

EXCAVADORAS HIDRÁULICAS

CUADERNO DE DESCRIPCIÓN Y PRÁCTICAS DE MAQUINARIA EN MINERÍA A CIELO ABIERTO

Equipo de trabajo:

Juan Herrera Herbert

(juan.herrera@upm.es)

Jorge Castilla Gómez

(jorge.castilla@upm.es)

Alberto Simarro Cemborain

Copyright © 2014. Todos los derechos reservados

Diseño de cubiertas e interiores: Los autores.

Universidad Politécnica de Madrid
Departamento de Ingeniería Geológica y Minera
Laboratorio de Tecnologías Mineras

ADVERTENCIA

El presente documento ha sido preparado con una finalidad exclusivamente divulgativa y docente. Las referencias a productos, marcas, fabricantes y estándares que pueden aparecer en el texto, se enmarcan en esa finalidad y no tienen ningún propósito comercial.

Todas las ideas que aquí se desarrollan tienen un carácter general y formativo y el ámbito de utilización se circunscribe exclusivamente a la formación de los estudiantes de la UPM. La respuesta ante un caso particular requerirá siempre de un análisis específico para poder dictaminar la idoneidad de la solución y los riesgos afrontados en cada caso, además de las incidencias en los costes de explotación. Consulte siempre a su ingeniería, consultor, distribuidor y fabricante de confianza en cada caso.



Este documento ha sido formateado para su visualización y uso en dispositivos electrónicos y permitir ahorrar en el consumo de papel y tóner.
Antes de imprimirlo, piense si es necesario hacerlo.

Índice de la obra

1. EXCAVADORAS HIDRÁULICAS FRONTALES.....	5
1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MÁQUINA.....	5
1.2. OPERACIONES BÁSICAS	8
1.3. APLICACIONES.....	8
1.4. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	9
1.5. PRÁCTICAS OPERACIONALES.....	11
1.6. VENTAJAS.....	12
1.7. DESVENTAJAS.....	12
2. RETROEXCAVADORAS HIDRÁULICAS	15
2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MÁQUINA.....	15
2.2. OPERACIONES BÁSICAS	17
2.3. APLICACIONES.....	18
2.4. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	18
2.5. PRÁCTICAS OPERACIONALES.....	20
2.6. VENTAJAS.....	21
2.7. DESVENTAJAS.....	21

1. EXCAVADORAS HIDRÁULICAS FRONTALES

1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MÁQUINA

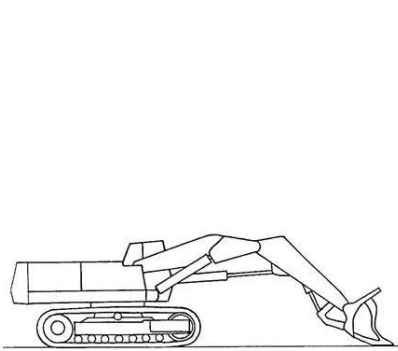
- Capacidades desde 2 a 30 m³.
- Potencias desde 300 HP a 2400 HP.
- Pesos en operación desde 52 a 425 t.
- Diseños compactos y pesos relativamente reducidos en relación a la capacidad de los cazos.
- Elevada luz del chasis inferior sobre el suelo, del orden de 0,5 a 1 m, lo que facilita sus desplazamiento sobre terrenos de baja capacidad portante o mal acondicionados.
- Reducidas presiones específicas sobre el terreno, de 0,09 a 0,2 Mpa.
- Excelente posicionamiento de las máquinas gracias al accionamiento



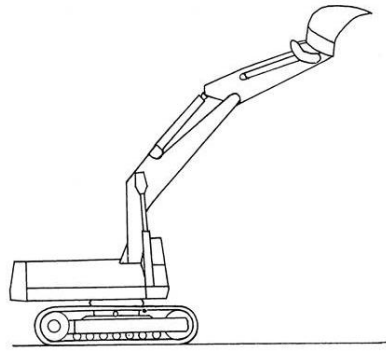


independiente de las orugas.

