



CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

Universidad Politécnica de Madrid

SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE MAQUINARIA EN MINERÍA

Jorge Castilla Gómez - Juan Herrera Herbert

Department of Mining and Underground Excavations.
Madrid School of Mines
Technical University of Madrid





ÍNDICE

- Introducción
- Maquinaria – Método
- Maquinaria para Minería a Cielo Abierto
 - Equipos de Arranque
 - Equipos de Carga
 - Equipos de Transporte
 - Equipos Auxiliares
- Maquinaria para Minería de Interior
 - Equipos de Arranque
 - Equipos de Carga
 - Equipos de Transporte
 - Equipos Auxiliares



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



Introducción

TRACK-TYPE TRACTORS

Flywheel power 52 to 634 kW (70 to 850 hp)

***Waste Handling Arrangements (WHA)**
available for sanitary landfill applications



D3G XL
D3G LGP



D4G XL
D4G LGP



D5G XL
D5G LGP



D5N XL
D5N LGP



D6N XL
D6N LGP



D6G



D6R Series II*
D6R XL Series II*
D6R XW Series II*
D6R LGP Series II*



D7G



D7R Series II*
D7R XR Series II*
D7R LGP Series II*



D8R
D8T*
D8R LGP
D8T LGP



D9R
D9T*



D10T*



D11R
D11R CD



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



Introducción

HYDRAULIC EXCAVATORS

Operating Weight 1650 to 316 600 kg (3640 to 698,000 lb)

Track Models



301.5
301.6
301.8



302.5



301.5 CR
303 CR/SR
304 CR
305 CR/SR



307C
307C SB



308C CR/SR



311C U



312C
312C L



313C CR
313C SR



314C CR
314C LCR



315C
315C L



318C
318C L



318C LN
318C N



320C
320C U

320C L
320C LU

320C LN
320C S



321C LCR



322C
322C L
322C LN



325C
325C L
325C LN



330C
330C L
330C LN



345B Series II
345B L Series II – FIX
345B L Series II – VG
345B L Series II – WVW



365B L Series II



385B 385B L



5110B ME 5110B L



5130B ME



5230B ME

Introducción

CONSTRUCTION & MINING TRUCKS/TRACTORS

Construction & Mining Trucks

Capacity 37 to 326 metric ton — 41 to 359 U.S. tons



769D
771D



773E
775E



777D



785C



789C



793C



797B

Construction & Mining Tractors

Flywheel power 699 to 962 kW (938 to 1290 hp)

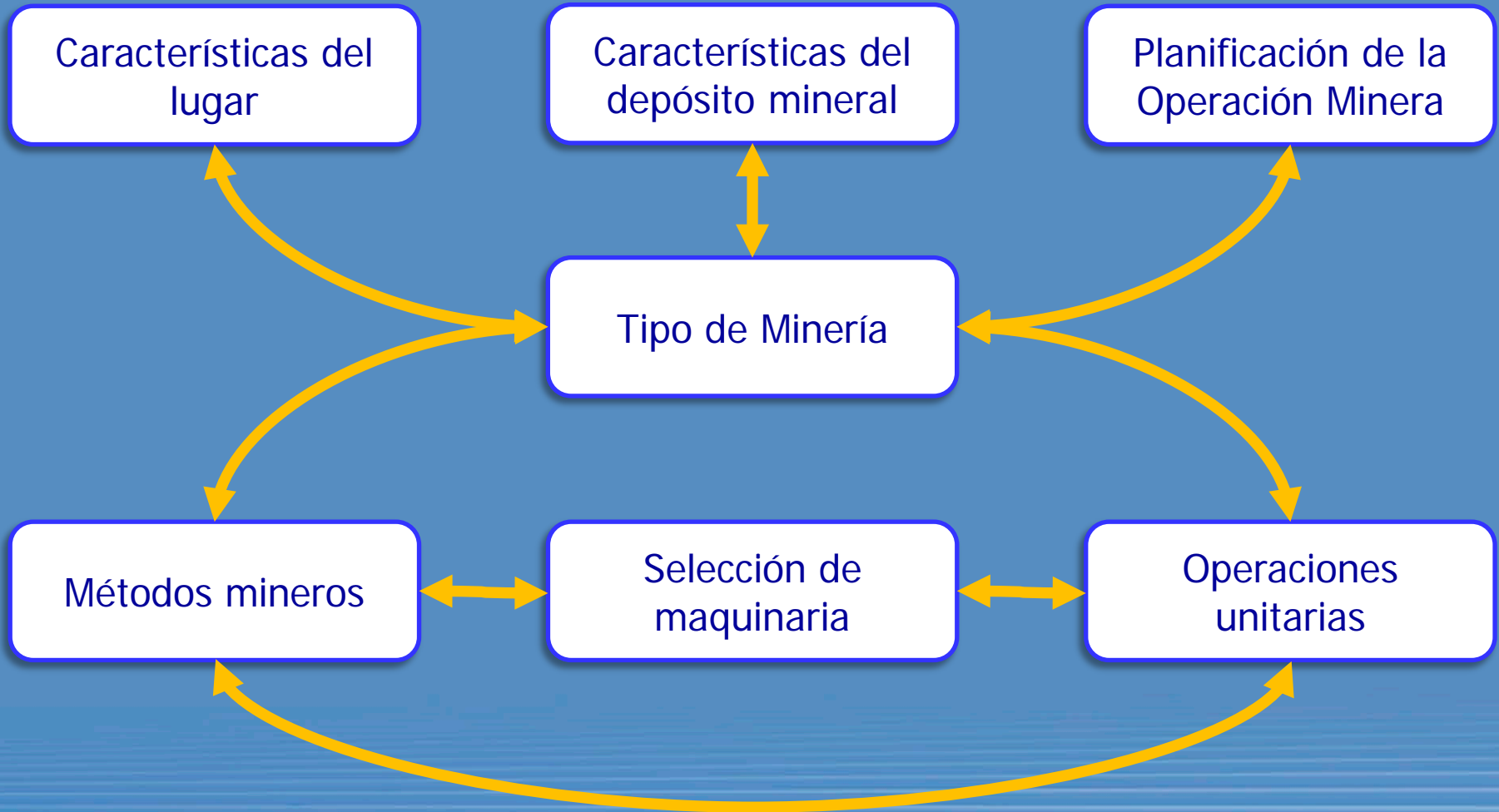


776D



784C

Introducción



Introducción

■ Características del lugar

- Altitud
- Rango de temperaturas
- Lluvias
- Tipo de terreno
- Disponibilidad de energía
- Accesibilidad del lugar
- Disponibilidad de mano de obra local especializada
- Disponibilidad de servicio técnico por parte de los proveedores

Introducción

- **Características del depósito mineral**
 - Recubrimiento
 - Profundidad
 - Naturaleza y grado de consolidación
 - Características geotécnicas
 - Mineral/Mena
 - Espesor
 - Inclinación
 - Propiedades físicas
 - Continuidad de la mineralización
 - Hidrología
 - Propiedades del material
 - Abrasividad
 - Densidad
 - Factor de Esponjamiento

Introducción

- **Planificación de la Operación Minera**
 - Extensión de la explotación
 - Ratios de producción.
 - Leyes de mineral
 - Vida de la mina.
 - Requerimientos de la restauración
 - Requerimientos económicos
 - Recuperación de la inversión
 - Amortización
 - Flujo de caja
 - ...
- **Tipo de Minería**
 - Cielo abierto o interior
 - Minería de transferencia
 - Corta...



Introducción

- **Métodos mineros**
 - Perforación y Voladura
 - Ripado. Sistemas continuos
 - Ripado. Sistemas discontinuos
 - Transporte continuo
 - Transporte discontinuo...
- **Operaciones unitarias**
 - Desbroce y retirada de recubrimiento
 - Preparaciones de banco
 - Excavación
 - Perforación
 - Voladura
 - Carga
 - Transporte de mineral y estéril
 - Restauración...

Introducción

- **Otros criterios para la Selección de maquinaria**
 - Valor y tamaño del cuerpo mineral
 - Método de explotación
 - Plantas para el tratamiento de los minerales.
 - Pendiente de los caminos de transporte.
 - Flexibilidad del equipo.
 - Personal.
 - Repuestos y servicios postventa.



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



MÁQUINA-MÉTODO

Minería a Cielo Abierto

■ Ventajas

- Alta productividad, bajos costos
- Producción temprana
- Flexibilidad
- Grandes equipos
- Costos de arranque bajos
- Buena recuperación
- Seguridad y salud

■ Inconvenientes

- Limitaciones en la profundidad
- Ratio de desmonte limitado
- Alta inversión de capital
- Costes de restauración
- Impacto del clima en las operaciones
- Vertederos
- Estabilidad de taludes



Minería de Interior

■ Ventajas

- Producción de estéril limitada
- Menor riesgo medioambiental
- Costes de restauración limitados

■ Inconvenientes

- Periodo previo a la producción prolongado
- Necesita control de ventilación y estabilidad
- Trabajo en espacios confinados
- Seguridad en las operaciones
- Mayor consumo de energía por tonelada producida
- Alta utilización de explosivos
- Dificultad para controlar grado y dilución
- Menor ritmo de producción



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



MAQUINARIA PARA MINERÍA A CIELO ABIERTO



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



Minería a Cielo Abierto



Minería a Cielo Abierto

■ Clasificación de los Tipos de Maquinaria

ARRANQUE

- PERFORADORA (PyV)
- EXCAVADORAS (Hidráulica y cables)
- TRACTOR DE ORUGAS (Bulldozer)
- MOTOTRAILLA

CARGA

- EXCAVADORAS (Hidráulica y cables)
- DRAGALINA
- MOTOTRAILLA

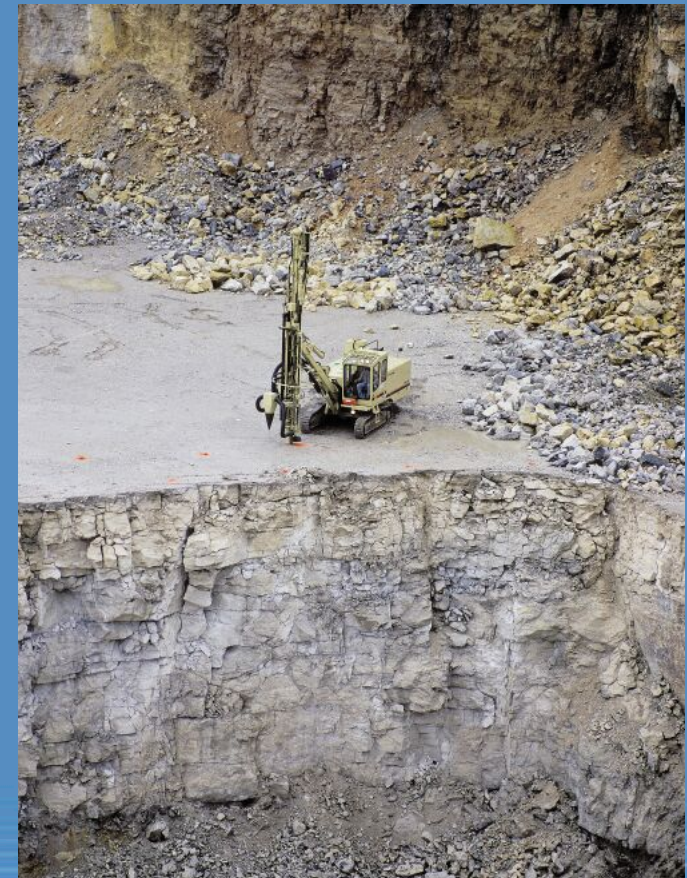
TRANSPORTE

- VOLQUETE
- MOTOTRAILLA

Minería a Cielo Abierto

■ Selección de equipos de perforación

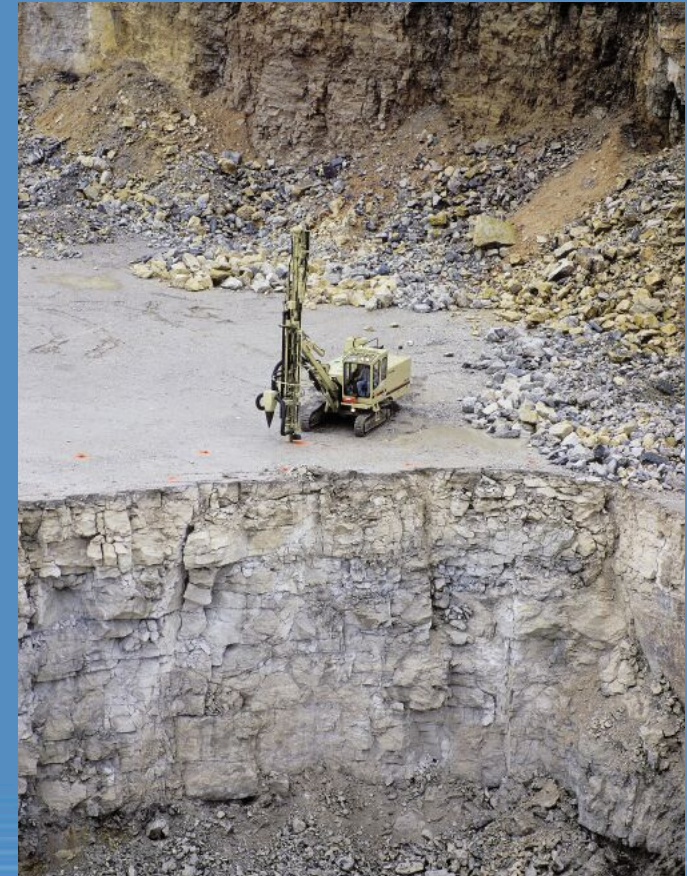
- Localización geográfica.
- Condiciones climáticas imperantes en la zona.
- Escala de las operaciones.
- Disponibilidad de agua, mano de obra y energía.
- Geología del depósito
- Propiedades físicas del mineral y roca encajante.
- Condiciones de operación del equipo de perforación.
- Capacidad de los equipos de carga y transporte.



Minería a Cielo Abierto

■ Selección de equipos de perforación

- Altura de bancos, espaciado de los barrenos.
- Tamaño de fragmentación y proyección de rocas durante las voladuras.
- Capacidad y tamaño de alimentación de la trituradora primaria.
- Disponibilidad de explosivos.
- Parámetros de funcionamiento de los equipos y costes de operación (bocas, barras, energía y amortización de los equipos)
- Costes de mantenimiento (repuestos, mano de obra en mantenimiento, disponibilidad de equipo, etc.).
- Supervisión de la operación y del mantenimiento.



Minería a Cielo Abierto

- Selección de equipos de perforación



Minería a Cielo Abierto

- Selección de equipos de perforación



Minería a Cielo Abierto

- Selección de equipos de perforación



Minería a Cielo Abierto

- Selección de equipos de perforación



Minería a Cielo Abierto

- Selección de equipos de perforación



Minería a Cielo Abierto

- Selección de equipos de perforación



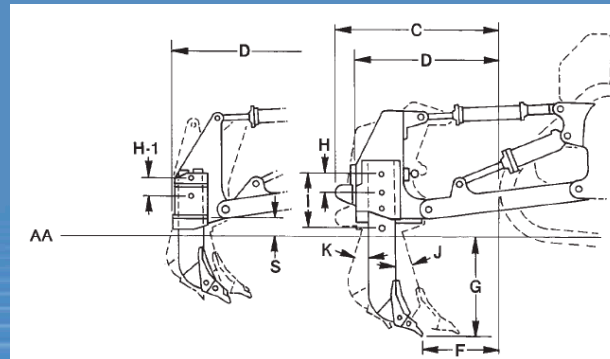
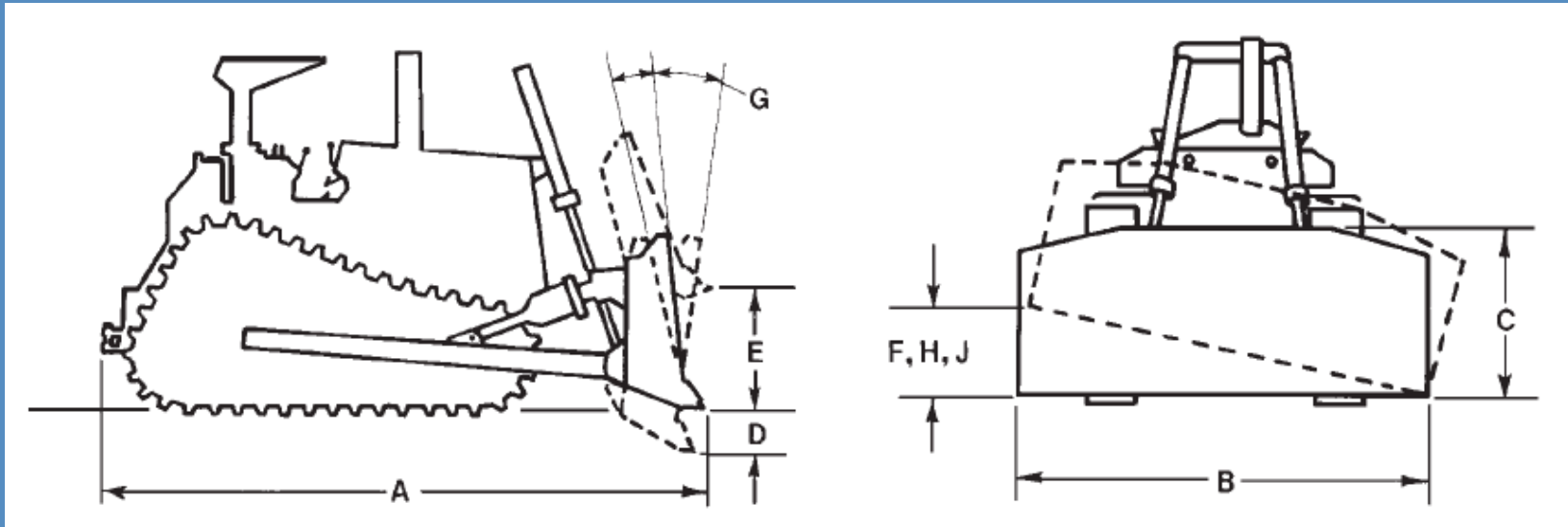
Minería a Cielo Abierto

- Tractor de cadenas ("Bulldozer")



Minería a Cielo Abierto

■ Tractor de cadenas ("Bulldozer")



Minería a Cielo Abierto

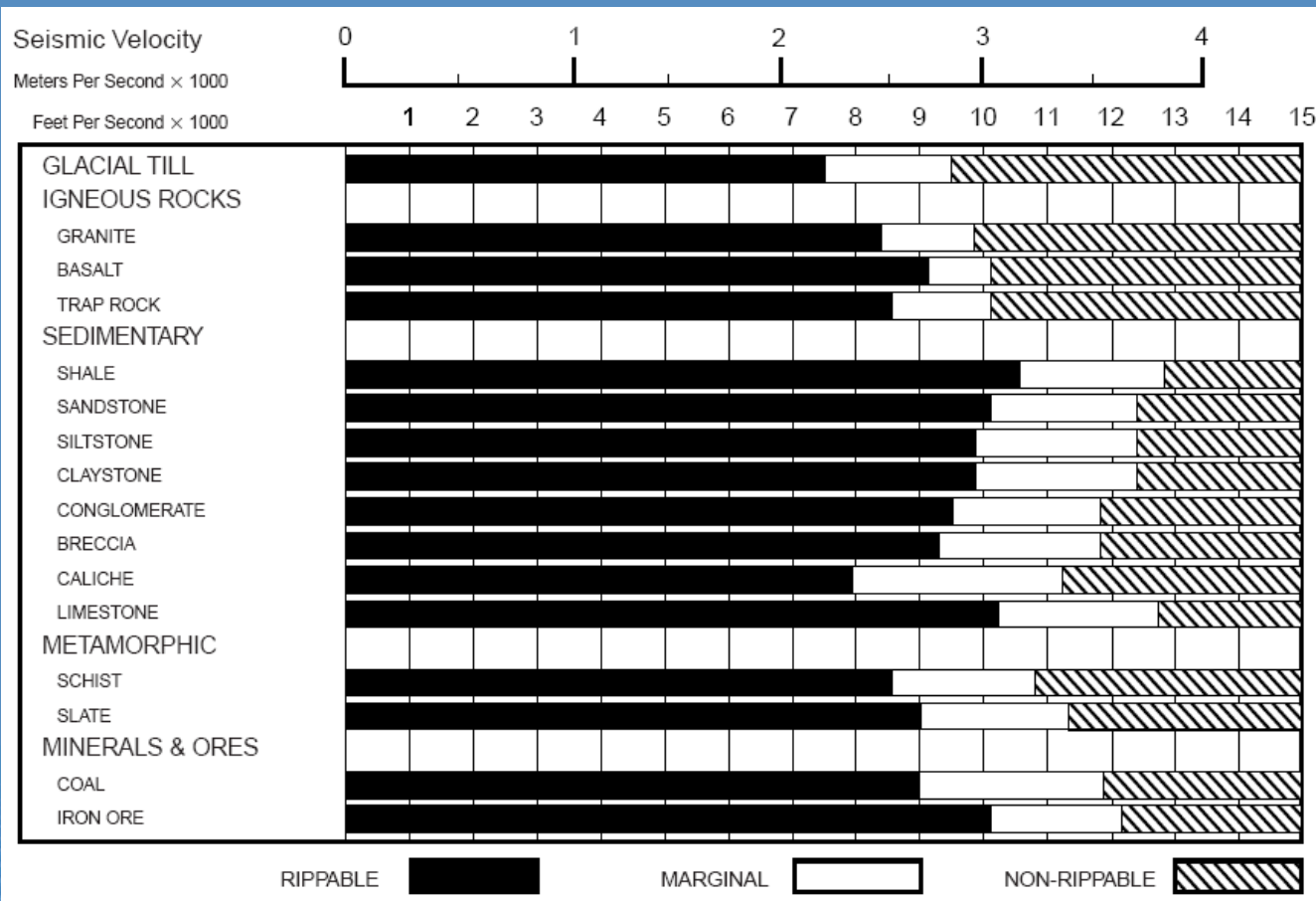
■ Tractor de cadenas ("Bulldozer")



Model	Operating Weight
» D8T	38488 kg
» D8T (Tier 4 Interim/Stage IIIB)	39795 kg
» D9T	50098 kg
» D10T	66451 kg
» D11T/D11T CD (Tier 4 Final)	104257 kg
» <u>D11T/D11T CD (Tier 2 Equivalent)</u>	104257 kg

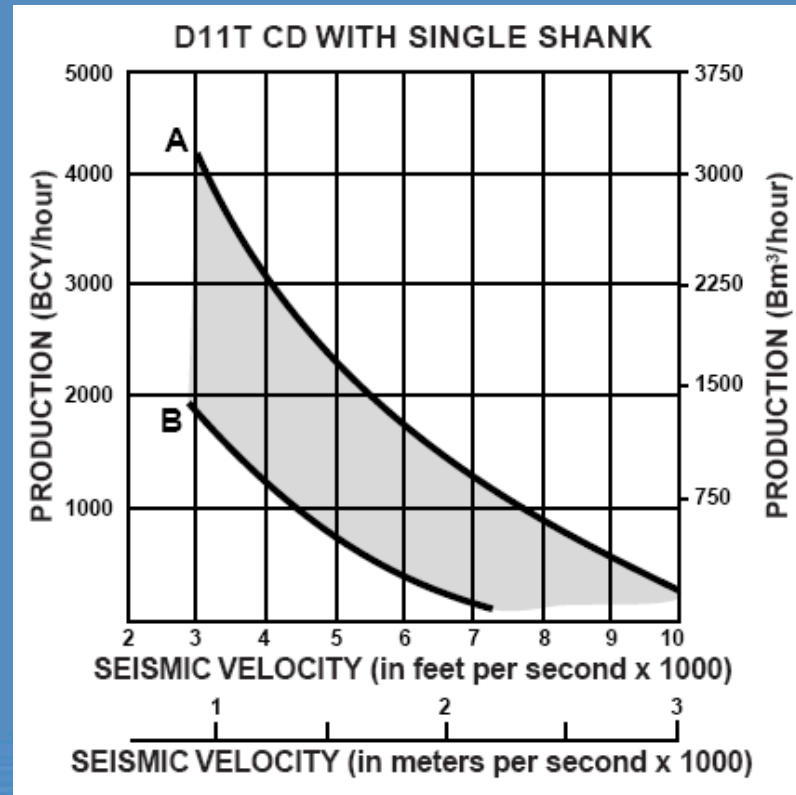
Minería a Cielo Abierto

■ Tractor de cadenas ("Bulldozer")



