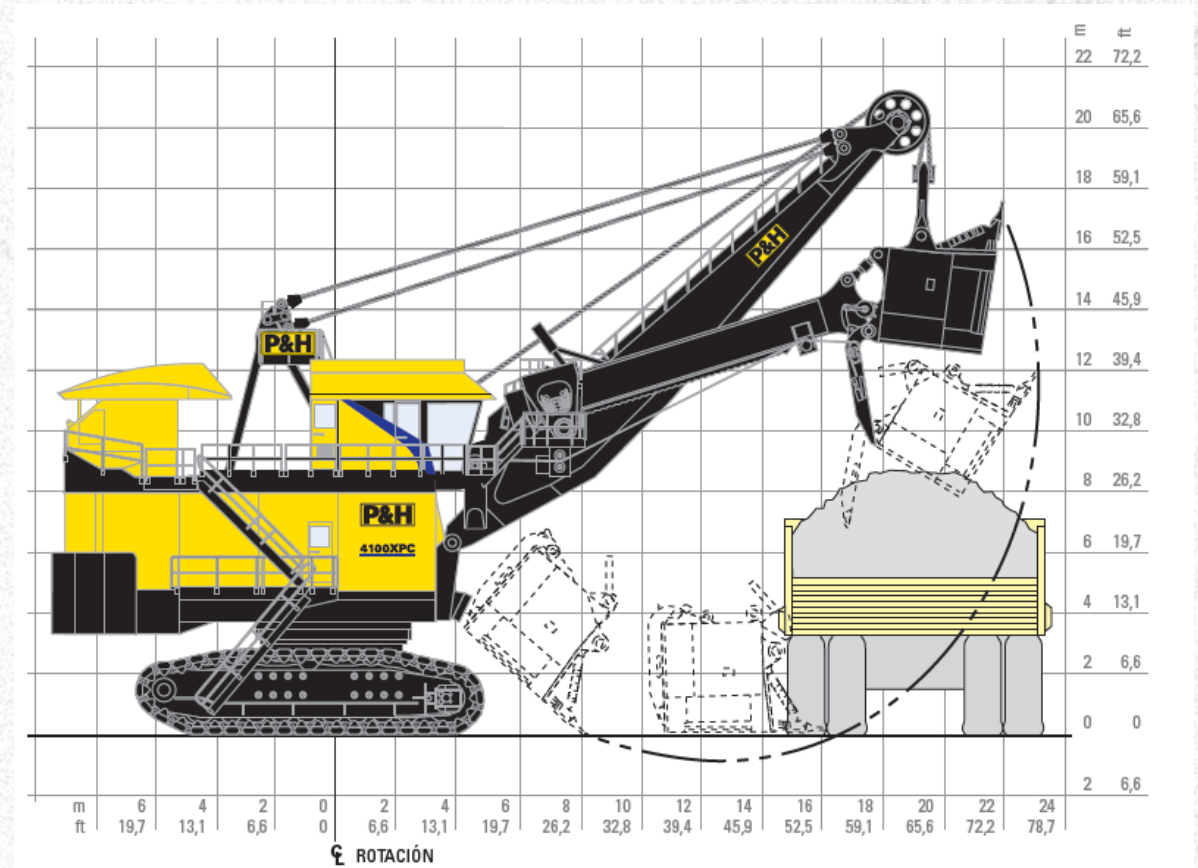
Porcentaje de corte	Factor de corte
40%	0.80
60%	0.91
80%	0.98
100%	1.00
120%	0.97
140%	0.91
160%	0.85



Duración del ciclo

El ciclo de trabajo promedio puede tomar de 25 a 45 segundos dependiendo de la máquina, tipo de material, ángulo de giro, condiciones de banco y habilidad del operador. El ciclo de trabajo de una pala consta de 4 fases:

- Carga
- Giro hacia el camión
- Descarga
- Retorno al material del banco



Duración del ciclo



[Video YouTube](#)

TEST N° 09



<https://forms.gle/aWgUEbqQkTCmMuTs5>



INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