- Versatilidad para orientar el cazo en el frente de excavación, por lo que son muy adecuadas para efectuar una explotación selectiva.
- Buena penetración y factor de llenado del cazo debido a la continua evolución del diseño de éstos.
- Reducción de los daños causados en la caja de los volquetes, por el mayor control en la descarga de cazos, alcanzándose una buena distribución y reparto del material.
- Exigen poco espacio para operar, constituyendo el equipo ideal en la excavación en trinchera de carreras, fondos de cortas, alimentación de equipos móviles, etc.
- Menor necesidad de empleo de máquinas auxiliares en el tajo de carga, si se compara con la excavadora de cables.
- Moderado consumo de energía, debido a la pequeña potencia relativa instalada y al grado de eficacia alcanzado.
- Vida útil de 25000 a 35000 h.
- Costes de operación e inversión medios.
- Facilidad de desplazamiento e instalación en obra, por lo que es adecuada en el sector de movimientos de tierras.



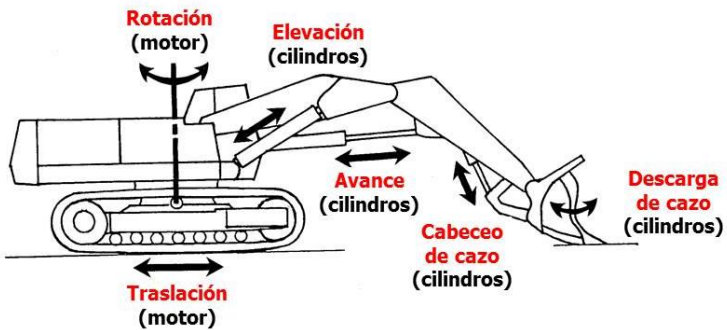
Excavadora hidráulica frontal



Retroexcavadora hidráulica

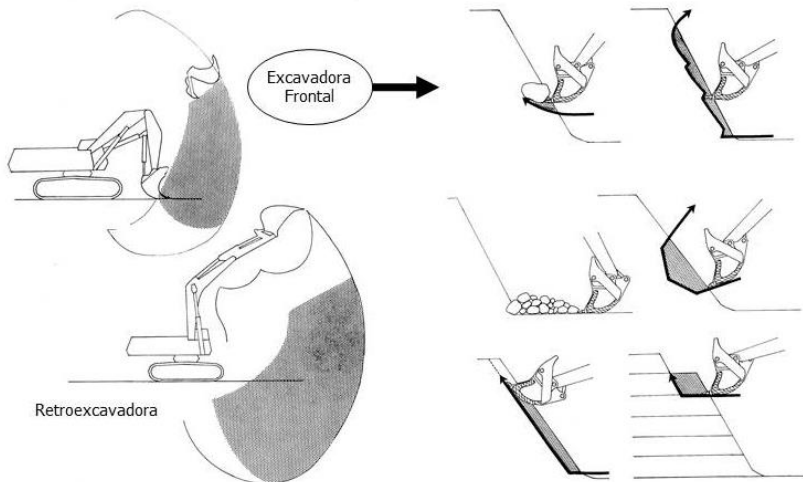
Las partes principales son:

- Chasis y tren de rodaje.
- Superestructura, planta motriz y sistemas hidráulicos.
- equipos de trabajo.



1.2. OPERACIONES BÁSICAS

El ciclo básico de trabajo de una de estas máquinas consiste en excavar el frente de tajo, una vez lleno el cazo girar hasta situarla sobre el elemento receptor de la carga, descargar y girar en vacío hasta el frente, al mismo tiempo que descende el cazo, para empezar el nuevo ciclo.

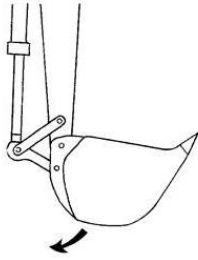


1.3. APLICACIONES

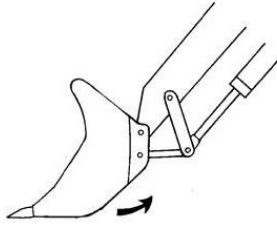
Las excavadoras hidráulicas se utilizan en el arranque y carga de materiales rocosos de recubrimiento y de los minerales en explotaciones con bancos de altura generalmente inferior a los 15m.