Minería a Cielo Abierto

■ Tractor de cadenas ("Bulldozer")





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



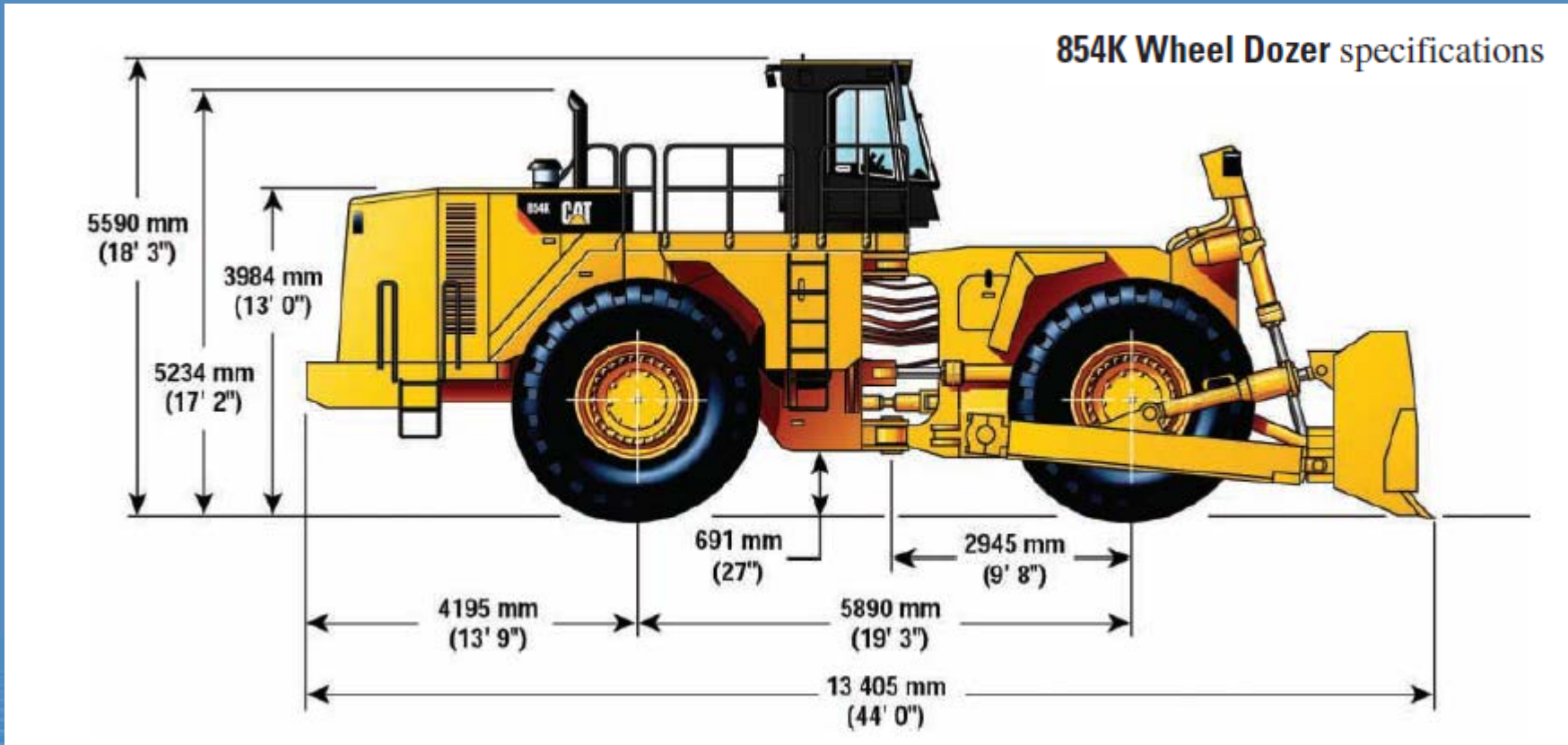
Minería a Cielo Abierto

■ Tractor de ruedas



Minería a Cielo Abierto

■ Tractor de ruedas



Minería a Cielo Abierto

- **Selección de equipos de carga**
 - **Objetivo:** Estimar el **coste por tonelada**, con base en operaciones similares. Deben tenerse en cuenta los siguientes factores:
 - Magnitud de las operaciones, volúmenes o tonelajes a extraer por periodo, que deben justificar los altos costos de capital en equipos de gran capacidad.
 - Los costos directos de transporte y montaje y el tiempo preciso de instalación.
 - Los costes por concepto de amortización en los equipos de gran capacidad son menores por su mayor vida.
 - Las limitaciones de peso impuestas en carreteras y las alturas en los pasos a desnivel que pueden restringir el tamaño de los equipos grandes al dificultarse el transporte de los conjuntos para su montaje.





Minería a Cielo Abierto

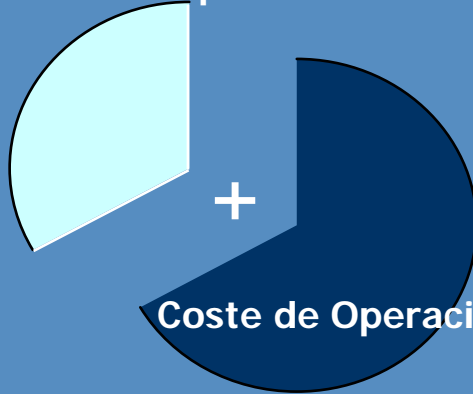
■ Selección de equipos de carga

- Los costos por el tiempo perdido en mantenimiento por falta de repuestos de poco consumo, que sólo se manufacturan sobre pedido, lo cual resulta mayor en los equipos grandes.
- Los costes de perforación y voladura bajan cuando se utilizan grandes diámetros de perforación y alturas de bancos del orden de 15 m (dimensión estándar en las operaciones que usan los equipos grandes), lo cual obliga a mayores máquinas de carga y transporte.
- El equipo mayor de carga tiene una vida útil más grande que el pequeño, si se le da el mantenimiento adecuado.
- El coste de mano de obra por tonelada producida, se reduce considerablemente en las operaciones de alto tonelaje que usan máquinas de gran capacidad.

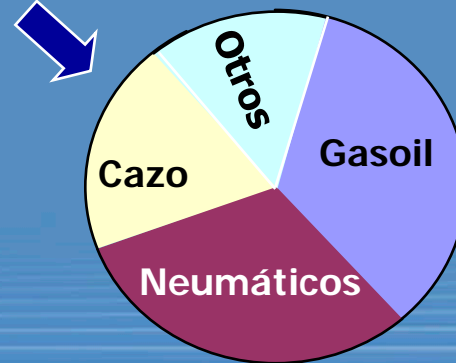
Minería a Cielo Abierto

- Selección de equipos de carga
 - Composición de los costes

Coste de Propiedad



Coste de Operación



$$PRODUCTIVIDAD = \frac{\text{Coste}}{\text{Tonelaje}} \left[\frac{\text{EUR}}{t} \right]$$

Minería a Cielo Abierto

■ Selección de equipos de carga

- Para realizar la selección de la capacidad del equipo de carga:
 - La altura del banco. Define el alcance del equipo de carga y de perforación.
 - Material a excavar. Mayor tamaño admisible con cucharones grandes.
 - Ritmo de producción. Grandes equipos permiten mayores ritmos de producción.



Minería a Cielo Abierto

■ Selección de equipos de carga

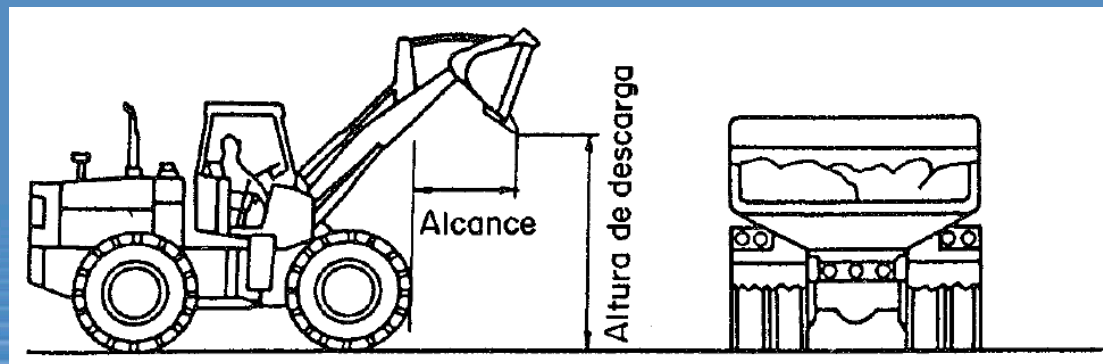
- Para realizar la selección de la capacidad del equipo de carga:
 - Dureza del material. Un equipo mayor tiene más poder de arranque.
 - Densidad del material. A los grandes equipos se le debe adaptar una cuba más pequeña.
 - Compatibilidad de equipos. Se requiere tomar en cuenta la disponibilidad en el mercado de los equipos de transporte. Fundamental el equilibrio entre unidades.
 - Condiciones de trabajo en función de la elevación. En máquinas diesel, por cada 100 m de altura s.n.m., los motores de cuatro tiempos disminuyen un 1% en potencia.
 - Factor de acoplamiento

Minería a Cielo Abierto

■ Selección de equipos de carga

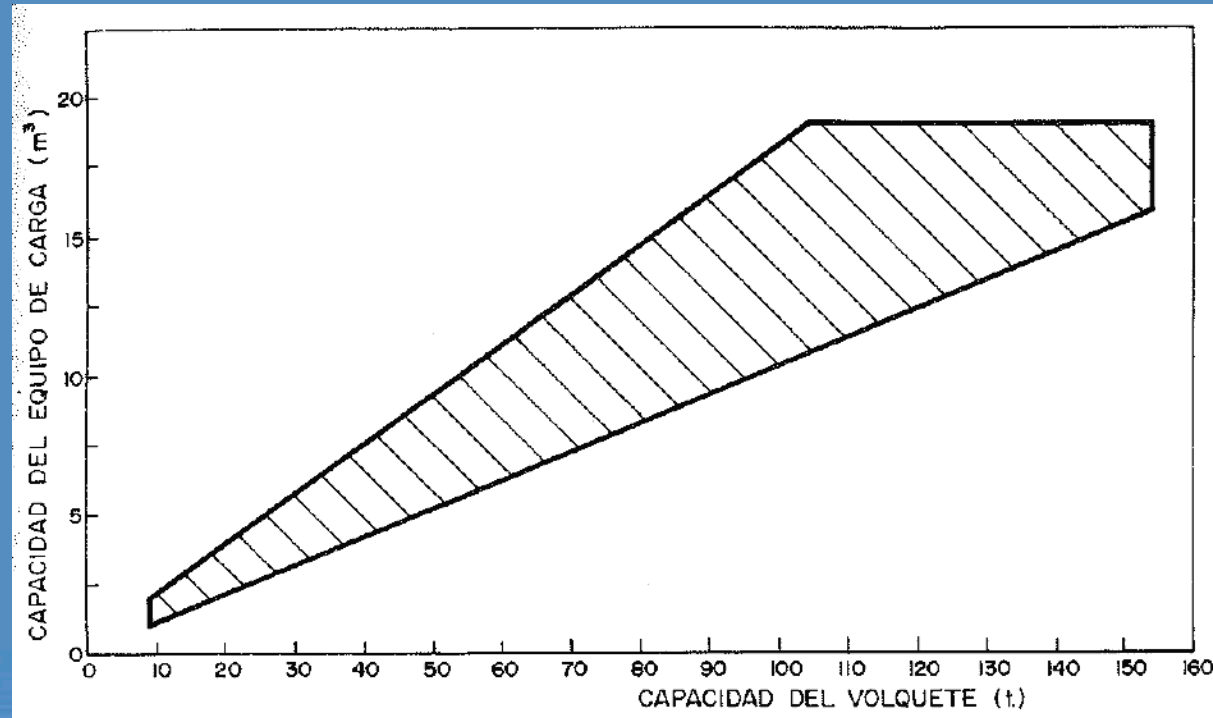
- El N° de cazos de material que debe depositar el equipo de carga sobre la unidad de transporte debe estar comprendido entre 3 y 6

Pala Cargadora	Volquete	Criterio
Capacidad del cazo	Carga Máxima	3-6 Excavadoras
Altura libre (H1)	Altura de caja (H2)	$H1 \geq H2 + 150$
Alcance (L1)	Anchura de caja (L2)	$L1 \geq (L2)/2 - 300$
Anchura cazo (B1)	Longitud de la caja (B2)	$B1 \leq B2 - 300$



Minería a Cielo Abierto

- Selección de equipos de carga
 - Equilibrio equipos de carga y transporte



Minería a Cielo Abierto

- Selección de equipos de carga
 - Equilibrio equipos de carga y transporte

Peabody Truck Sets New World Record



Peabody Energy's North Antelope Rochelle mine in Wyoming, USA, now can officially claim itself as home to the world's largest mining truck body by volume. The body, designed and manufactured by Westech for a Liebherr T282C ultra-class haul truck, set the record at 447.3 tons, with a volume of 615.2 yd³. The *Guinness World Book of Records* officially recognized the claim in July.

Minería a Cielo Abierto

- Selección de equipos de carga
 - Equilibrio equipos de carga y transporte



Minería a Cielo Abierto

- Excavadora de cables (Palas de cables)



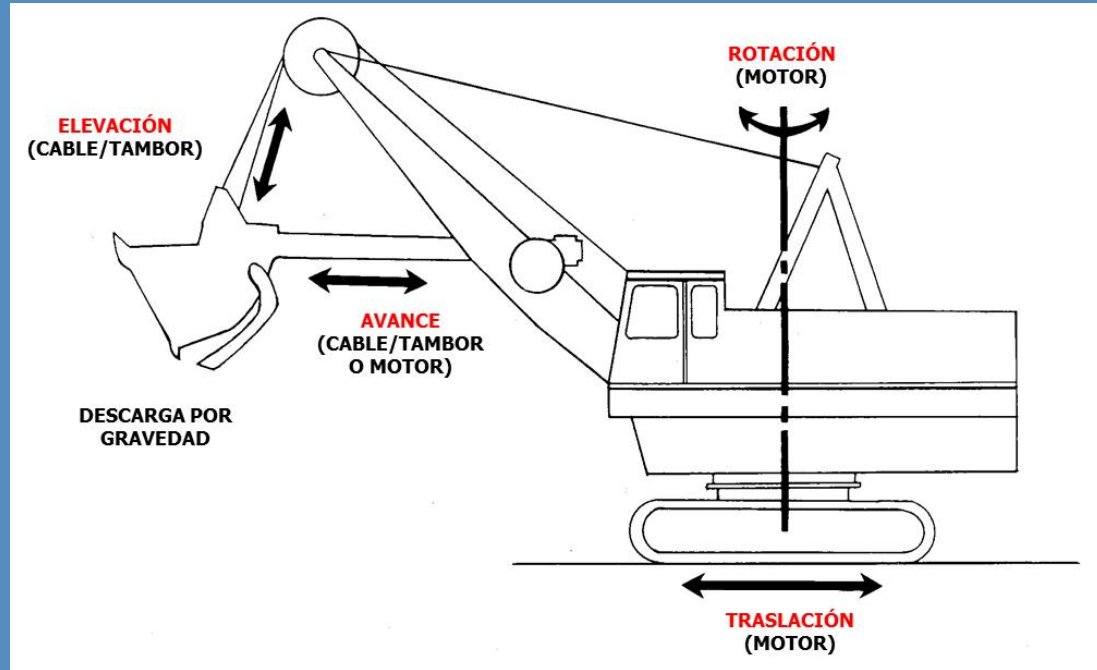
Minería a Cielo Abierto

■ Excavadora de cables (Palas de cables)

- Diseñada para la carga de material previamente fracturado.
- Accionamiento eléctrico
- **Ventajas:**
 - Construcción Robusta.
 - Adecuadas para excavación y carga.
 - Gran Eficiencia y fiabilidad.
 - Menores costes de operación en operaciones a gran escala
- **Desventajas:**
 - Limitada movilidad y flexibilidad
 - Alto coste de inversión
 - Necesaria planificación adelantada
 - Necesidad de grandes voladuras

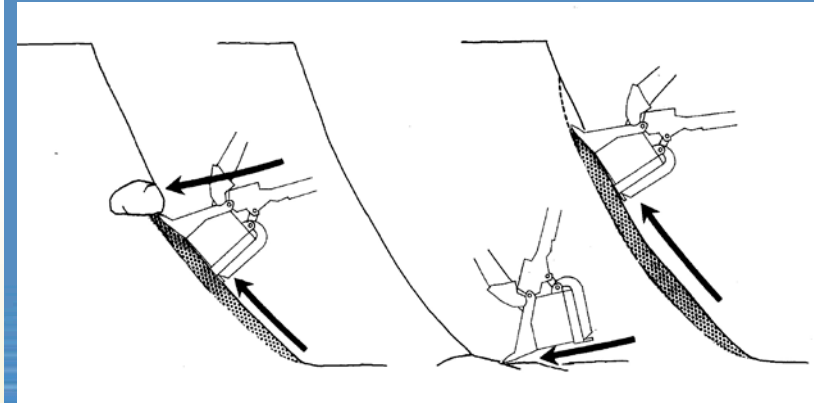
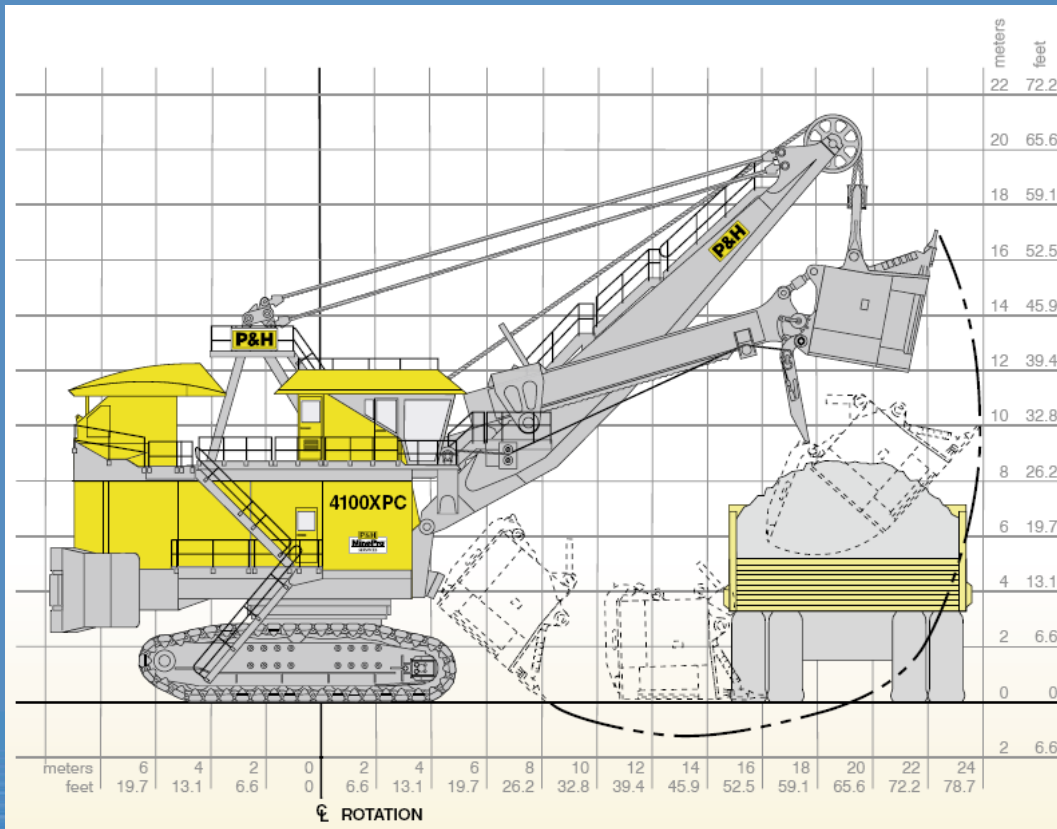
Minería a Cielo Abierto

■ Excavadora de cables (Palas de cables)



Minería a Cielo Abierto

■ Excavadora de cables (Palas de cables)



Minería a Cielo Abierto

- **Excavadora de cables (Palas de cables)**
 - Características
 - Alta producción
 - Fuerza de arranque elevada
 - Bajos costes de mantenimiento
 - Bajos costes operativos
 - Elevada inversión de capital
 - Movilidad reducida
 - Carga de grandes volquetes
 - Disponibilidad mecánica elevada

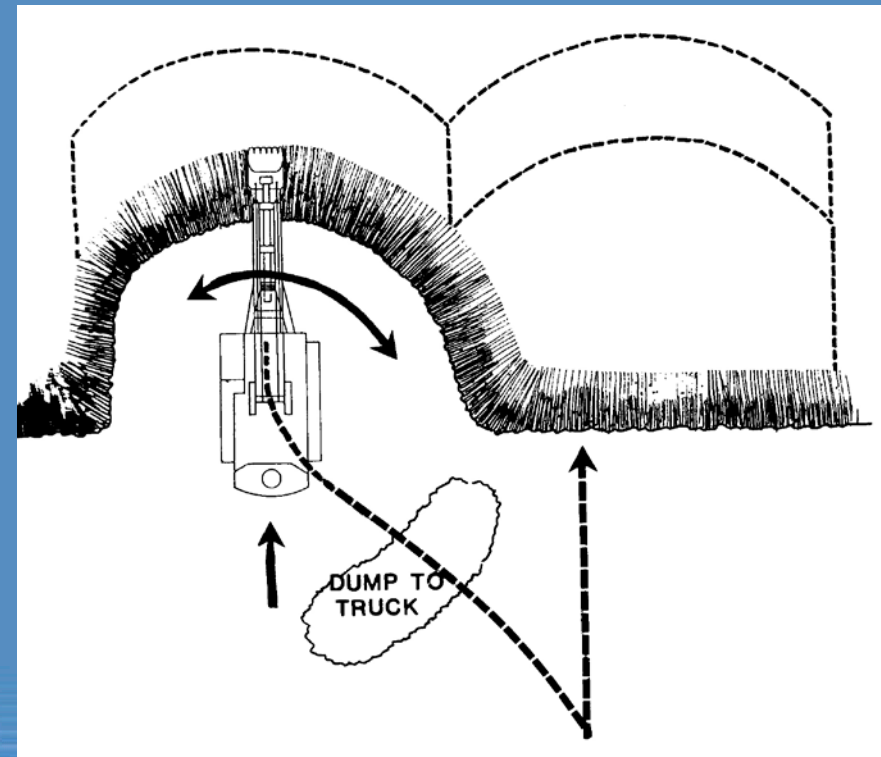
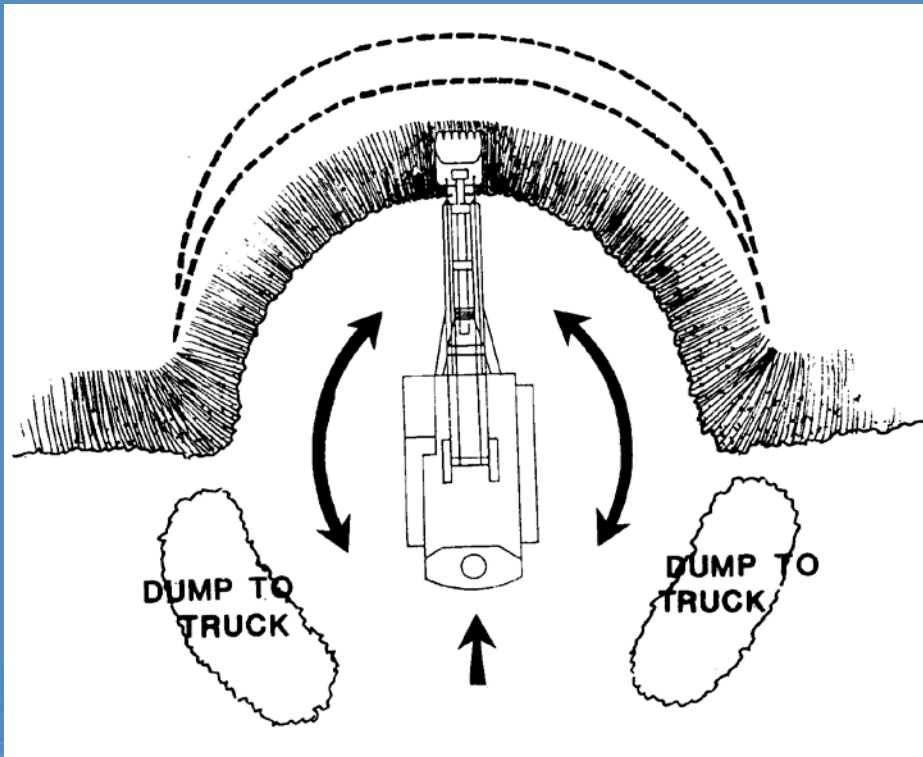
Minería a Cielo Abierto

- **Excavadora de cables (Palas de cables)**
 - Características

MARCA	MODELO	RADIO VERTIDO (m)	CAPACIDAD CUCHARON (m ³)	PESO (Tm.)	ALTURA DE CORTE (m)	ALTURA DESCARGA (m)	LONGITUD DE PLUMA (m)
BUCYRUS ERIE	155 B	12.42	8.40	258.3	11.43	4.77	11.58
	195 B	14.25	12.22	353.2	12.80	5.79	12.65
	290 B	16.31	15.27	464.4	15.01	7.01	14.33
	295 B	16.15	19.10	575.2	14.63	7.01	15.24
	295 B	16.61	20.62	603.4	13.79	7.16	15.24
	395 B	19.76	25.96	822.6	17.83	7.82	17.07
CLARK DIESEL	2400 LS	12.93	8.40	230.6	13.06	5.36	12.19
P&H	1900 AL	15.85	11.45	370.0	12.95	5.79	12.19
	2100 BL	16.92	15.27	494.9	14.55	6.04	15.24
	2300	17.35	20.62	640.6	15.54	6.04	15.24
	2800	19.23	27.49	851.7	15.70	6.04	15.54
	5700	22.61	45.81	1 520.9	19.66	7.70	18.90
MARION	151 M	14.78	10.69	232.4	14.63	6.32	13.72
	191 MHR	16.08	11.45	460.8	13.82	6.71	14.33
	201MHR	17.07	17.56	584.8	15.85	7.26	15.70
	204 M2	10.67	22.91	628.8	15.24	7.77	----
NORTHWEST	180 D	9.83	7.64	119.0	10.31	---	8.53

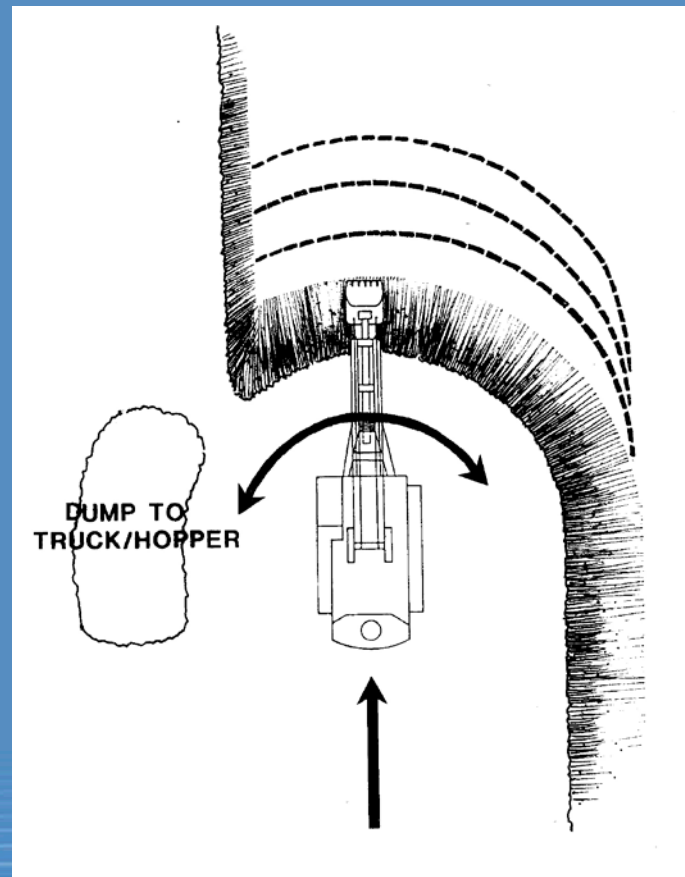
Minería a Cielo Abierto

- **Excavadora de cables (Palas de cables)**
 - Práctica operativa



Minería a Cielo Abierto

- **Excavadora de cables (Palas de cables)**
 - Práctica operativa



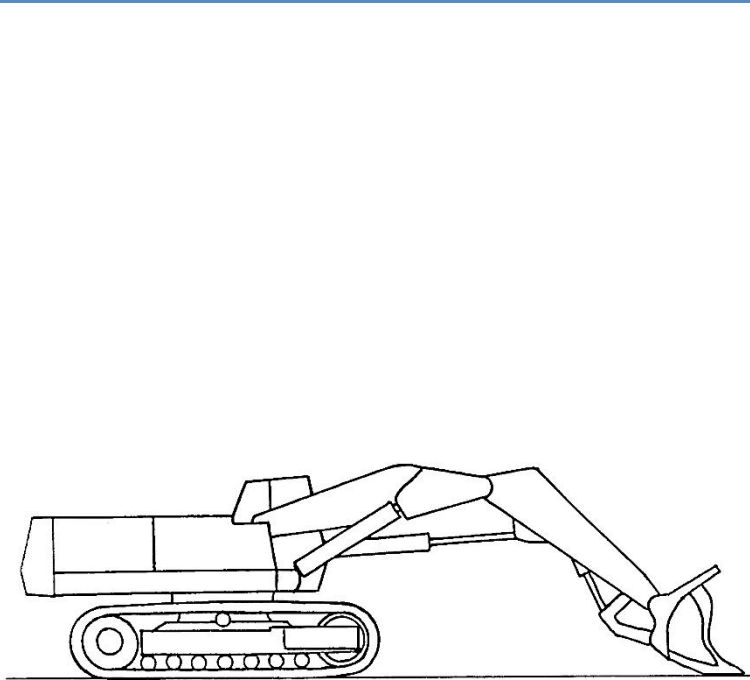
Minería a Cielo Abierto

- **Excavadora hidráulica**

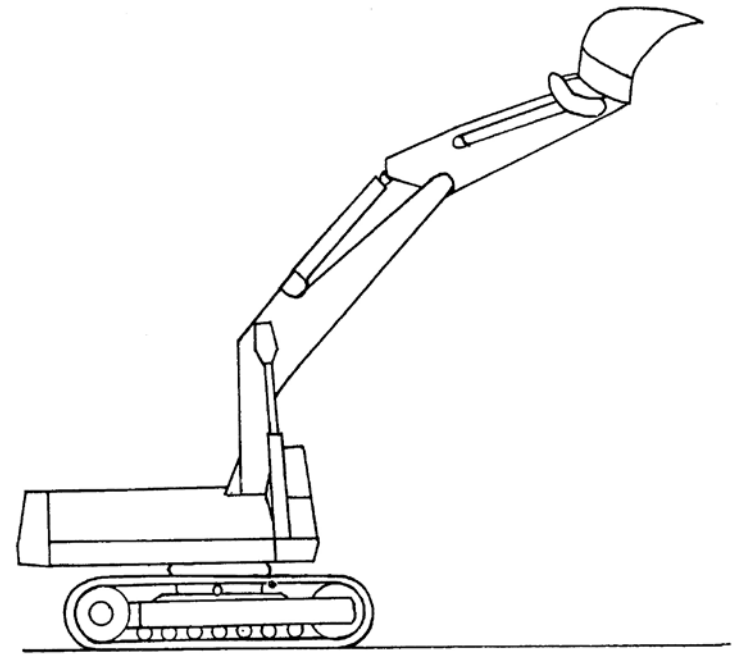


Minería a Cielo Abierto

- **Excavadora hidráulica**
 - Tipos de excavadoras hidráulicas



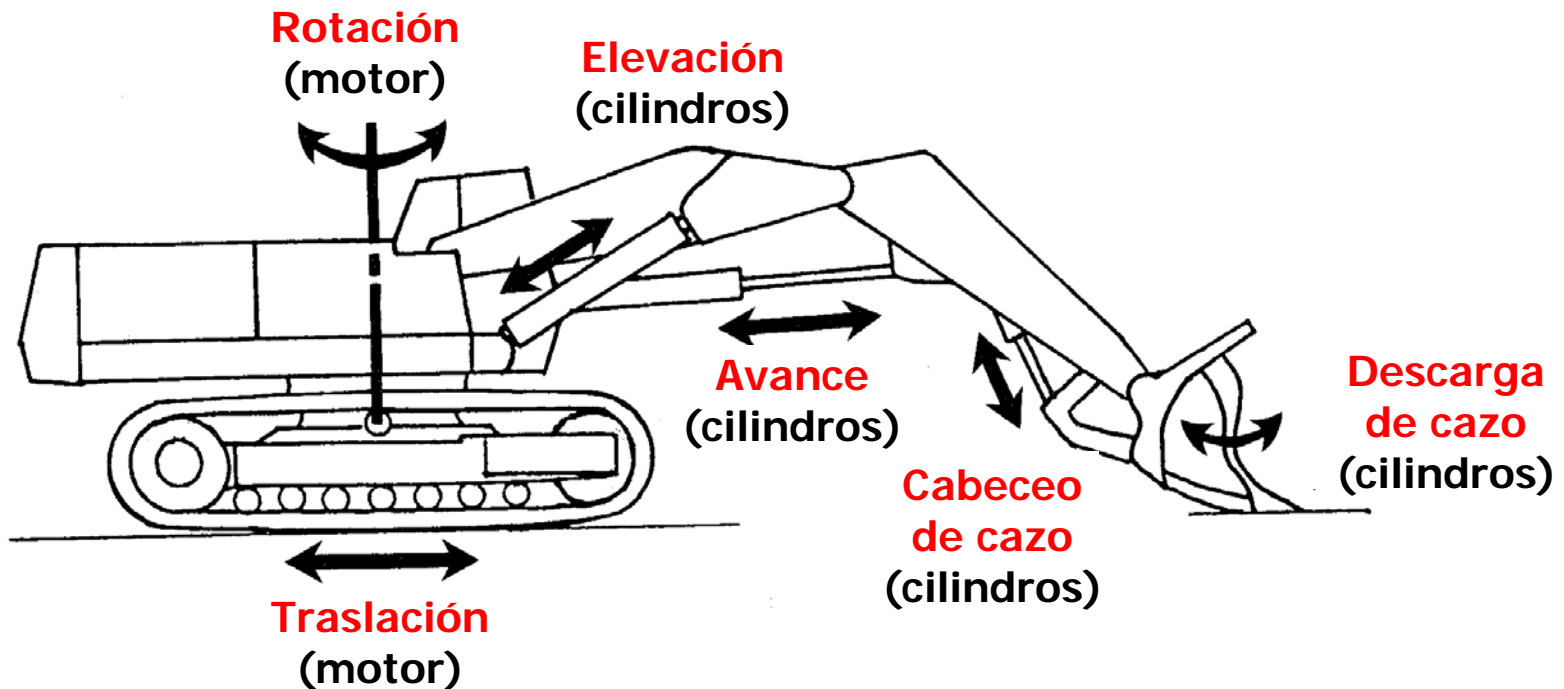
Excavadora frontal hidráulica



Retroexcavadora hidráulica

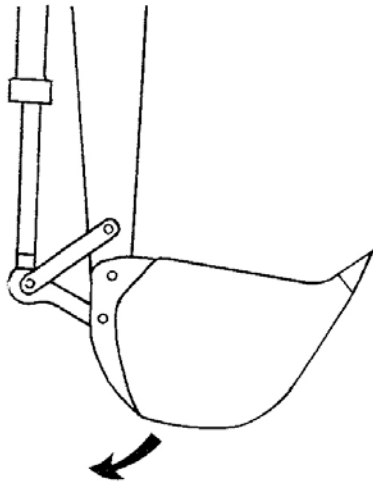
Minería a Cielo Abierto

- **Excavadora hidráulica**
 - Accionamientos

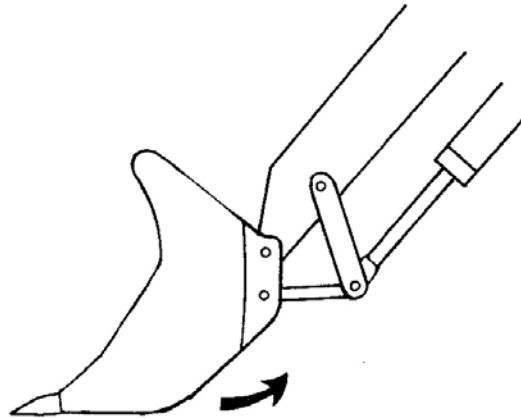


Minería a Cielo Abierto

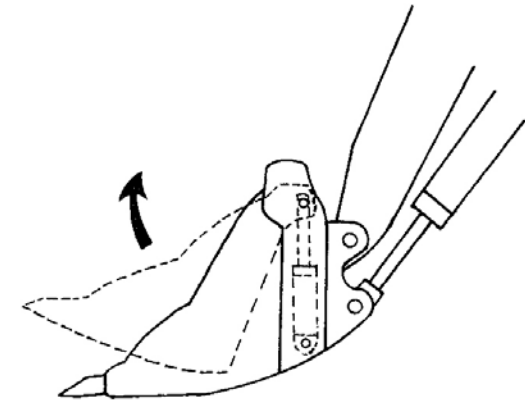
- **Excavadora hidráulica**
 - Configuraciones de cazo



Cazo de
retroexcavadora



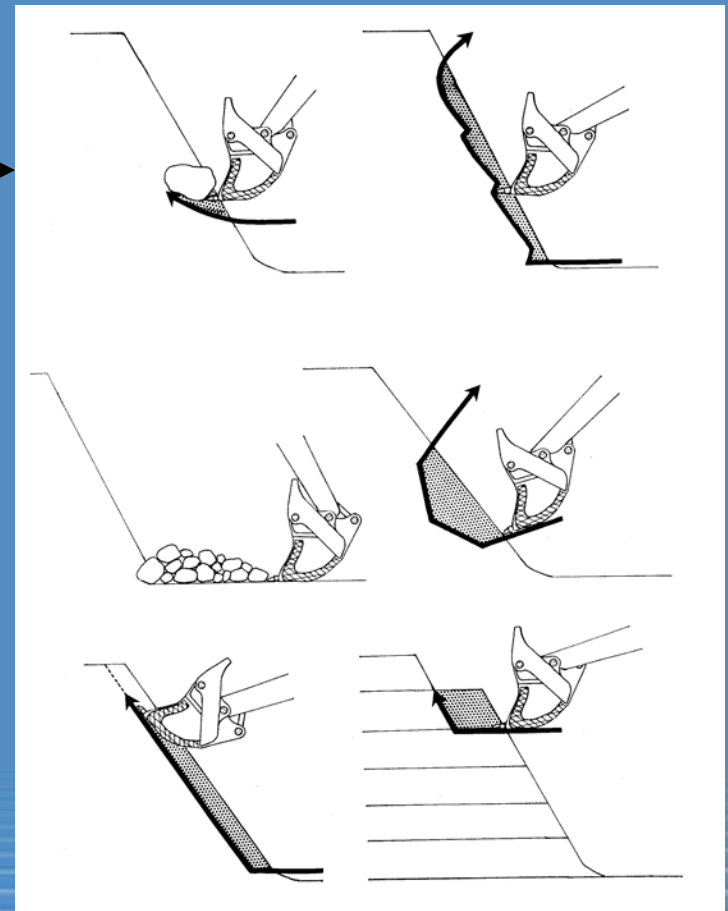
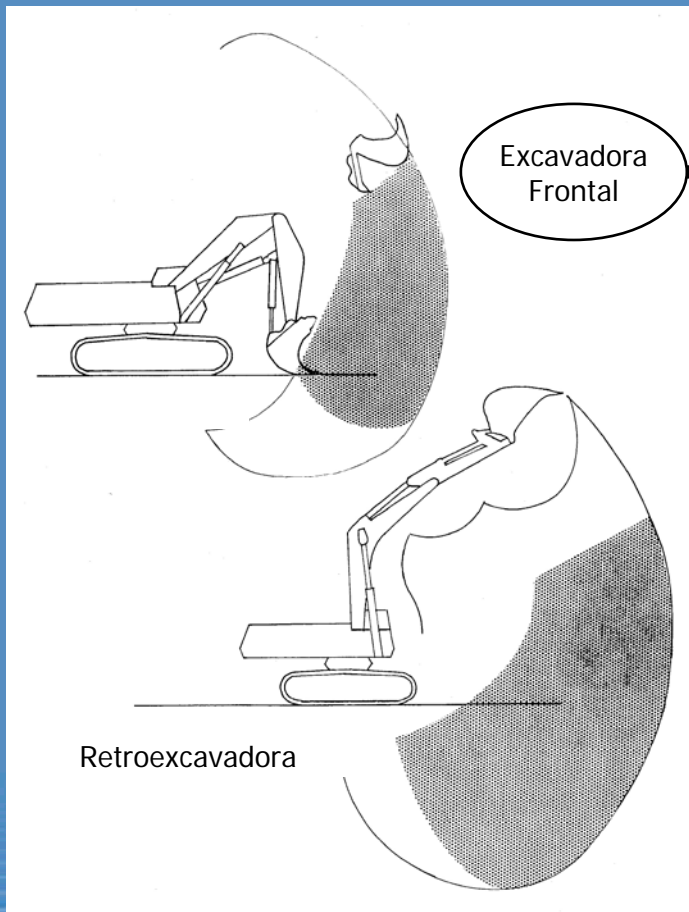
Cazo de pieza única
Excavadora frontal



Descarga inferior
Excavadora frontal

Minería a Cielo Abierto

■ Excavadora hidráulica



Minería a Cielo Abierto

■ Excavadora hidráulica vs. Excavadora de Cables

Excavadora hidráulica		Excavadora Cables	
Inversión media	Menor desgaste de dientes	Inversión elevada	Mayor desgaste de dientes
Vida útil media (5-10 años)	Sistema de arranque selectivo	Vida útil muy grande (20-30 años)	No permite arranque selectivo
Coste operación medio	Adecuada en terrenos compactos o mal volados	Coste de operación bajo	Menos adecuada en terrenos compactos o con repiés
Valor residual pequeño	Dimensiones medias	Valor residual grande	Grandes dimensiones
Capacidad cazo hasta 26 m ³	C.de G. próximo al eje de giro	Capacidad cazo hasta 50 m ³	C.de G. delante del eje de giro
Grandes fuerzas de excavación	Contrapeso pequeño	Pluma rígida y ataque de cazo rígido	Contrapeso grande
Variación del ángulo de ataque del cazo	Relación peso/tamaño cazo pequeña	Tiempo de llenado mayor	Relación peso/tamaño cazo elevada
Mejor llenado del cazo	Absorbe mal los esfuerzos en la carga		Absorbe bien la fatiga

Minería a Cielo Abierto

■ Excavadora hidráulica vs. Excavadora de Cables

Excavadora hidráulica		Excavadora Cables	
Menor duración de la máquina	Precisa mayor energía disponible	Mayor duración del equipo	Mejora el arranque
Velocidad de traslación más elevada	Mejora el factor de llenado	Velocidad de traslación más pequeña	Produce mayor esponjamiento y peor grado de llenado
Orugas de tipo medio	El control de apertura reduce el desgaste en la carga de los volquetes	Orugas de tipo pesado	Se controla peor la descarga aumentando el desgaste de la caja de los volquetes
Capaces de remontar rampas del 60% y operar en pendientes de hasta el 18%		No puede operar en pendientes mayores del 5%	
Tipo de cazo ancho		Tipo de cazo estrecho	
Reduce la visibilidad durante la carga		Aporta buena visibilidad durante la carga	