Los equipos mayores en versión frontal son unidades alternativas a las excavadoras de cables y tienen cada día una mayor implantación. Trabajan conjuntamente con volquetes y en ocasiones, con trituradoras móviles descargando el material sobre tolvas.

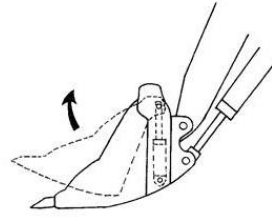
Las unidades más pequeñas, además de utilizarse como equipos de producción, en algunos casos son capaces de realizar diferentes operaciones auxiliares, como apertura de rampas, excavación de zanjas y cunetas, etc.



Cazo de retroexcavadora



Cazo de pieza única Excavadora frontal



Descarga inferior Excavadora frontal

1.4. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

En el diseño podemos ver las siguientes partes:

- Chasis. Tiene por misión transmitir las cargas de la superestructura al tren de rodaje. Los chasis para trenes de rodaje de orugas están constituidos por una estructura en forma de H que aloja en su parte central la corona de giro y va apoyada y anclada en los carros de orugas. Los chasis de orugas tienen la ventaja sobre los neumáticos de mayor tracción sobre el suelo, menor presión sobre el terreno, mayor estabilidad y menor radio de giro. Los chasis sobre neumáticos disponen de estabilizadores que aportan rigidez al conjunto, mayor estabilidad, absorción de esfuerzos y sacudidas, supresión de esfuerzos por fatiga sobre los ejes y frenos. Y también nivelación del equipo en terrenos irregulares.
- Tren de rodaje. Constituye una plataforma de trabajo estable. Soporta los movimientos de la máquina, permitiéndola girar durante la traslación. Y aporta al conjunto movilidad y capacidad para remontar pendientes. Pueden ser sobre orugas donde se distinguen los siguientes componentes: cadenas de tejas ensambladas por bulones y casquillos sellados, tensores de cadena, rodillos guía, ruedas guía y rueda motriz. Existen tres tipos básicos: estándar, de baja presión y reforzados. Las unidades con peso en operación inferior a 30 t pueden montarse con

neumáticos. Estas máquinas pueden utilizar tres tipos de transmisión: mecánica, hidrostática y mixta.

- Superestructura. Es un conjunto formado por dos vigas cajón y un conjunto de módulos adosados que deben absorber los esfuerzos transmitidos por el equipo de trabajo en la excavación y la aceleración producida por el giro, estando unida al chasis mediante la corona de giro. La corona de giro es el elemento de la excavadora que permite la rotación de la superestructura, con relación al chasis inferior que permanece fijo sobre el suelo.
- Accionamiento. Las unidades pequeñas y las que se emplean en movimiento de tierras van accionadas por motores diésel, mientras que la progresiva aplicación de estas máquinas en explotaciones mineras ha propiciado el empleo de unidades accionadas eléctricamente.
- Sistema hidráulico. Los elementos más importantes de un circuito hidráulico son el depósito, las bombas, los distribuidores y los receptores, motores o cilindros. El sistema hidráulico se encarga de los movimientos del equipo de excavación. También mueve el equipo de trabajo, que incluye la pluma, el brazo y cuchara, la corona de giro y los motores de tracción.



- Cabina. Tiene gran influencia indirecta en el rendimiento de las excavadoras, siendo necesario que sea funcional y confortable. Suele estar colocada en la parte izquierda de la máquina debido a que el operador tiene mayor facilidad para posicionar rápidamente el volquete.
- Equipo de trabajo. Está constituido por la pluma, el brazo y el cazo. Las excavadoras hidráulicas se las puede dotar de una gran cantidad de equipos de trabajo, como por ejemplo: martillos rompedores, cucharas especiales, bolas rompedoras, electroimanes, etc.