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



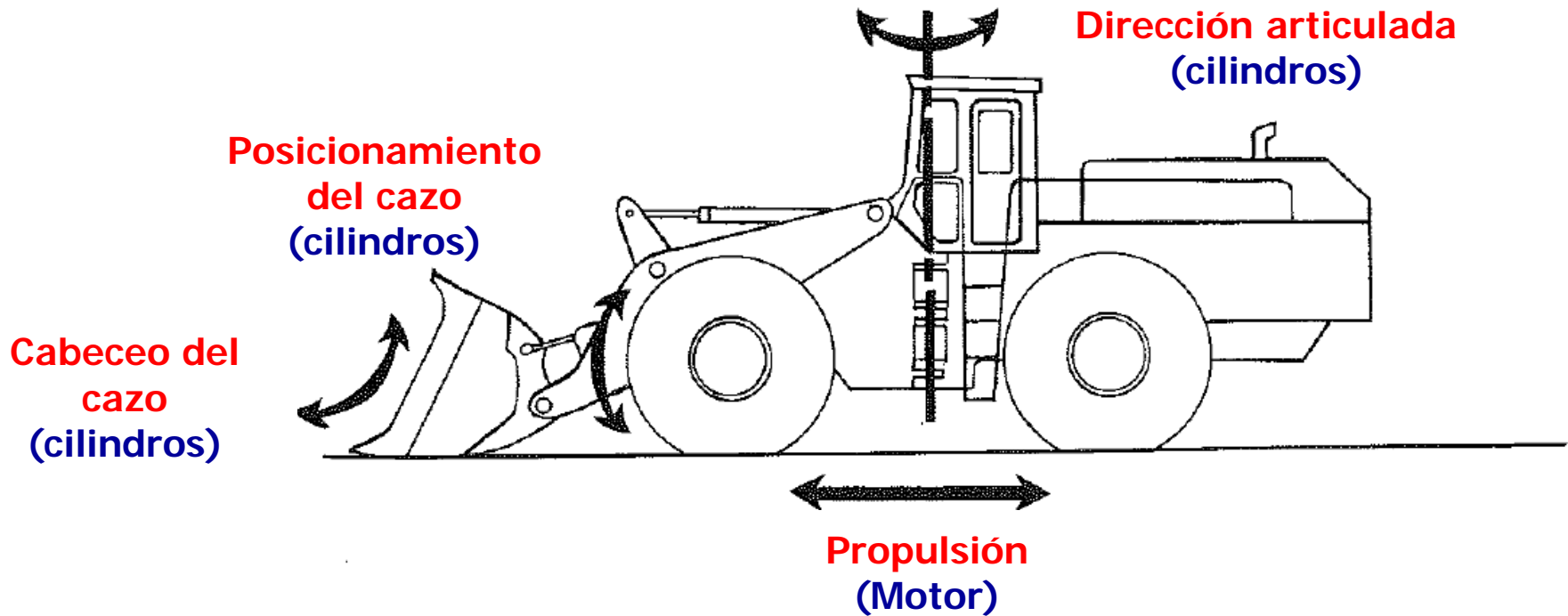
Minería a Cielo Abierto

■ Cargadora frontal



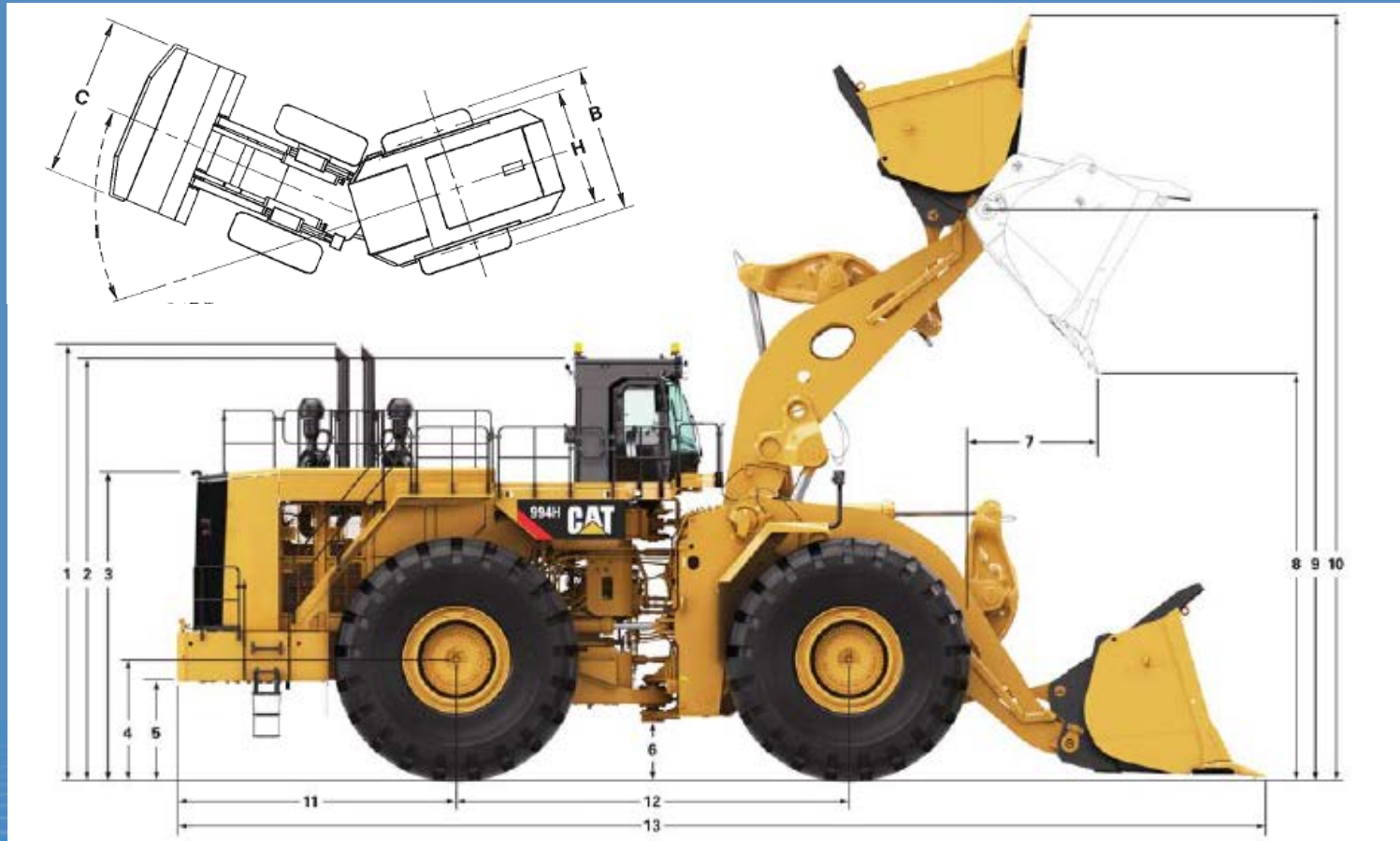
Minería a Cielo Abierto

■ Cargadora frontal



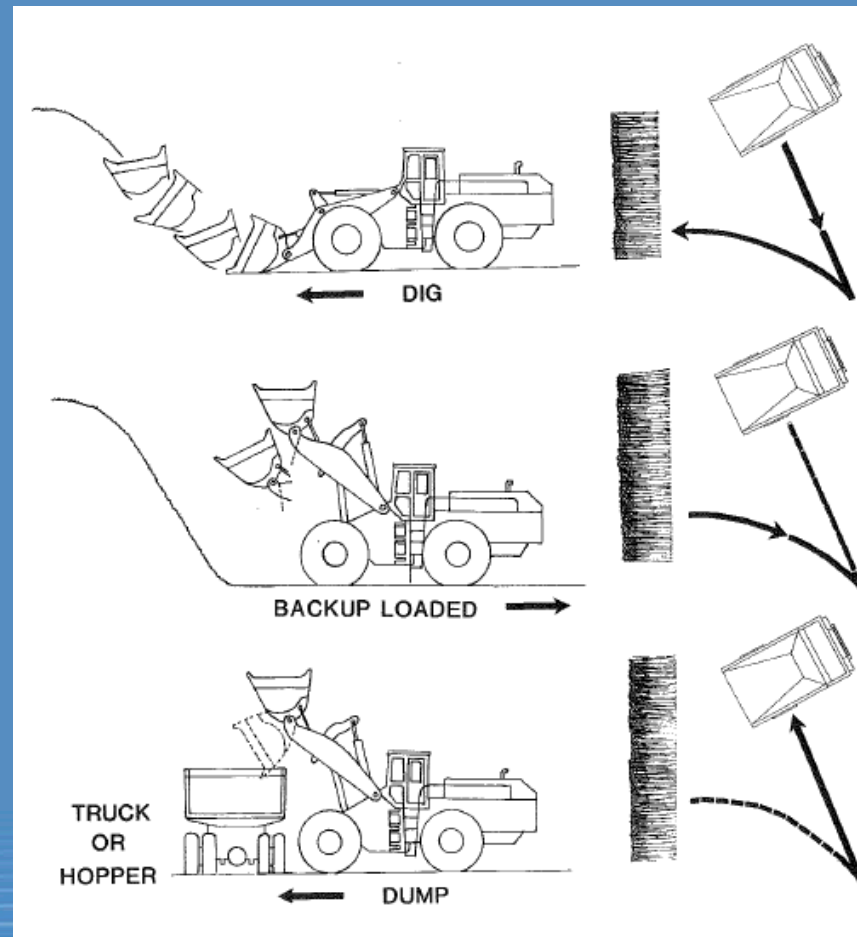
Minería a Cielo Abierto

■ Cargadora frontal



Minería a Cielo Abierto

■ Cargadora frontal





Minería a Cielo Abierto

■ Cargadora frontal

- Función principal
 - Carga de volquetes
 - Carga de tolvas / alimentadores
 - Ciertas aplicaciones de carga-transporte-descarga
 - Saneamiento del área de otros equipos más grandes
- Características
 - Alta movilidad
 - Versatilidad
 - Bajo coste de inversión
 - Alto mantenimiento
 - Operaciones auxiliares

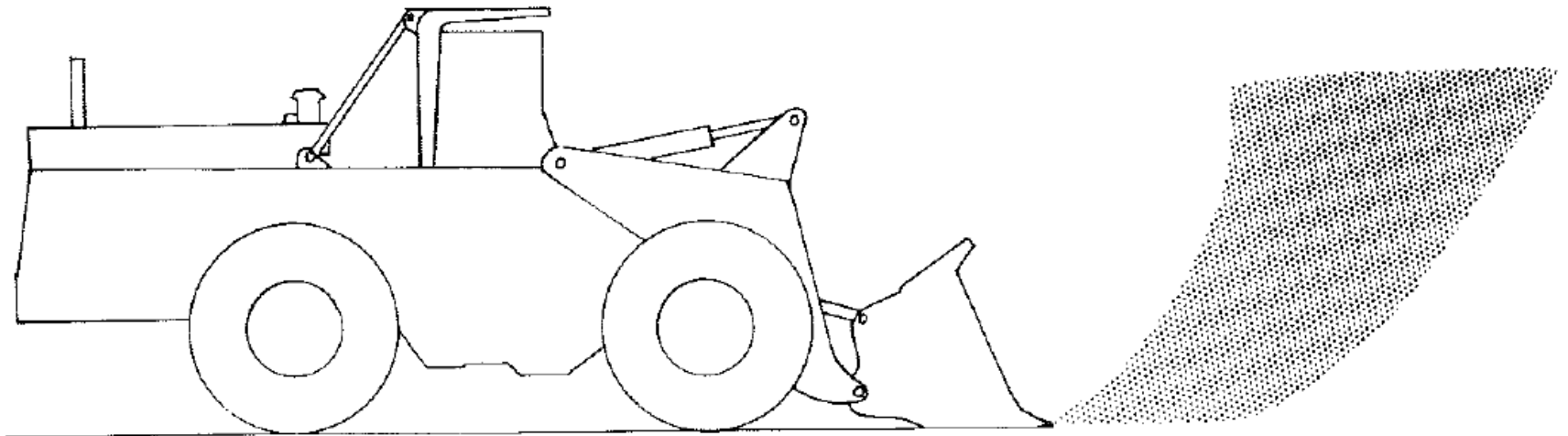
Minería a Cielo Abierto

■ Cargadora frontal

- Condiciones favorables
 - Frentes de carga múltiples
 - Materiales bien fragmentados
 - Piso nivelado y estable
 - Frentes bajos
 - No necesita equipos auxiliares
- Condiciones desfavorables
 - Piso mojado (coste elevado de ruedas)
 - Suelos blandos, o con alta resistencia a la rodadura
 - Frentes estrechos
- Versatilidad
 - Carga en tándem

Minería a Cielo Abierto

- **Cargadora frontal**
 - Perfil de excavación



PERFIL DE EXCAVACIÓN



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



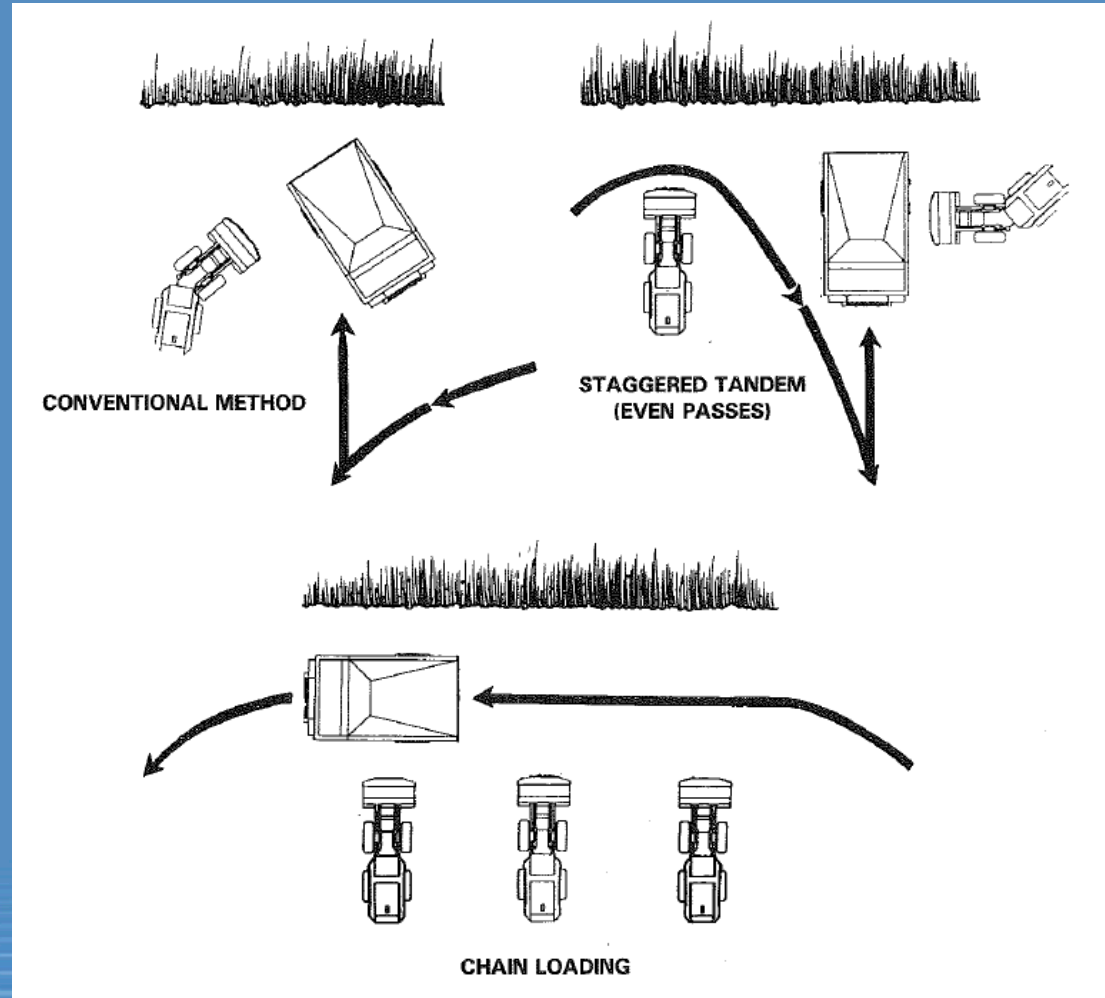
Minería a Cielo Abierto

■ Cargadora frontal



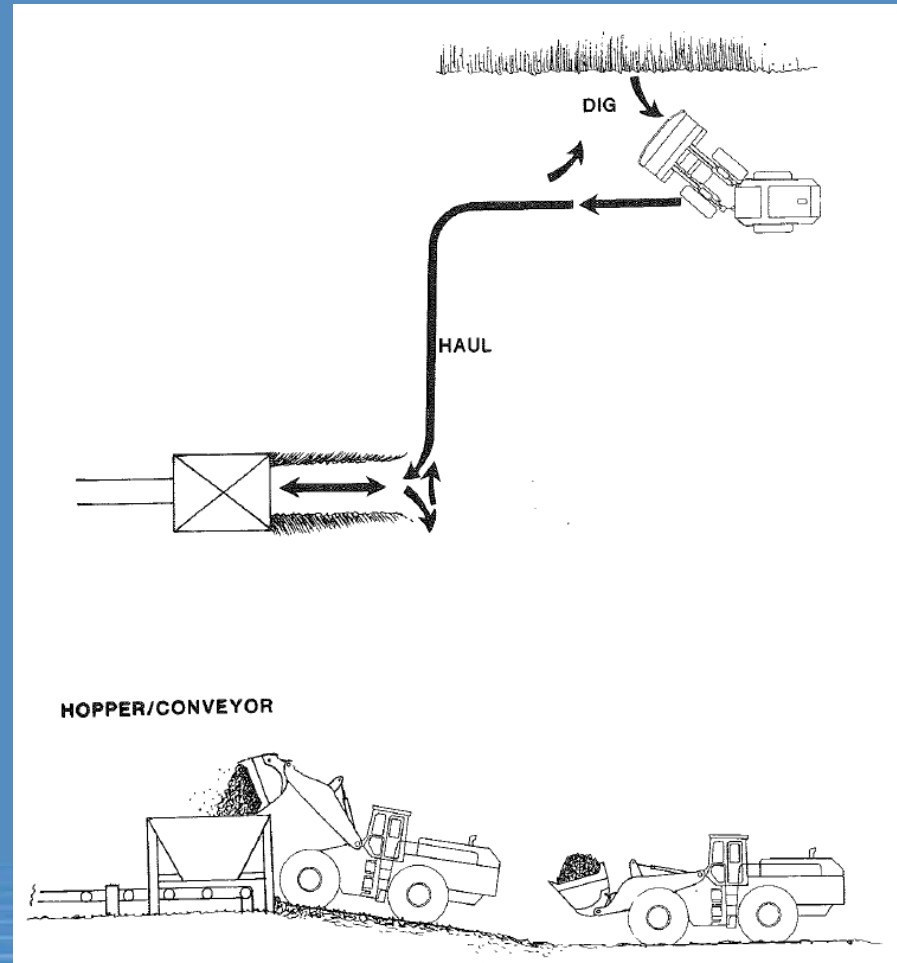
Minería a Cielo Abierto

- **Cargadora frontal**
 - Práctica operativa



Minería a Cielo Abierto

- **Cargadora frontal**
 - Práctica operativa
 - Excavación
 - Carga
 - Transporte



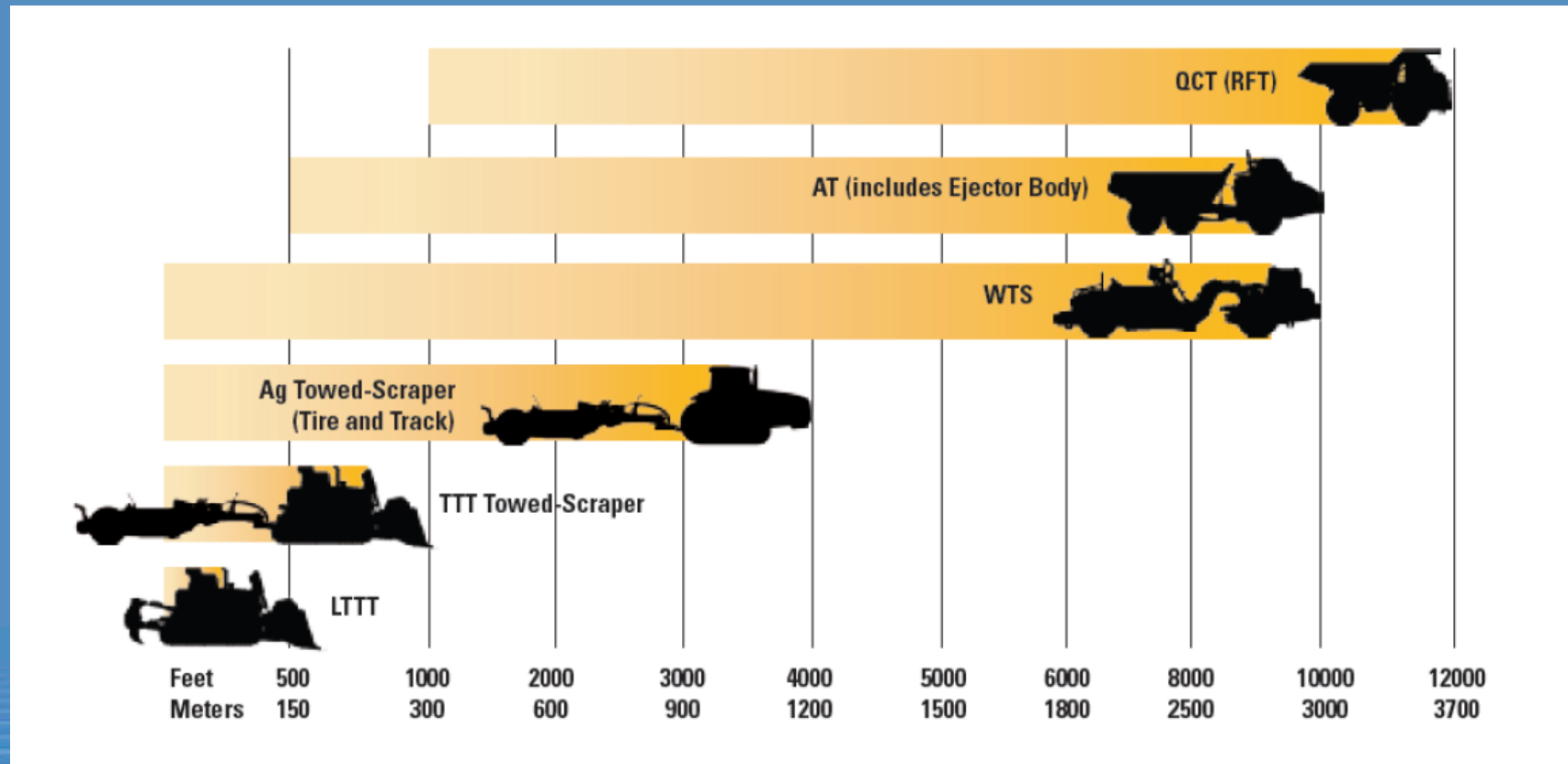


Minería a Cielo Abierto

- **Equipos de transporte**
 - Criterios de Selección
 - ¿Qué tipo de material hay que transportar?
 - ¿Cómo son las pistas de transporte?
 - ¿Cuánto material hay que transportar?
 - ¿Cuál es la distancia de transporte?
 - ¿Cuáles es el ritmo de producción?

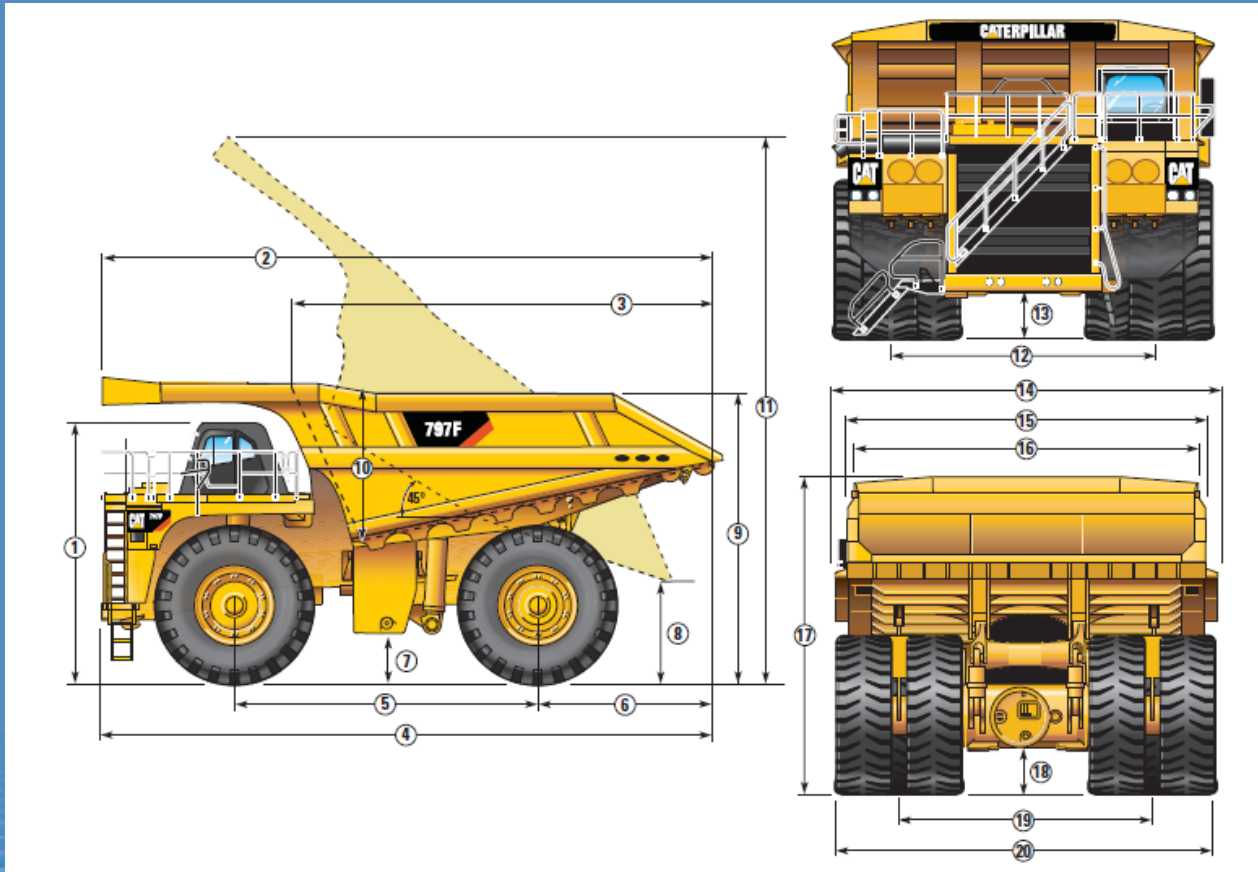
Minería a Cielo Abierto

- Equipos de transporte
 - Distancias de transporte óptimas



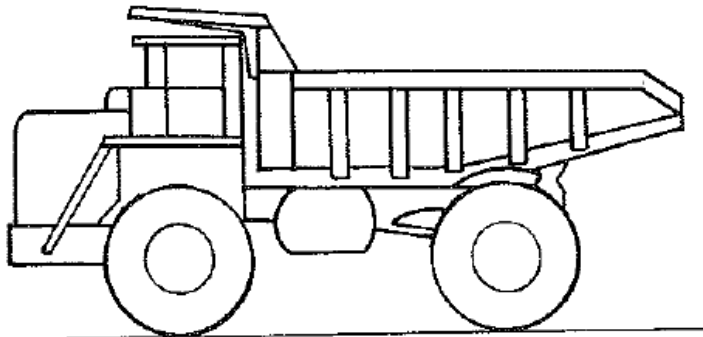
Minería a Cielo Abierto

■ Volquete Minero

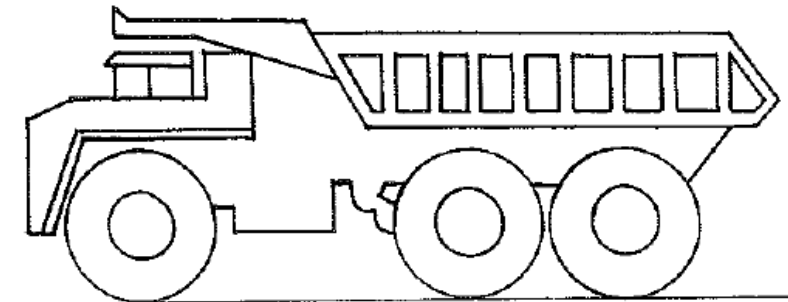


Minería a Cielo Abierto

- **Volquete Minero**
 - Tipos



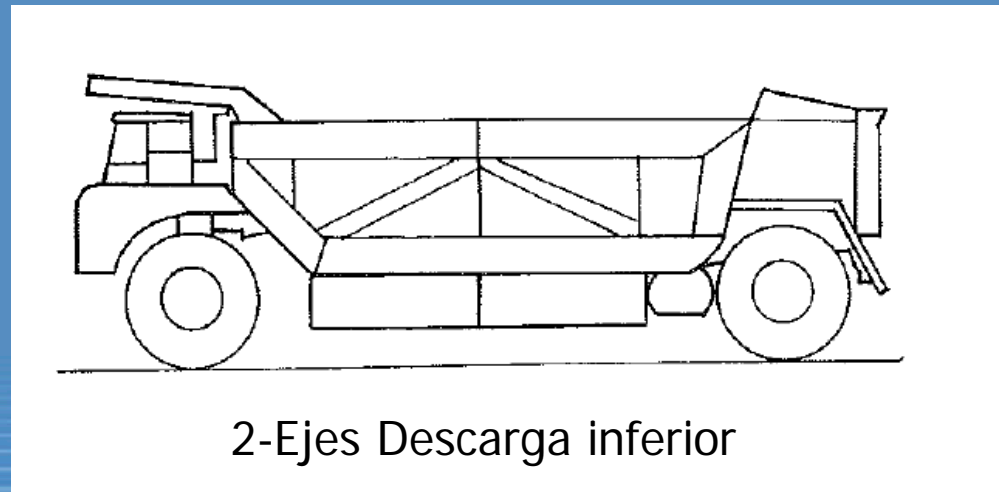
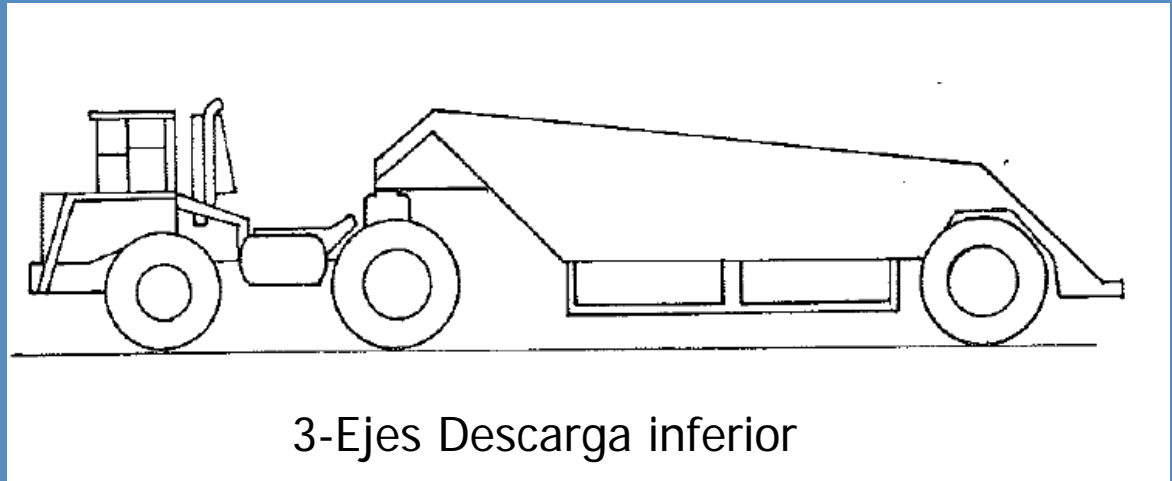
2-Ejes Descarga trasera



3-Ejes Descarga trasera

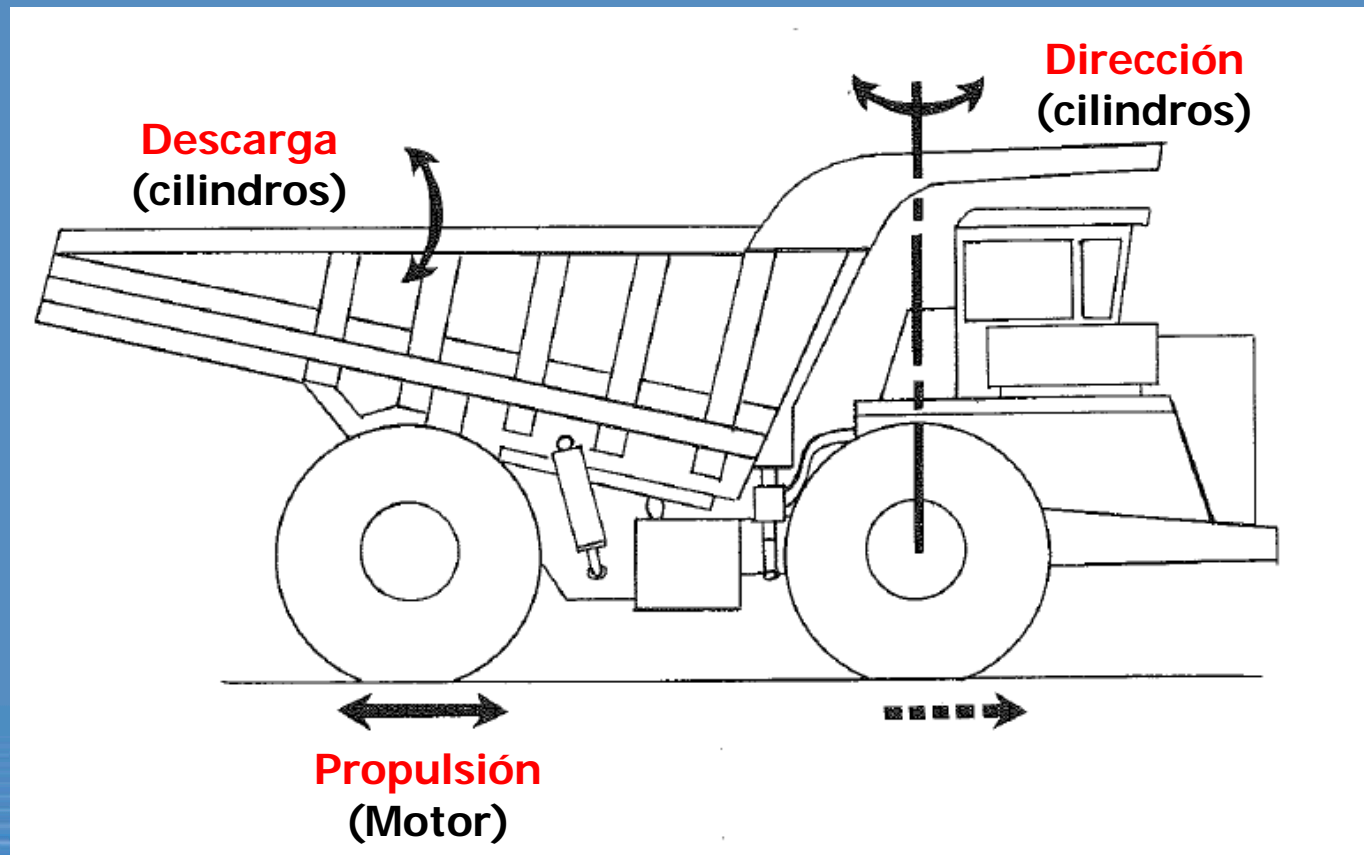
Minería a Cielo Abierto

- **Volquete Minero**
 - Tipos



Minería a Cielo Abierto

- **Volquete Minero**
 - Accionamiento



Minería a Cielo Abierto

■ Volquete Minero

– Condiciones favorables

- Distancia de transporte media-larga
- Velocidad alta en pistas
- Tonelaje elevado
- Transporte descendente
- Buen sistema de retardo y freno
- Cualquier tipo de material
- Radio de giro / zonas estrechas
- Compactación en vertedero
- Vida útil muy larga (40.000-100.000 horas)

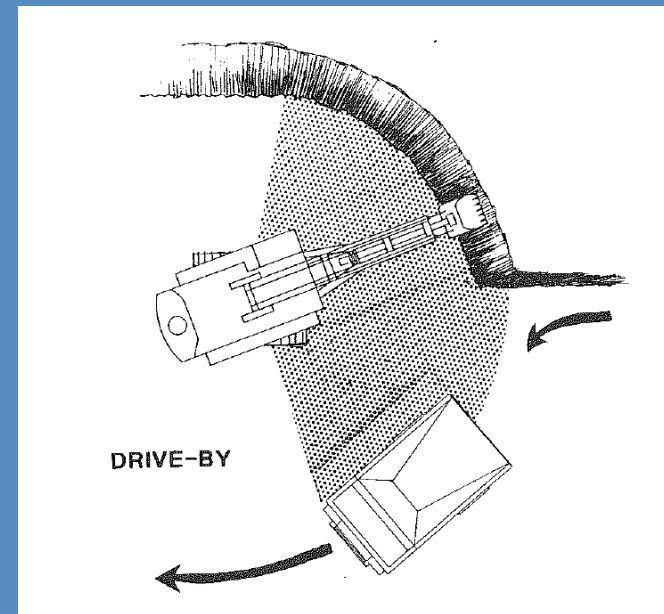
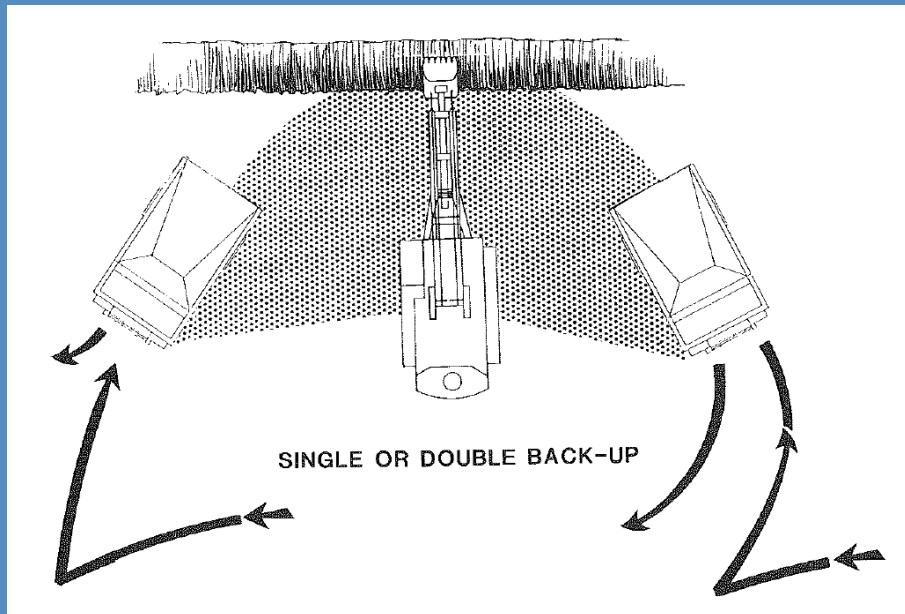
Minería a Cielo Abierto

- **Volquete Minero**
 - Condiciones desfavorables
 - 2 ejes
 - Chasis pesado
 - Requiere buenas pistas
 - Inversión inicial alta



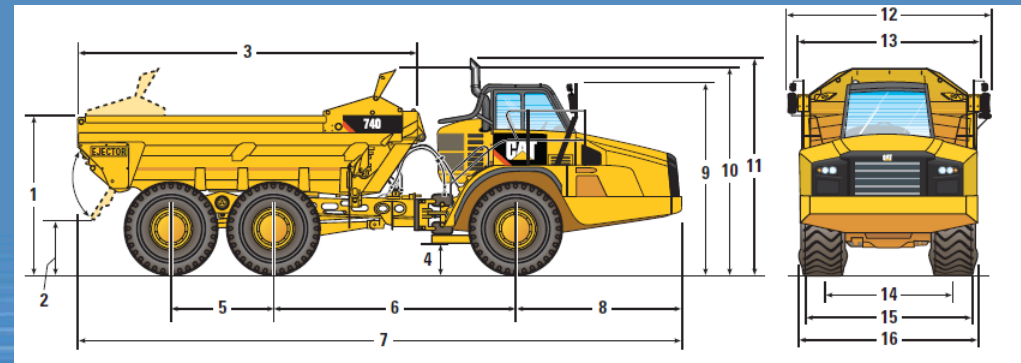
Minería a Cielo Abierto

- **Volquete Minero**
 - Práctica operativa



Minería a Cielo Abierto

- **Volquete articulado**
 - Condiciones favorables
 - Maniobrabilidad
 - Áreas de trabajo estrechas
 - Pendientes fuertes
 - Flotación
 - Tracción
 - Flexibilidad de proyectos



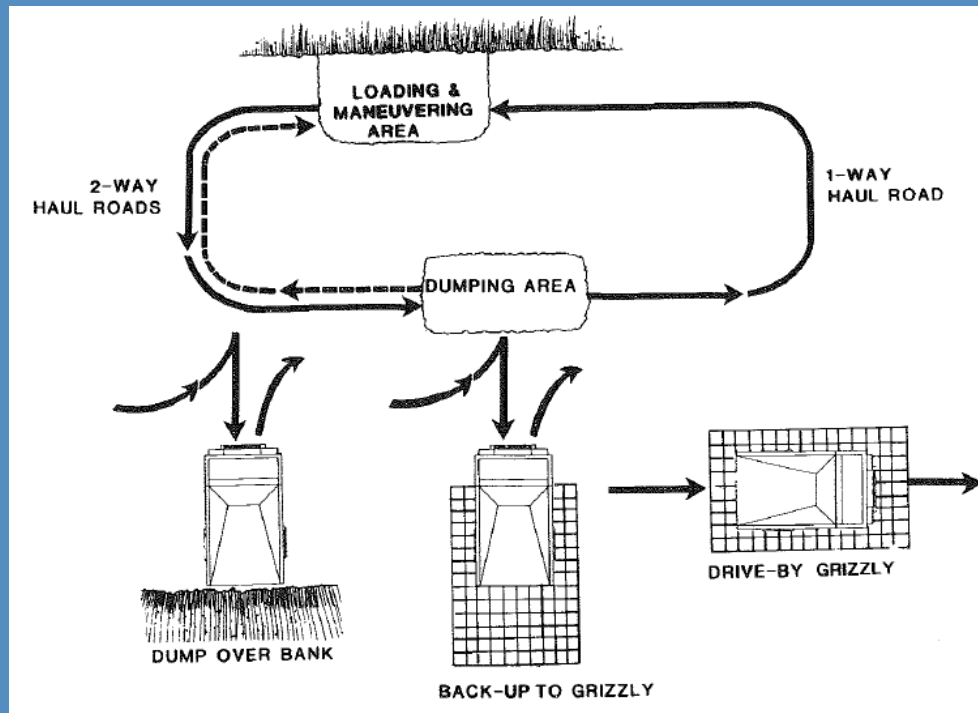


Minería a Cielo Abierto

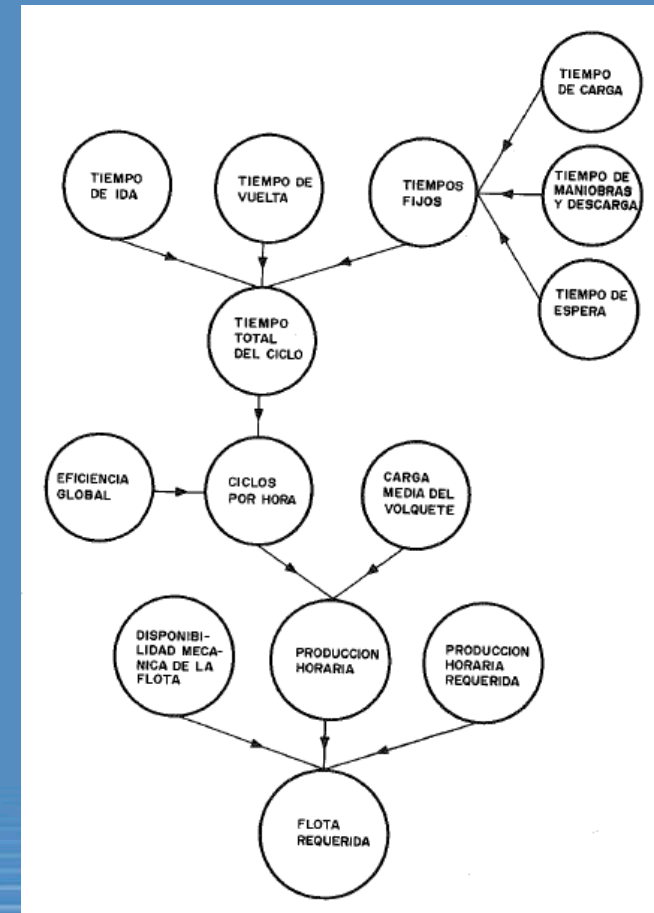
- **Volquete articulado**
 - Condiciones desfavorables
 - Capacidad de carga limitada
 - Coste operativo alto
 - Partes móviles
 - Tipos de material restringidos
 - Vida útil corta (15.000 horas)

Minería a Cielo Abierto

■ Tiempo de ciclo de transporte



$$N^{\circ} \text{Volquetes} = \frac{\text{Producción horaria necesaria}}{\text{Producción por unidad}}$$



Minería a Cielo Abierto

■ Factor de acoplamiento

- N= número de volquetes
- X= número de volquetes por pala
- n= número de palas
- p= número de cazos por volquete

T= tiempo de ciclo volquetes

t= tiempo de ciclo de pala

$$T = t \cdot p \cdot X \Rightarrow X = \frac{T}{p \cdot t} \Rightarrow X \cdot n = \frac{T \cdot n}{p \cdot t} \Rightarrow N = \frac{T \cdot n}{p \cdot t}$$

$$N \cdot p \cdot t = T \cdot n \Rightarrow 1 = \frac{N \cdot p \cdot t}{T \cdot n} \Rightarrow F.A. = \frac{N}{n} \cdot \frac{p \cdot t}{T}$$



Minería a Cielo Abierto

- Factor de acoplamiento

$$F.A. = \frac{N}{n} \cdot \frac{p \cdot t}{T}$$

$$F.A. = \frac{\textit{número volquetes}}{\textit{número palas}} \cdot \frac{\textit{ciclo carga de la pala}}{\textit{ciclo volquetes}}$$



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



Minería a Cielo Abierto

■ Mototrailla



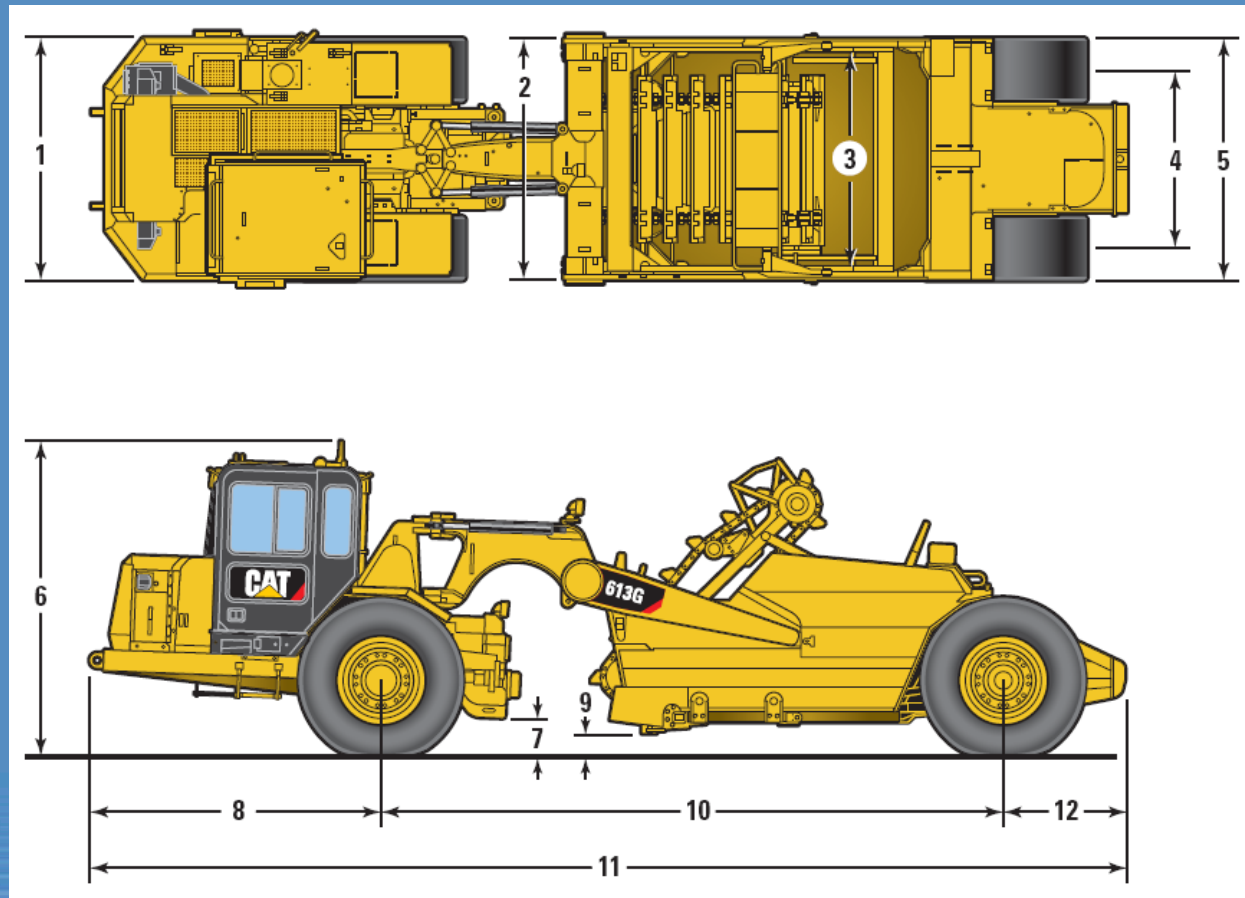
Minería a Cielo Abierto

■ Mototralla

- Misma máquina para:
 - Arranque
 - Carga
 - Transporte
- Condiciones operativas
 - Extracción de tongadas de reducido espesor
 - Materiales poco consolidados
 - Necesidad de acondicionamiento previo (ripado y/o prevoladura)
 - Distancias de transporte competitivas
 - Capacidad moderada para remontar pendientes
 - Alta presión específica sobre el terreno
 - Posibilidad de combinación con otras

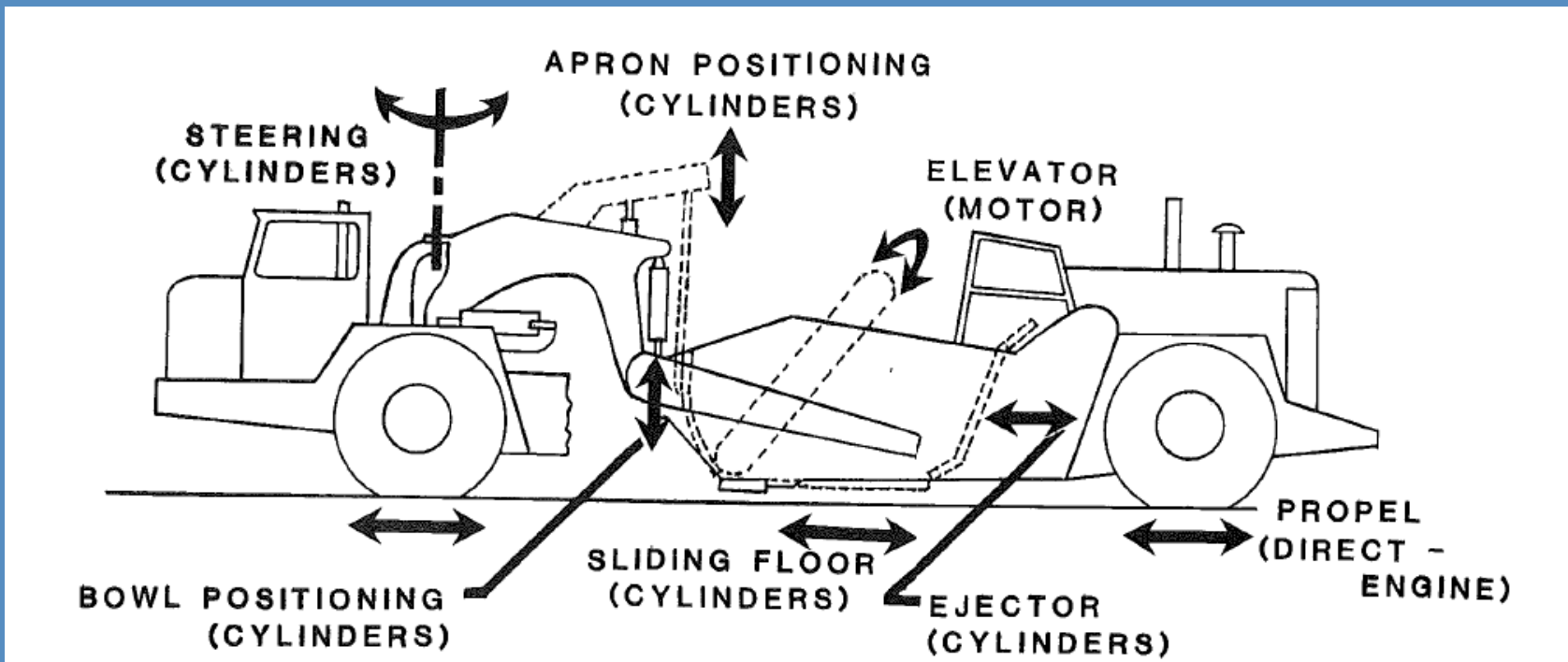
Minería a Cielo Abierto

■ Mototrailla



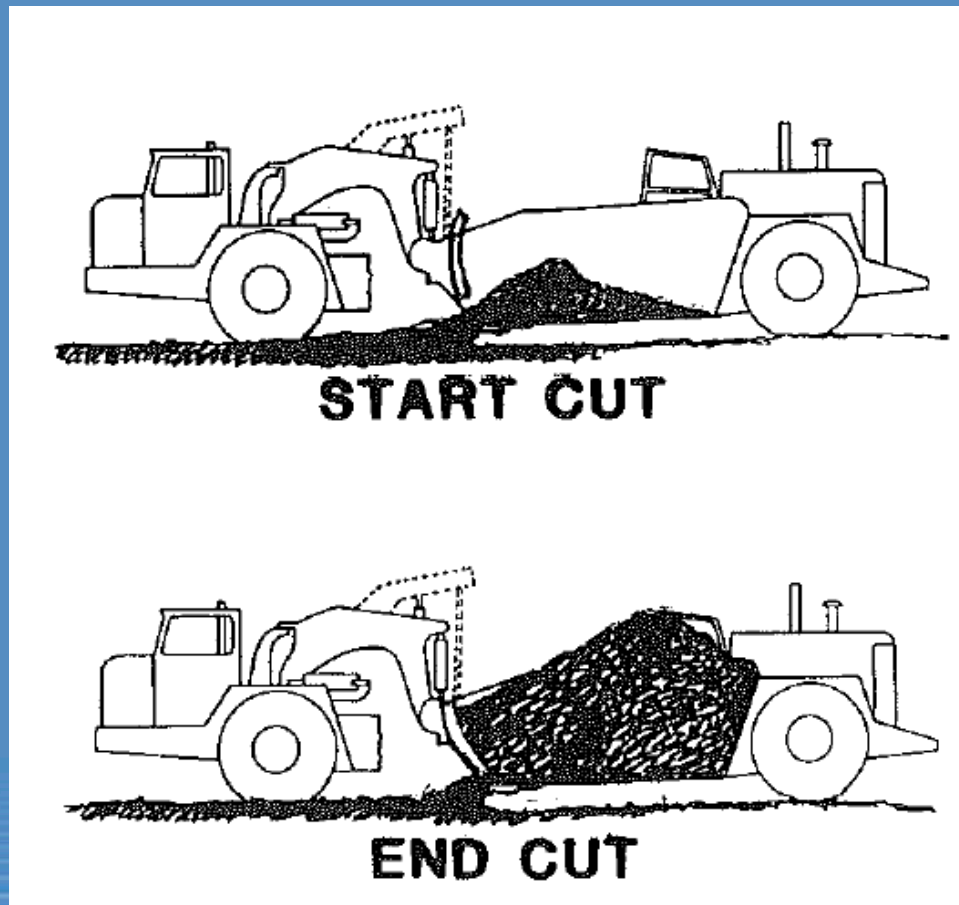
Minería a Cielo Abierto

■ Mototrailla



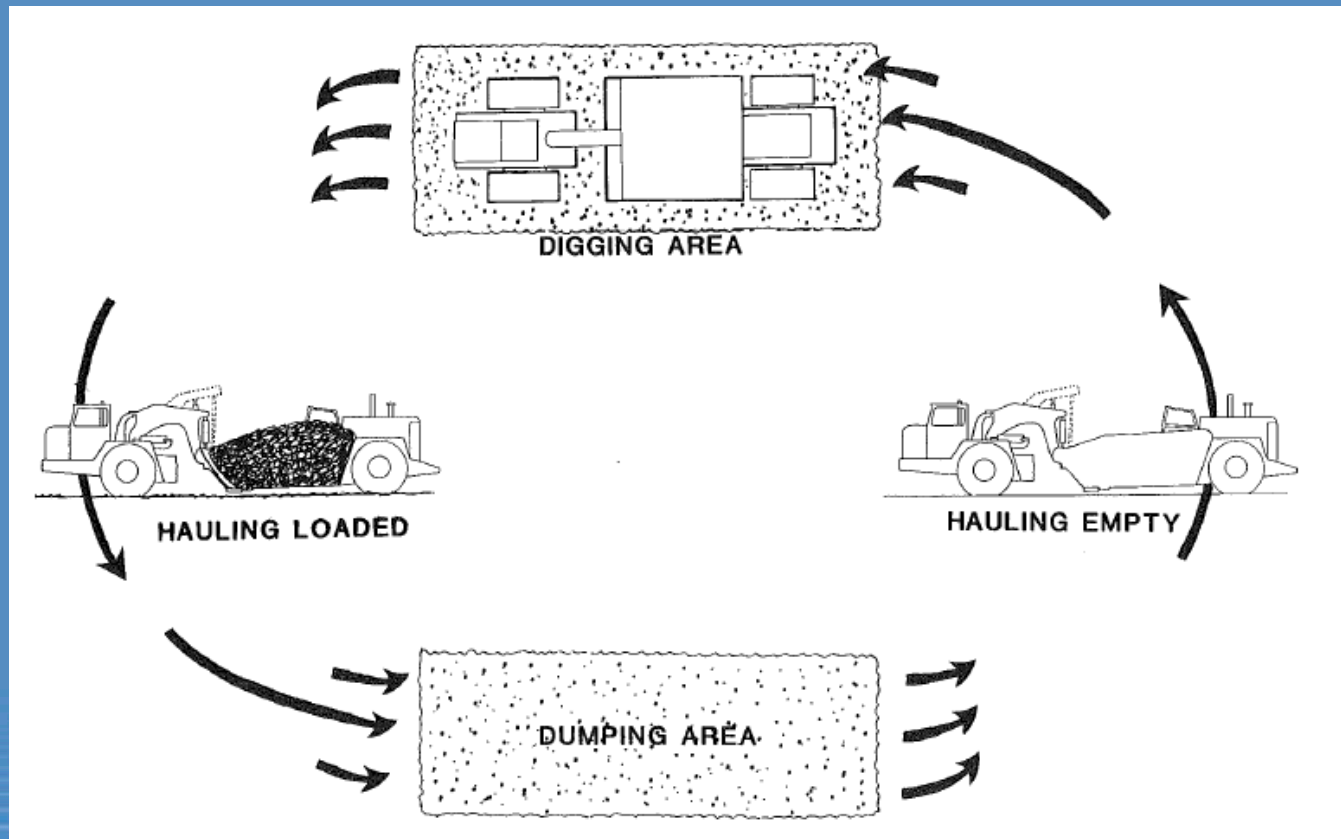
Minería a Cielo Abierto

■ Mototrailla



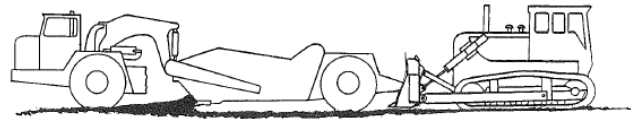
Minería a Cielo Abierto

- **Mototralla**
 - Práctica operativa

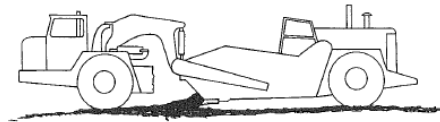


Minería a Cielo Abierto

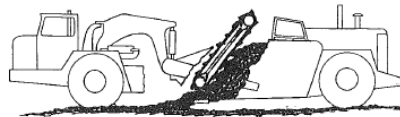
■ Mototrailla



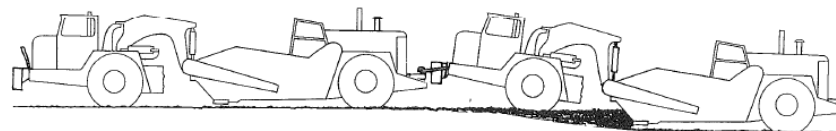
STANDARD SCRAPER, PUSHED BY DOZER



TANDEM SCRAPER, SELF-LOADING



ELEVATING SCRAPER, SELF-LOADING



PUSH-PULL SCRAPERS, ALTERNATE LOADING

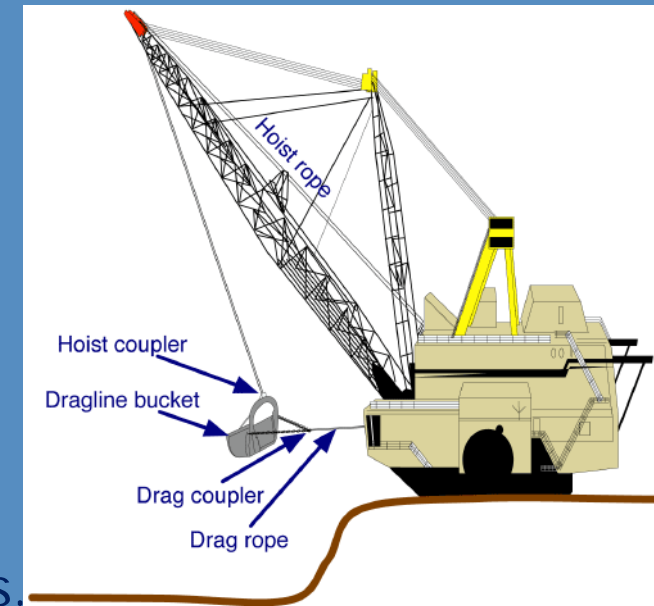


Minería a Cielo Abierto

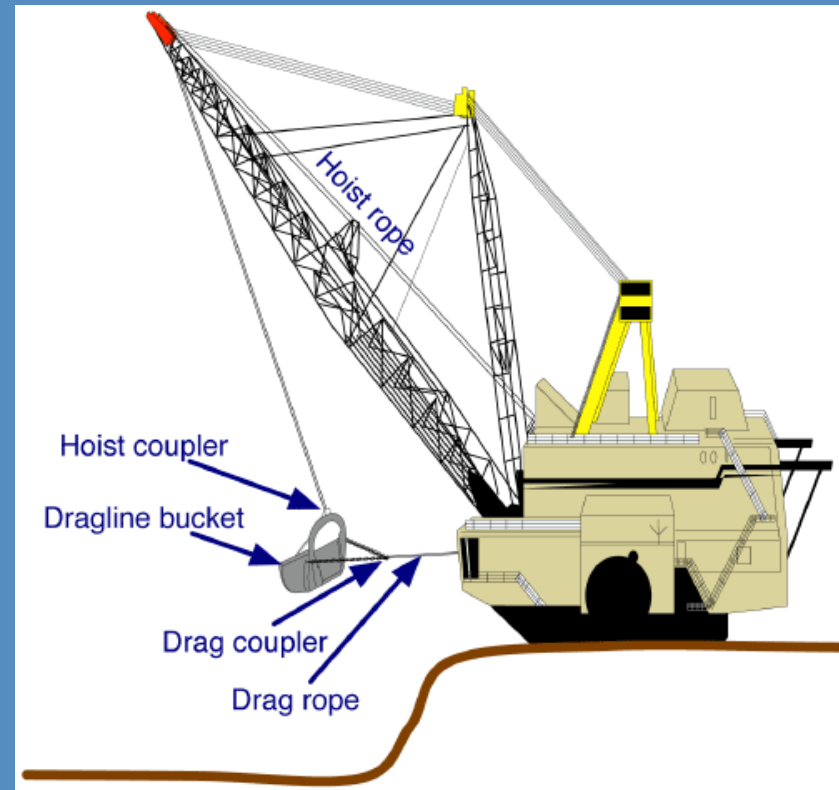
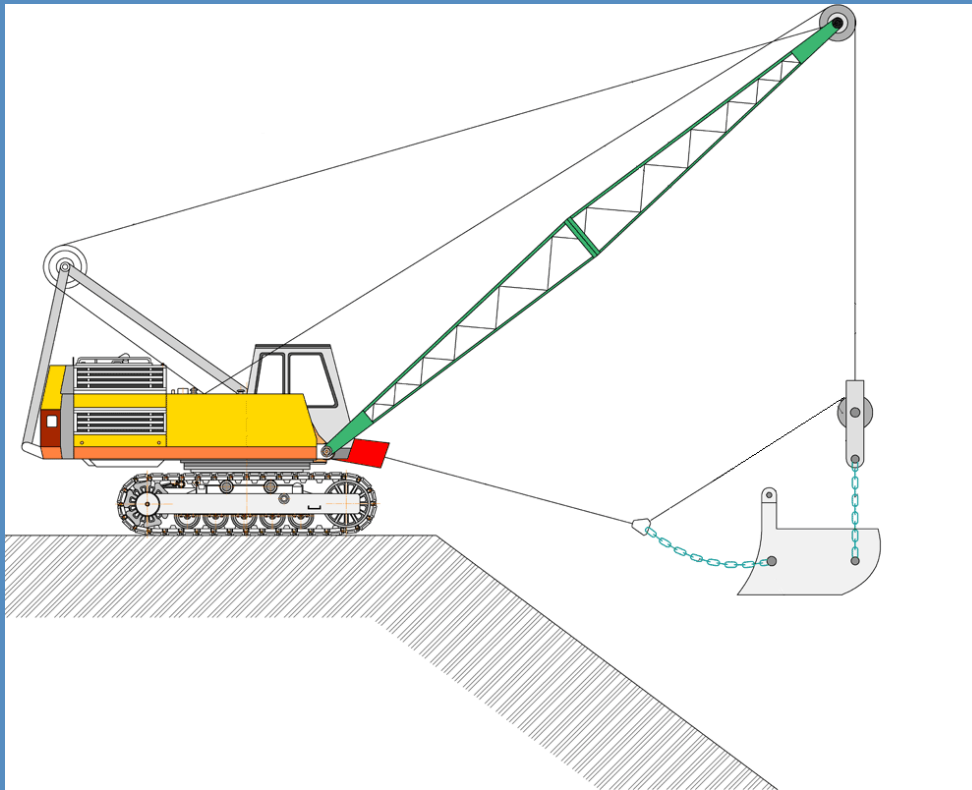
- **Dragalina**

Dragalina

- Poca capacidad de empuje
- Gran alcance
- Traslación sobre:
 - Orugas
 - Zancas
- **Ventajas:**
 - Útil en desmontes bajo lámina de agua.
 - Materiales blandos.
 - Eficiente en condiciones lodosas e inestables.
- **Desventajas:**
 - Alto coste de inversión
 - Aplicación restringida
 - No apto en trabajos en pendiente pronunciada



Dragalina





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



Dragalina





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



Dragalina





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



Dragalina





Examen

Examen

- Si se quiere realizar la excavación mecánica de un material compacto por debajo de la línea de rasante donde se ubica el equipo de carga, ¿cuál será la máquina más adecuada de entre las siguientes?
 - a) Excavadora hidráulica frontal.
 - b) Retroexcavadora.
 - c) Excavadora de cables.



Examen

- Si se quiere realizar la excavación mecánica de un material compacto por debajo de la línea de rasante donde se ubica el equipo de carga, ¿cuál será la máquina más adecuada de entre las siguientes?
 - a) Excavadora hidráulica frontal.
 - b) Retroexcavadora.**
 - c) Excavadora de cables.





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

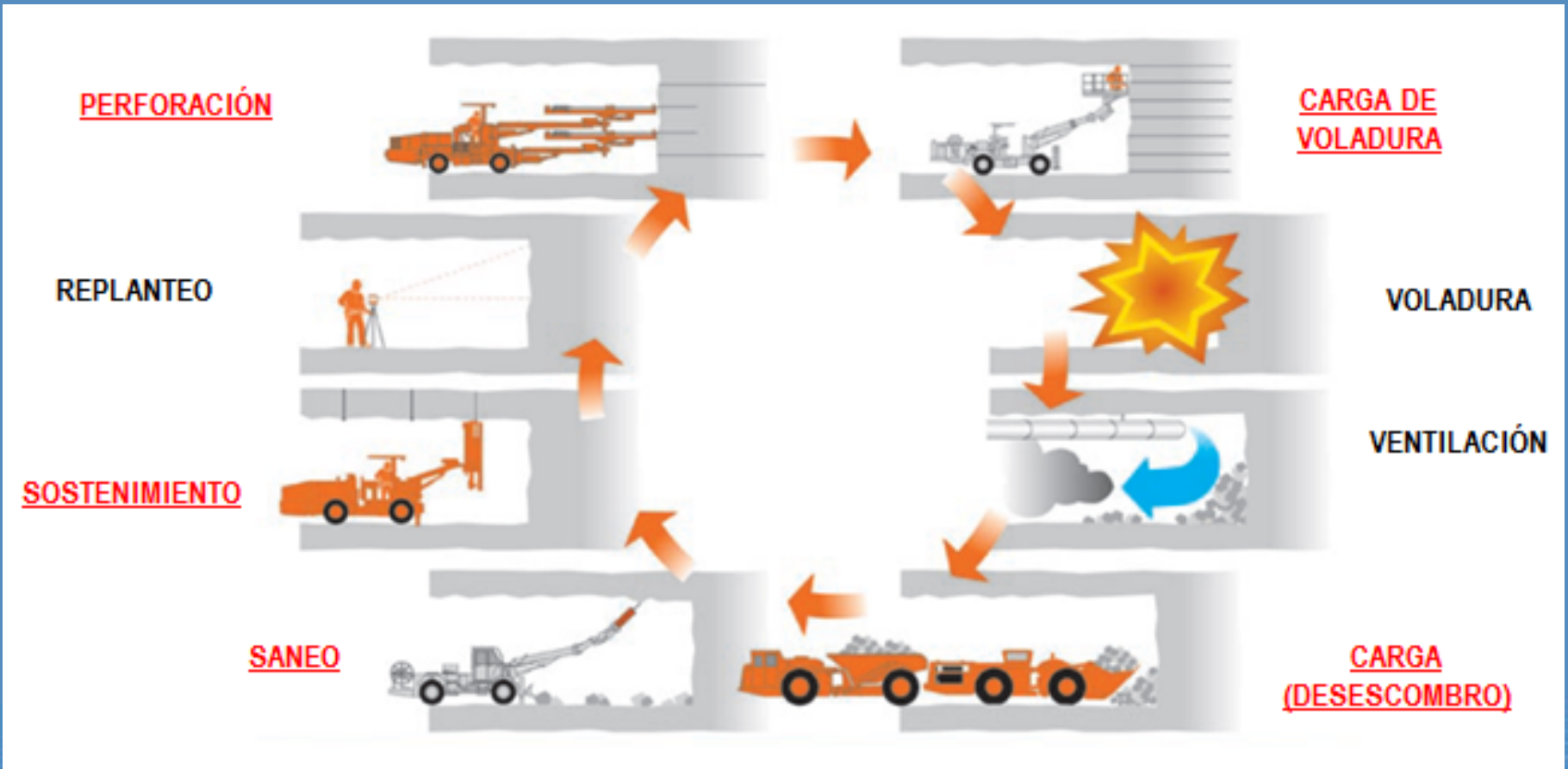


Universidad Politécnica de Madrid



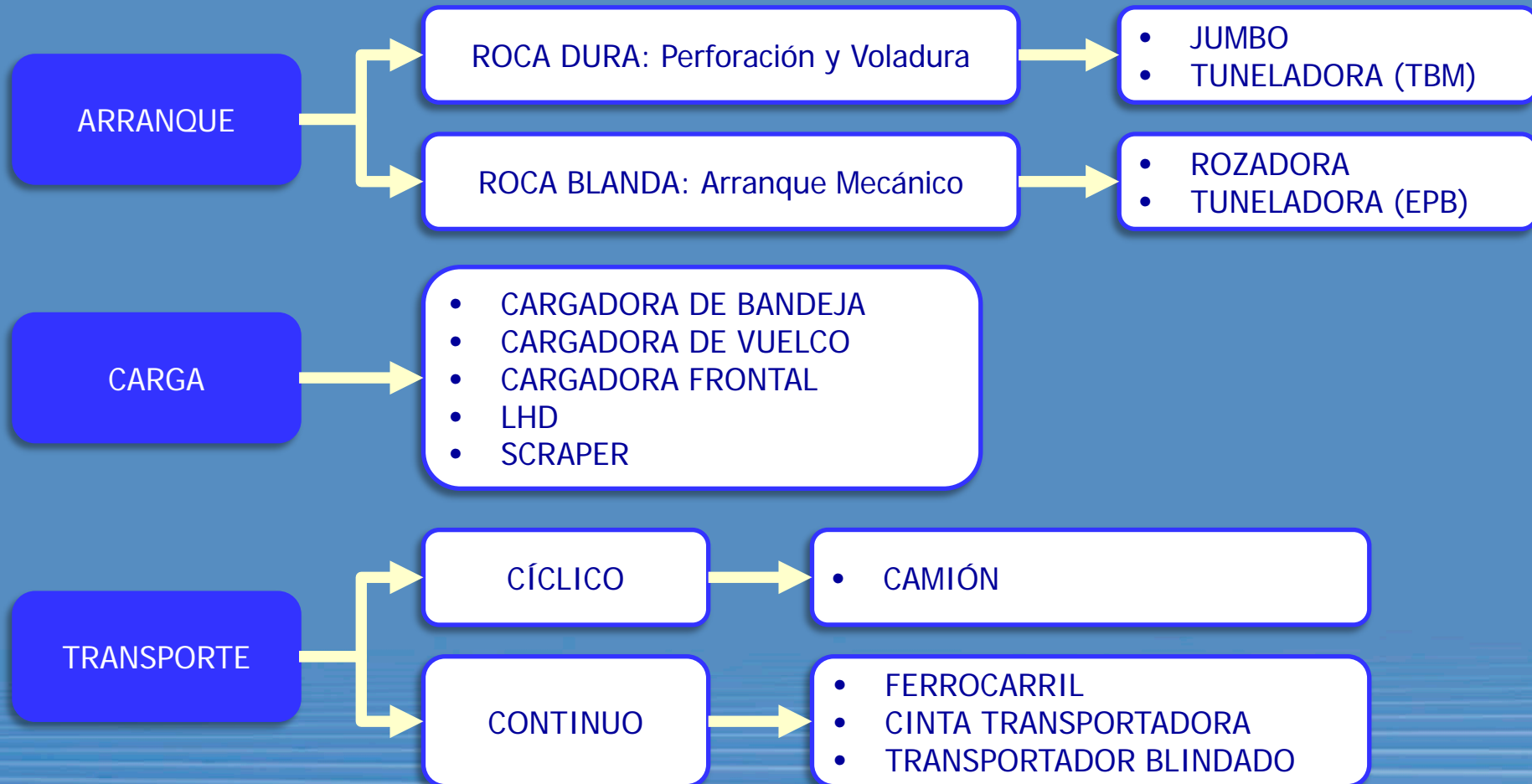
MAQUINARIA PARA MINERÍA DE INTERIOR

Minería de Interior



INTRODUCCIÓN

■ Clasificación de los Tipos de Maquinaria





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



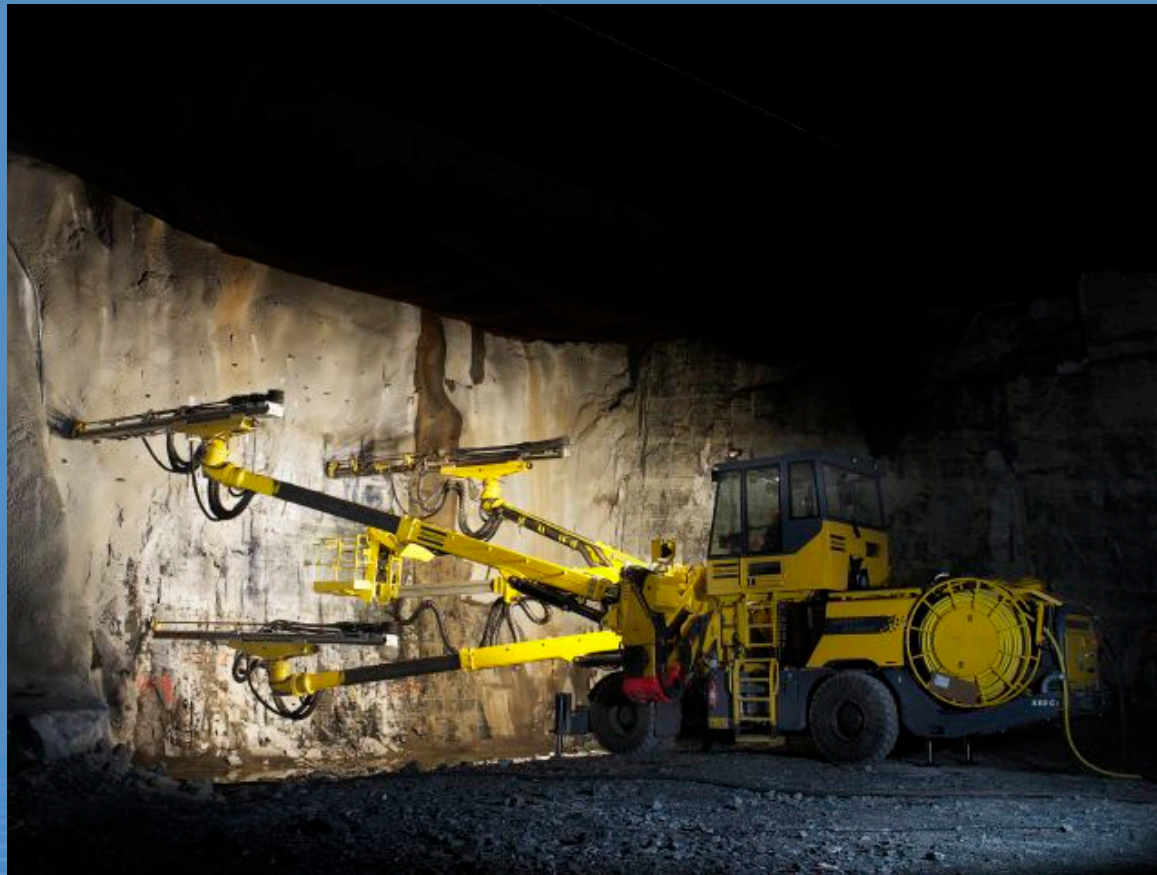
EQUIPOS DE ARRANQUE

- JUMBO DE PERFORACIÓN (Voladuras de avance)



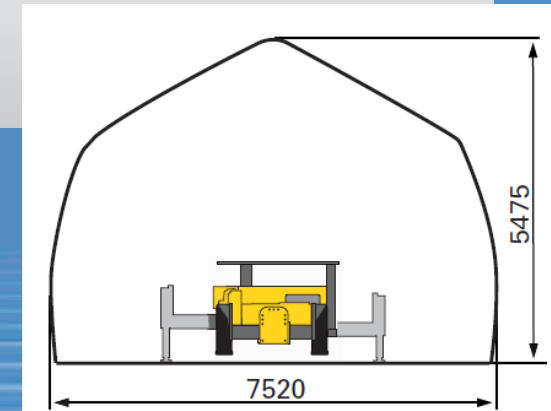
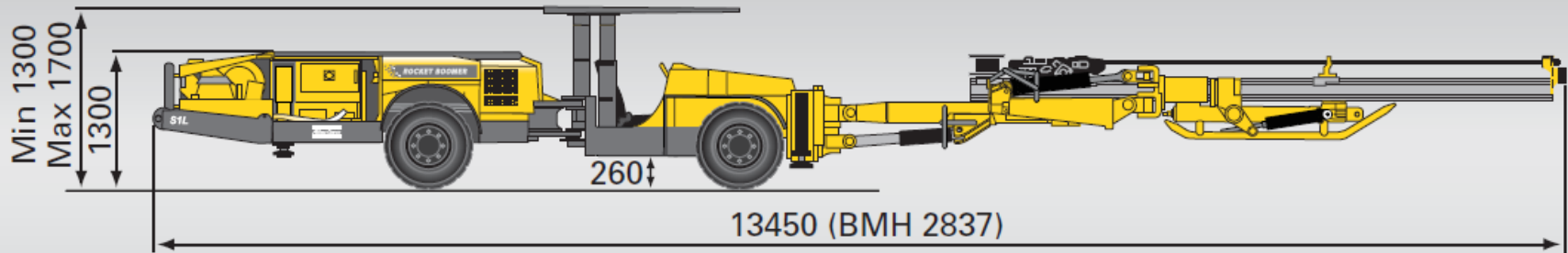
EQUIPOS DE ARRANQUE

- JUMBO DE PERFORACIÓN (Voladuras de avance)



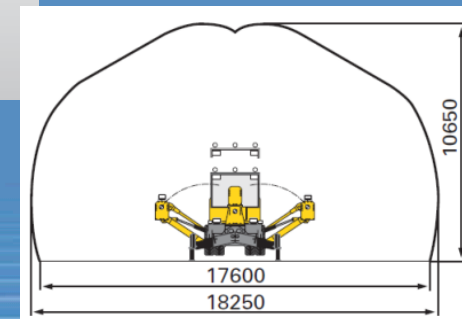
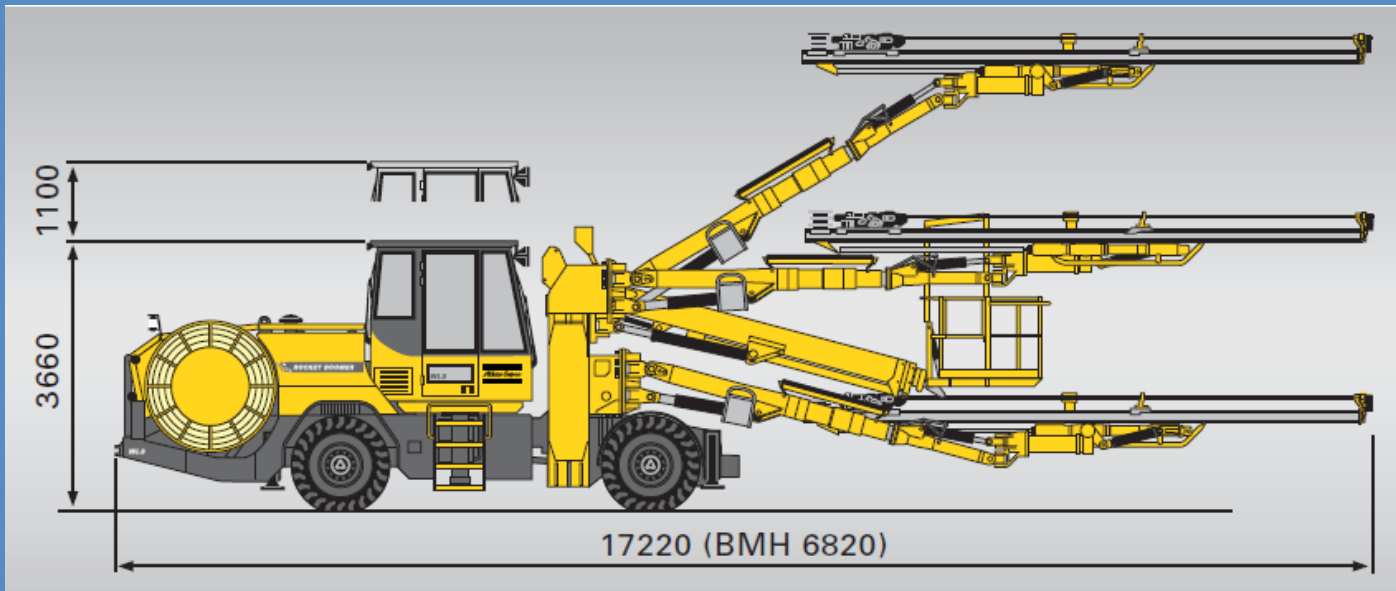
EQUIPOS DE ARRANQUE

- JUMBO DE PERFORACIÓN (Voladuras de avance)
 - Minería



EQUIPOS DE ARRANQUE

- JUMBO DE PERFORACIÓN (Voladuras de avance)
 - Obra Civil (Túneles)





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



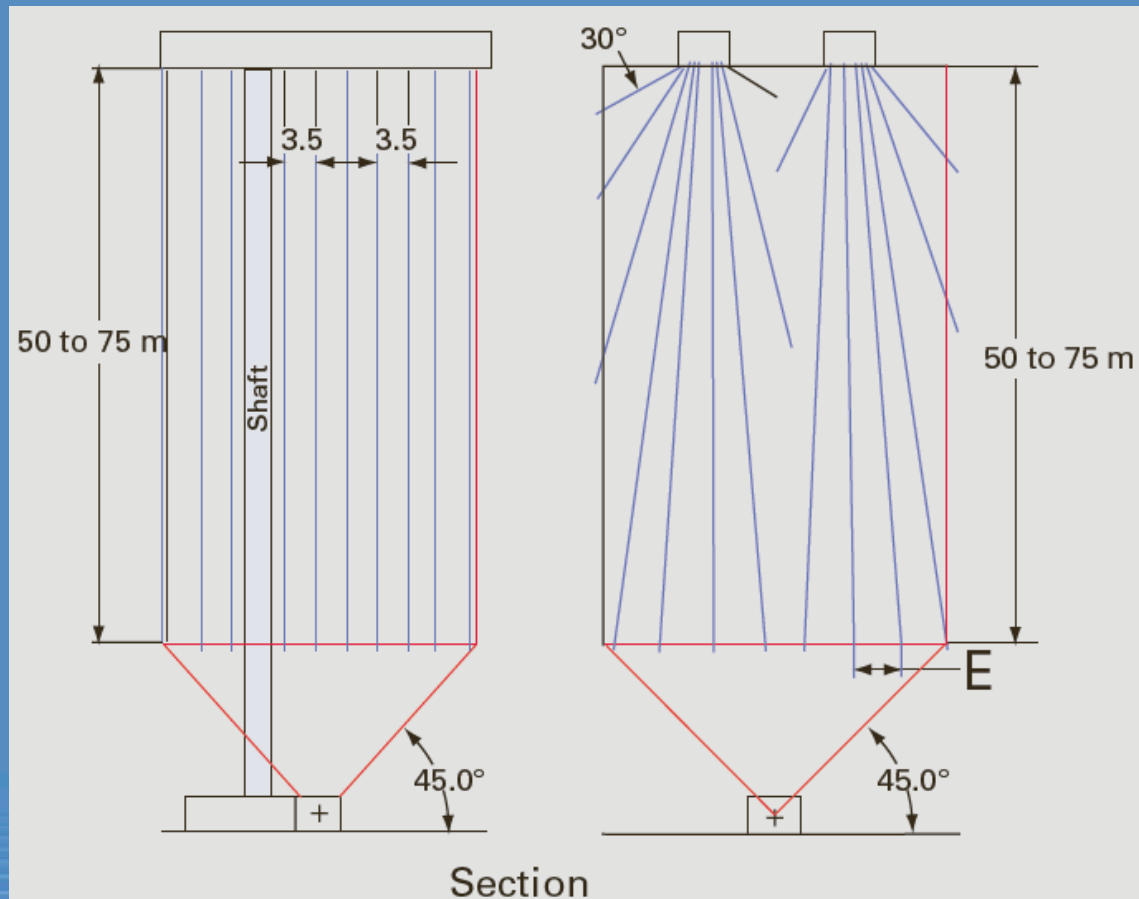
EQUIPOS DE ARRANQUE

- OTROS EQUIPOS DE PERFORACIÓN (Voladuras de producción)



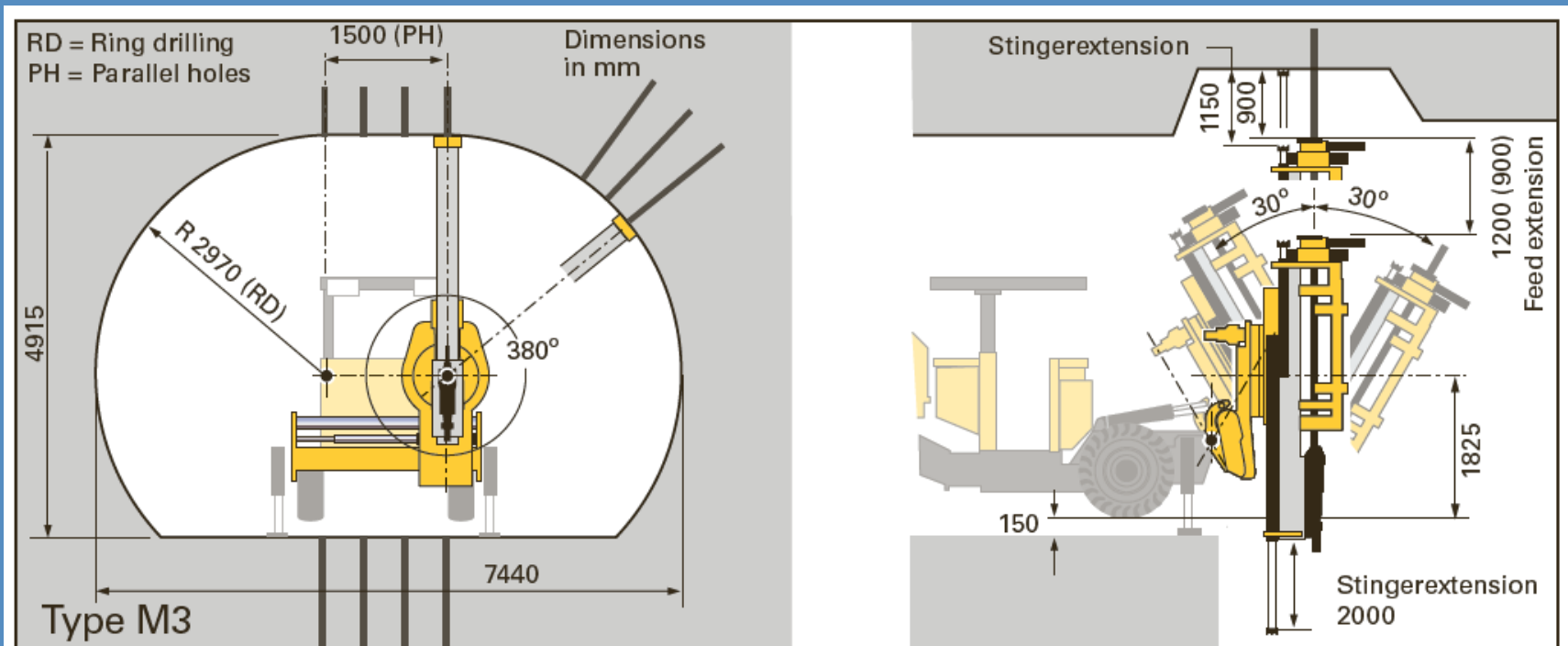
EQUIPOS DE ARRANQUE

- OTROS EQUIPOS DE PERFORACIÓN (Voladuras de producción)



EQUIPOS DE ARRANQUE

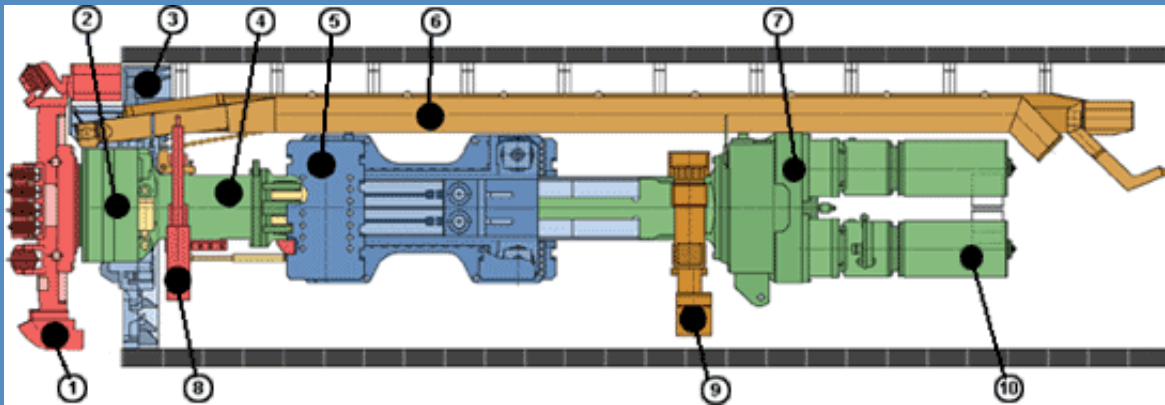
■ OTROS EQUIPOS DE PERFORACIÓN (Voladuras de producción)



Simba type M3 drilling configurations

EQUIPOS DE ARRANQUE

■ TUNELADORA (TBM)

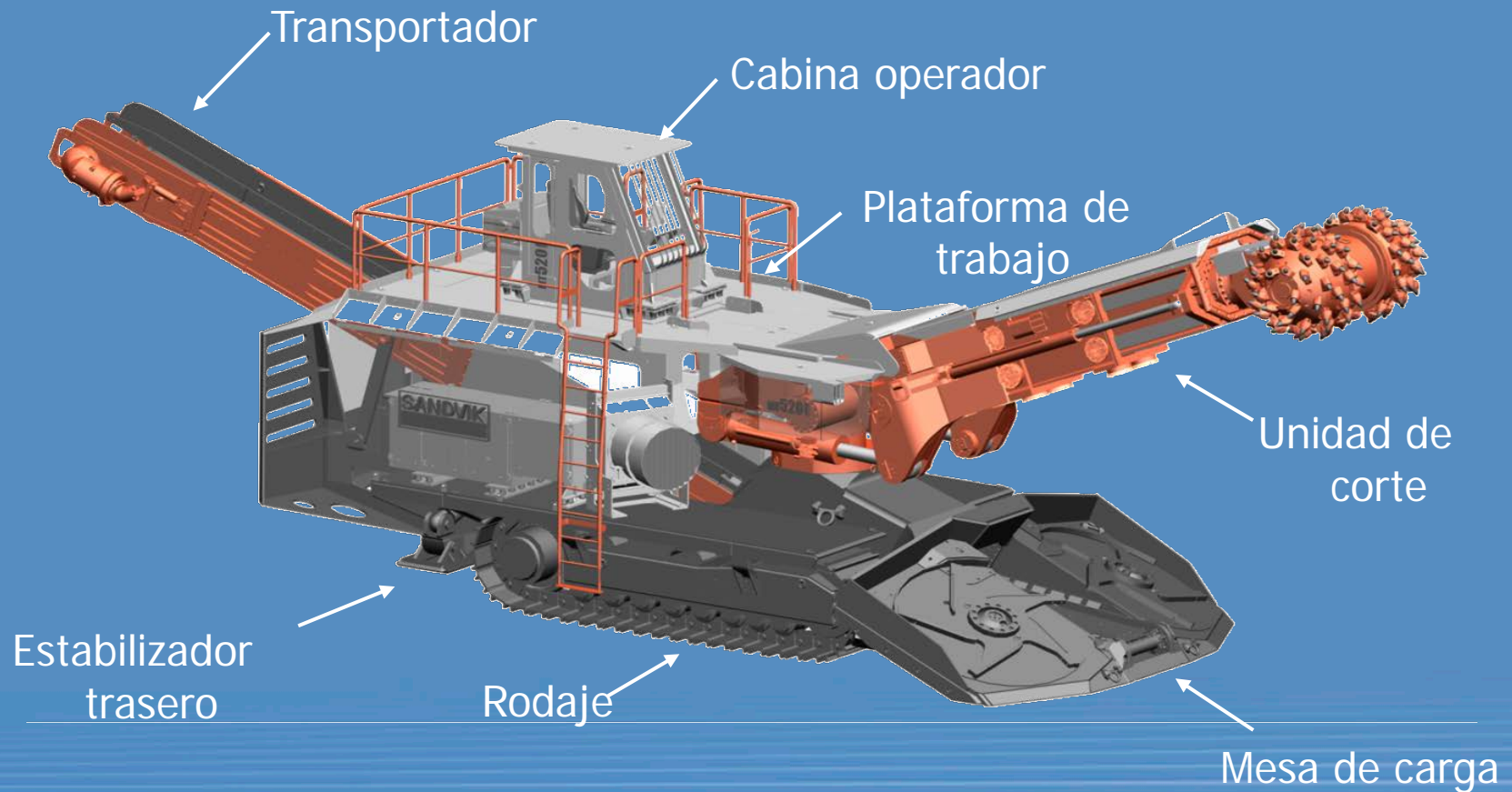


1. Rueda de corte para roca
2. Rodamiento principal
3. Escudo para la rueda de corte
4. Kelly interior
5. Kelly exterior
6. Cinta transportadora
7. Accionamiento rueda de corte
8. Soporte delantero
9. Soporte trasero
10. Motor eléctrico



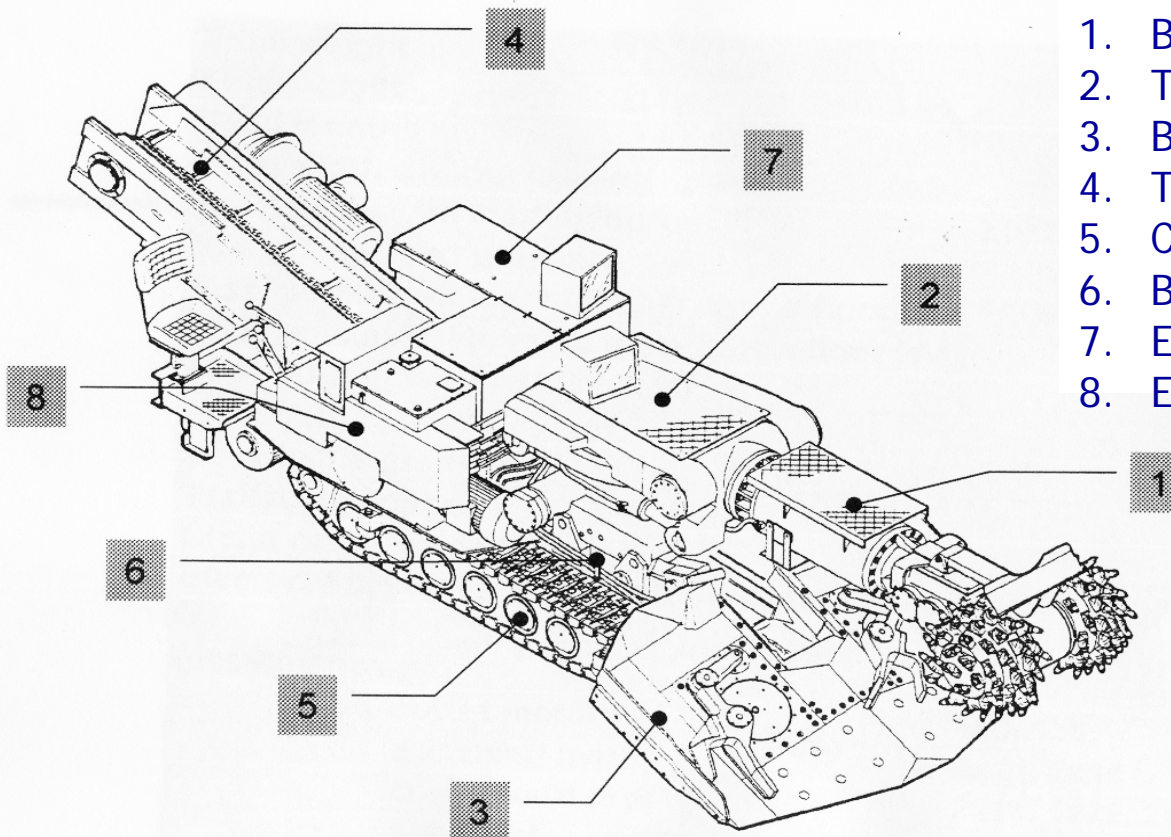
EQUIPOS DE ARRANQUE

■ ROZADORA / MINADOR



EQUIPOS DE ARRANQUE

■ ROZADORA / MINADOR



1. Brazo de corte
2. Torreta de giro
3. Bandeja de carga
4. Transportador
5. Conjunto de orugas
6. Bastidor o chasis
7. Equipo eléctrico
8. Equipo hidráulico



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

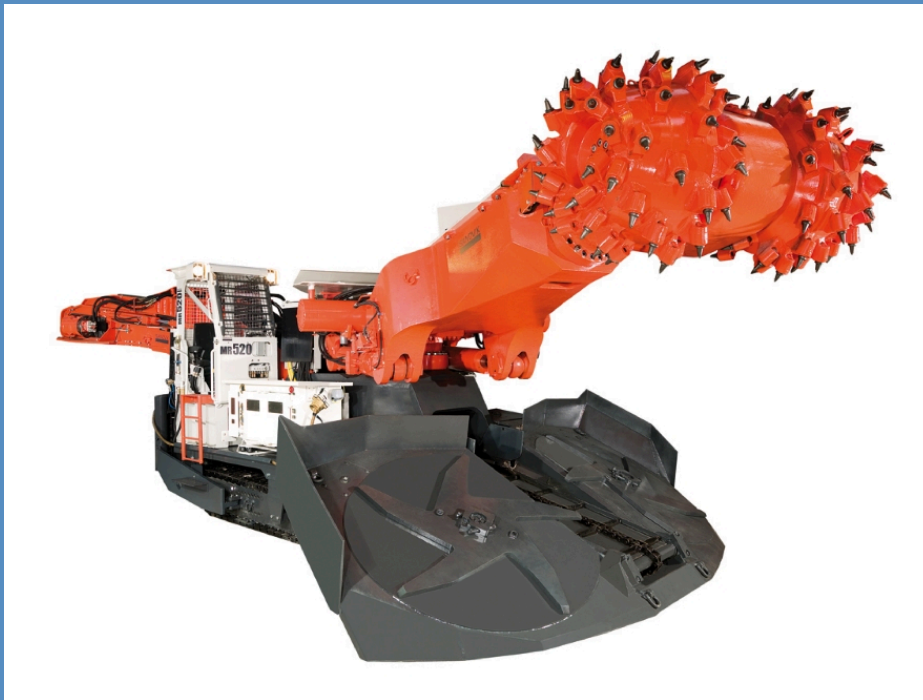


Universidad Politécnica de Madrid



EQUIPOS DE ARRANQUE

■ ROZADORA / MINADOR





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



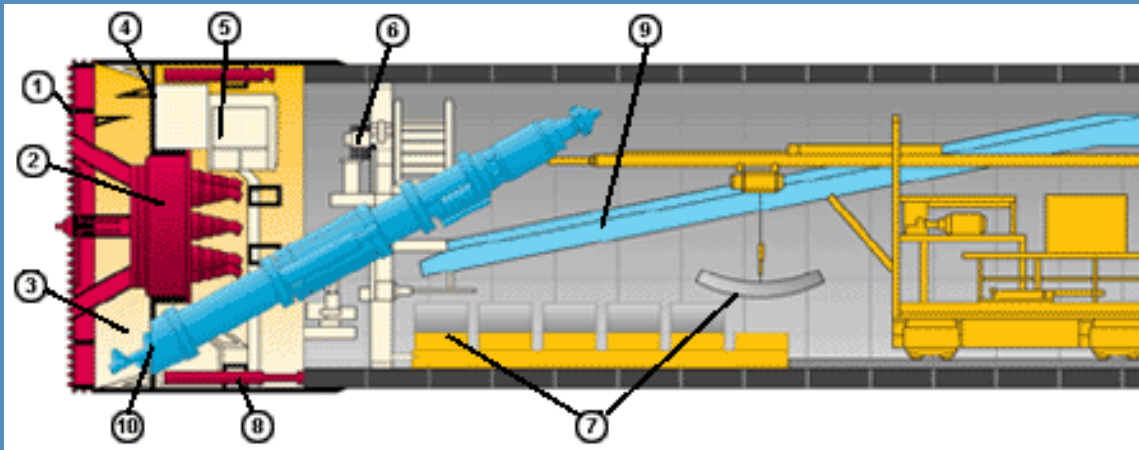
EQUIPOS DE ARRANQUE

■ ROZADORA / MINADOR



© 2006 JOY MINING MACHINERY

EQUIPOS DE ARRANQUE



1. Rueda de Corte
2. Accionamiento
3. Cámara de excavación
4. Sensor de presión
5. Esclusa de aire comprimido
6. Erector de dovelas
7. Dovelas
8. Cilindros de propulsión
9. Cinta transportadoras
10. Sinfín de extracción



EQUIPOS DE CARGA

- TIPOS DE CARGADORA
 - CARGADORA DE BANDEJA



EQUIPOS DE CARGA

- TIPOS DE CARGADORA
 - CARGADORA DE VUELCO

EIMCO

Capacidad de cazo: 400 litros Anchura: 1'020 m.

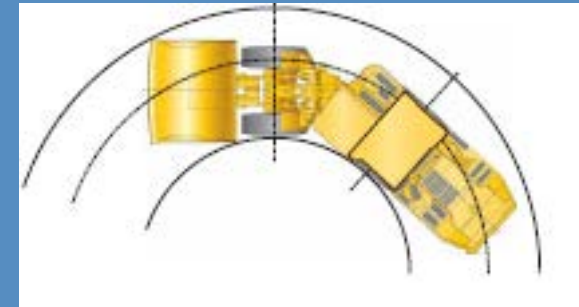


DEILMANN-HANIEL



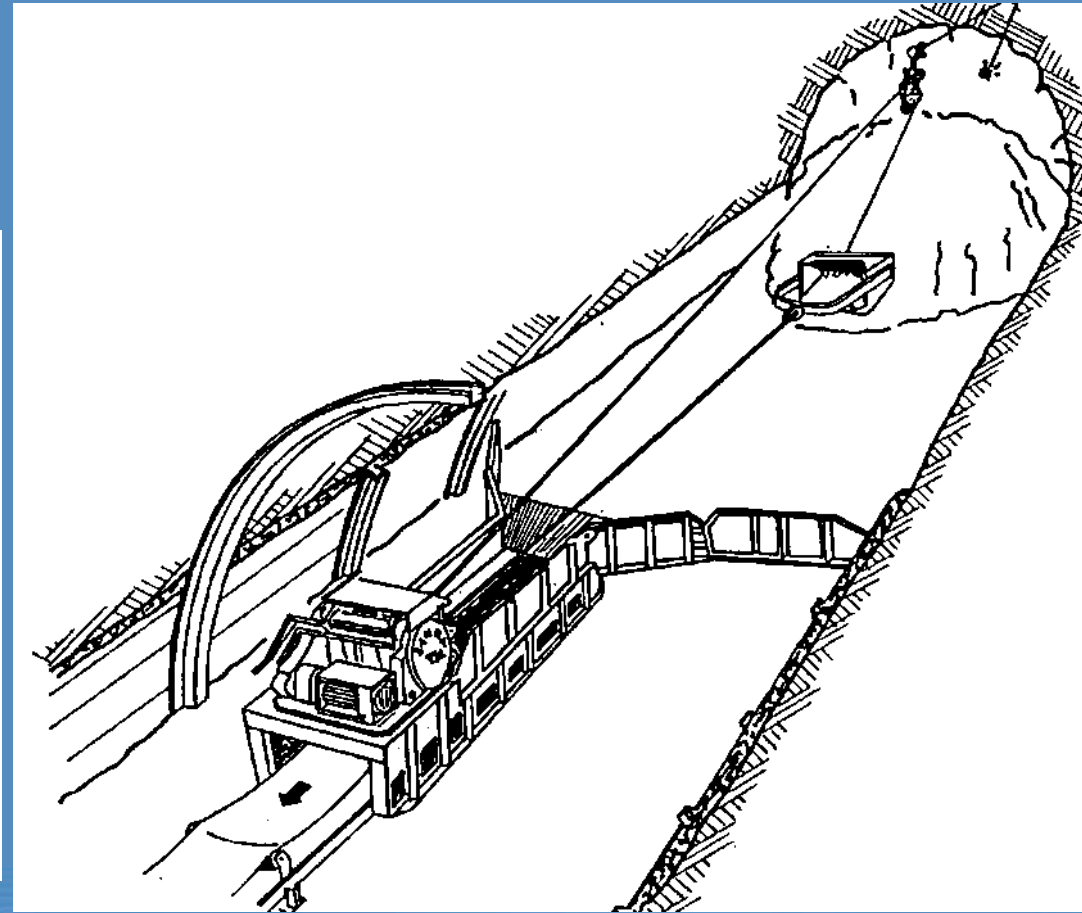
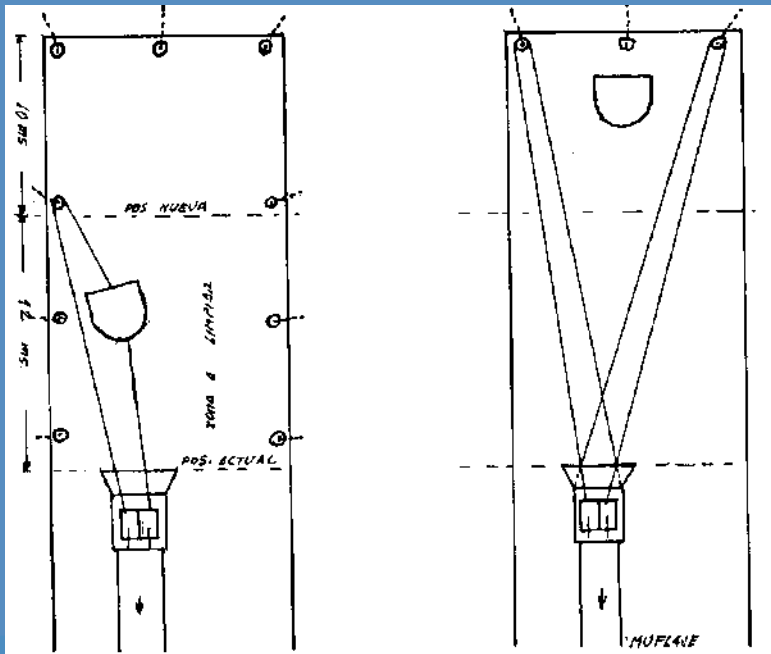
EQUIPOS DE CARGA

- TIPOS DE CARGADORA
 - CARGADORA FRONTAL



EQUIPOS DE CARGA

■ TIPOS DE CARGADORA – SCRAPER



Posición de
carga

Posición para desplazamiento
del cabrestante

EQUIPOS DE CARGA

■ TIPOS DE CARGADORA

– LHD

- L (Load)
- H (Haul)
- D (Dump)

■ Características:

■ Asiento del conductor orientado lateralmente

• Bajo perfil:

- Capacidad de trabajar en espacios reducidos

• Mayor longitud de bastidor

- Estabilidad, mayor velocidad de traslación con plena carga

• Gran capacidad de cazo

- Hasta un 50 % más que una pala convencional con el mismo tamaño de motor





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



EQUIPOS DE CARGA

- TIPOS DE CARGADORA
 - LHD



EQUIPOS DE CARGA

- TIPOS DE CARGADORA
 - LHD



EQUIPOS DE TRANSPORTE

- TRANSPORTE POR CAMIÓN
 - Flexible
 - Capacidad para trabajar en horizontal o rampa
 - No tiene un itinerario fijo
 - Baja inversión
 - Permite diversos usos
 - Mineral, estéril, relleno, materiales...
 - Requiere más ventilación



EQUIPOS DE TRANSPORTE

■ TRANSPORTE POR CAMIÓN





EQUIPOS DE TRANSPORTE

- TRANSPORTE POR FERROCARRIL
 - El sistema tradicional de transporte horizontal (normalmente nivel principal de transporte)
 - Pendiente limitada (max 4 % = 1:25)
 - Eficaz para grandes distancias y producciones a largo plazo
 - Itinerario fijo y de una sola vía.
 - Aunque puede incluir rutas alternativas, puntos de carga o descarga, etc.
 - Inversión alta
 - Obstáculo para otros equipos móviles en la mina
 - A menudo automatizado



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



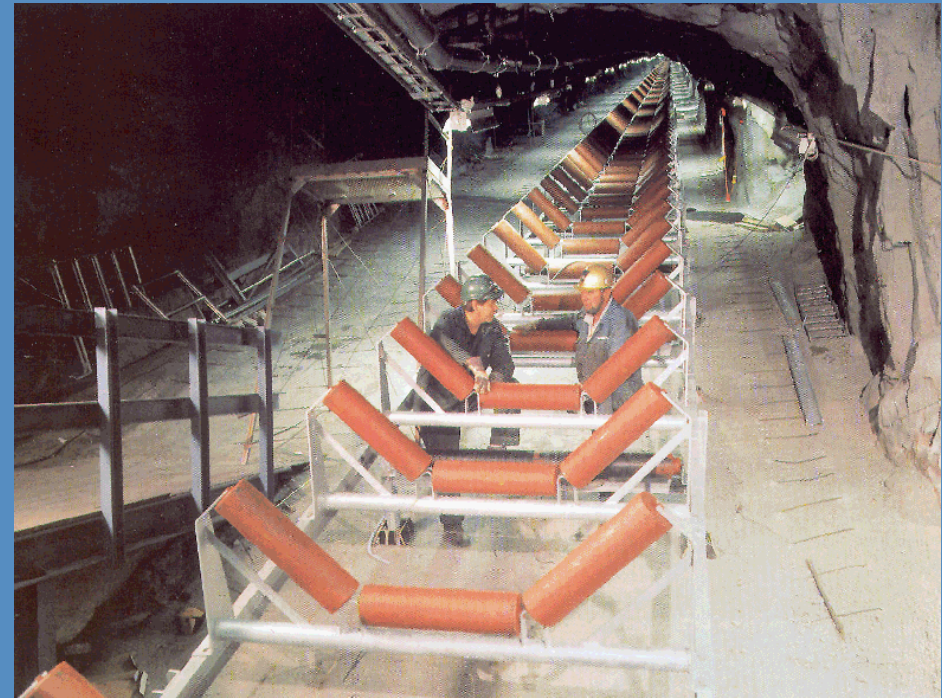
EQUIPOS DE TRANSPORTE

■ TRANSPORTE POR FERROCARRIL



EQUIPOS DE TRANSPORTE

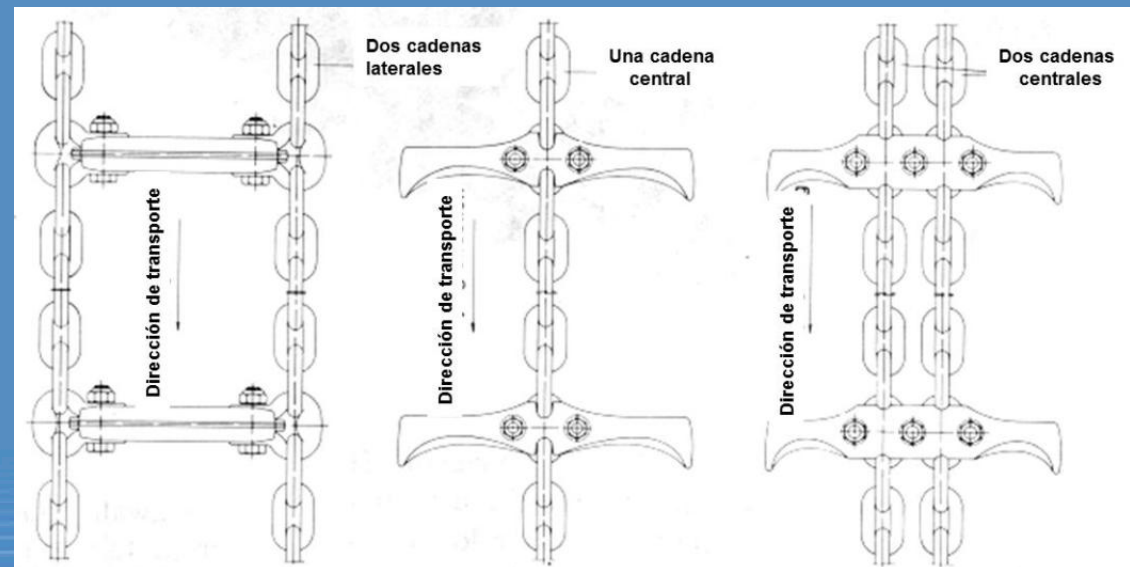
- TRANSPORTE POR CINTA
 - Eficiente en largas distancias y con flujo continuo de material.
 - Puede operar en horizontal o con inclinaciones de hasta un 35% (1:3)
 - Alta inversión
 - Tamaño de fragmentos máximo 300mm. aprox. (A menudo requiere un machaqueo previo)



EQUIPOS DE TRANSPORTE

■ TRANSPORTADOR BLINDADO

- Transporte del mineral
- Soporte y guía del equipo de corte (cepillo o rozadora)
- Anclaje para avance de las pilas
- Accionamiento por motor eléctrico y reductora desde uno o ambos extremos





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

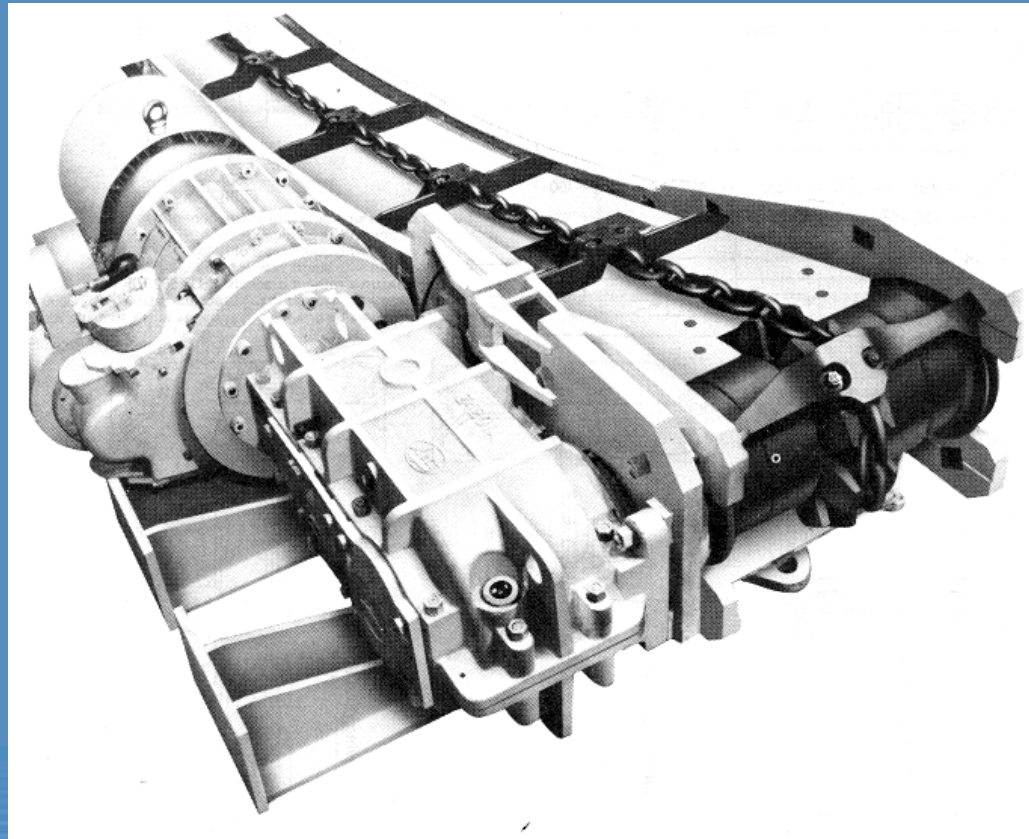


Universidad Politécnica de Madrid



EQUIPOS DE TRANSPORTE

■ TRANSPORTADOR BLINDADO





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

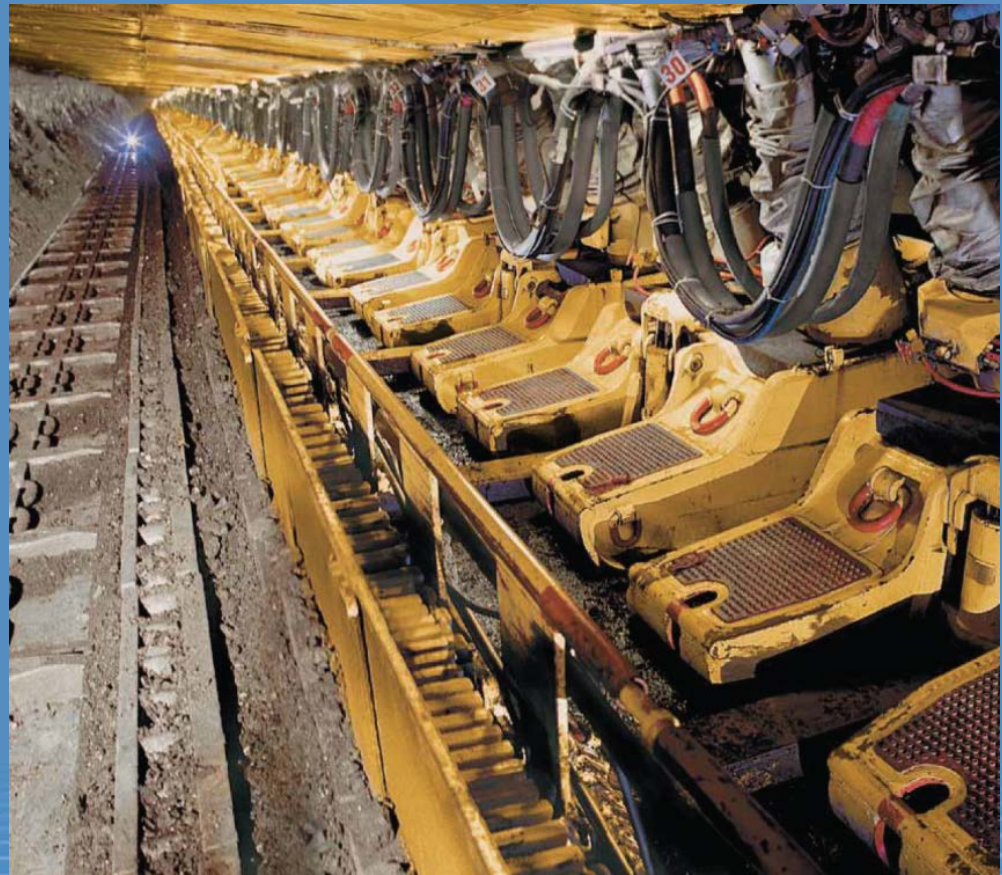


Universidad Politécnica de Madrid



EQUIPOS DE TRANSPORTE

■ TRANSPORTADOR BLINDADO



EQUIPOS DE TRANSPORTE

■ MONORRAIL

- Eléctrico / diesel
- Puede operar en horizontal o hasta con 45° de pendiente
- Puede girar en curvas muy cerradas





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



The EJC 88 XLP loader





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



Mining in 1.1m high.....





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

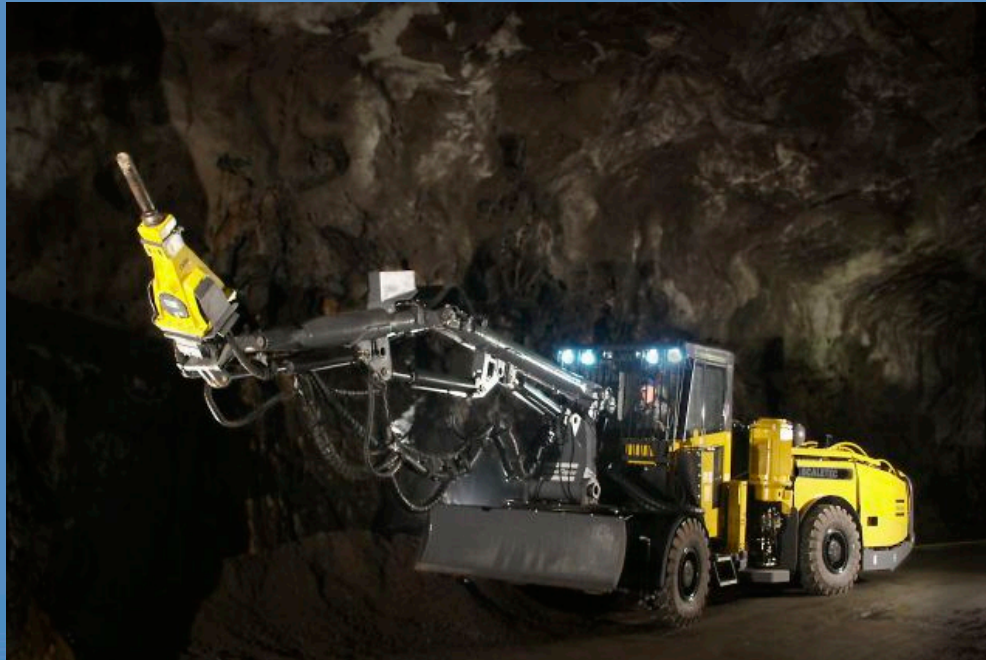


Universidad Politécnica de Madrid



OTROS EQUIPOS

- EQUIPOS DE SANEAMIENTO DEL FREENTE
 - Utilizados en frentes de gran sección para eliminar rocas inestables para garantizar la seguridad en trabajos posteriores





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



OTROS EQUIPOS

- EQUIPOS DE CARGA DE VOLADURAS
 - Equipos auxiliares que posibilitan la carga mecanizada de voladuras
 - Están compuestas por plataformas de elevación y elementos de carga de explosivo.



OTROS EQUIPOS

- EQUIPOS DE CARGA DE VOLADURAS



OTROS EQUIPOS

- EQUIPOS DE CARGA DE VOLADURAS



OTROS EQUIPOS

- EQUIPOS DE COLOCACIÓN DE SOSTENIMIENTO