1.5. PRÁCTICAS OPERACIONALES

Con excavadoras frontales el volquete y la excavadora están en el mismo plano de trabajo, siendo éste el sistema habitual para la extracción de roca fragmentada previamente con explosivos y de arranque directos en algunos casos.

Con estas unidades sólo se produce la excavación por debajo del piso en la ejecución de rampas para crear acceso a un nuevo banco.

Un método para aumentar la productividad del equipo de carga, reduciendo los tiempos de espera de este, consiste en el empleo de dos volquetes por excavadora situándose uno a cada lado.

1.6. **VENTAJAS**

- Gran movilidad y flexibilidad en la operación, especialmente en la versión diésel, con velocidades de desplazamiento de hasta 2,4 km/h.
- Capacidad para remontar pendientes de hasta el 80% y posibilidad de realizar la operación continua en pendientes del 60%.
- Velocidad de rotación elevadas de 2,5 a 5 rpm, y por tanto, ciclos de carga pequeños.
- Fuerza de penetración y de excavación elevadas, permitiendo el arranque directo de materiales compactos y un mejor comportamiento que las excavadoras de cables ante la presencia de repiés.
- Adecuadas para efectuar una explotación selectiva.
- Reducción de los daños causados en la caja de los volquetes.
- Exigen poco espacio para operar.
- Menor necesidad de empleo de máquinas auxiliares.
- Moderado consumo de energía.

1.7. **DESVENTAJAS**

- Capacidad de cazo menor que las excavadoras de cables.
- Valor residual pequeño.
- Requieren de personal altamente cualificado.
- Absorbe mal los esfuerzos en la carga.
- Menor duración de la máquina.
- Reduce la visibilidad durante la carga.

■ 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

■ 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	

2. RETROEXCAVADORAS HIDRÁULICAS

2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MÁQUINA

- Capacidades de 2 a 25 m³.
- Potencias desde 300 HP a 2400 HP.
- Pesos en operación desde 50 a 425 t.





- Diseños compactos y pesos relativamente reducidos en relación a la capacidad de los cazos.
- Elevada luz del chasis inferior sobre el suelo, del orden de 0,5 a 1 m, lo que facilita sus desplazamiento sobre terrenos de baja capacidad portante o mal acondicionados.
- Reducidas presiones específicas sobre el terreno, de 0,09 a 0,2 Mpa.
- Excelente posicionamiento de las máquinas gracias al accionamiento independiente de las orugas.
- Versatilidad para orientar el cazo en el frente de excavación, por lo que son muy adecuadas para efectuar una explotación selectiva.
- Buena penetración y factor de llenado del cazo debido a la continua evolución del diseño de éstos.
- Reducción de los daños causados en la caja de los volquetes, por el mayor control en la descarga de cazos, alcanzándose una buena distribución y reparto del material.
- Exigen poco espacio para operar, constituyendo el equipo ideal en la excavación en trinchera de carreras, fondos de cortas, alimentación de equipos móviles, etc.



- Menor necesidad de empleo de máquinas auxiliares en el tajo de carga, si se compara con la excavadora de cables.
- Moderado consumo de energía, debido a la pequeña potencia relativa instalada y al grado de eficacia alcanzado.
- Vida útil de 25000 a 35000 h.
- Costes de operación e inversión medios.
- Facilidad de desplazamiento e instalación en obra, por lo que es adecuada en el sector de movimientos de tierras.

Las partes principales son:

- Chasis y tren de rodaje.
- Superestructura, planta motriz y sistemas hidráulicos.
- equipos de trabajo.

2.2. OPERACIONES BÁSICAS

El ciclo básico de trabajo de una de estas máquinas consiste en excavar el frente de tajo, una vez lleno el cazo girar hasta situarla sobre el elemento receptor de la carga, descargar y girar en vacío hasta el frente, al mismo tiempo que desciende el cazo, para empezar el nuevo ciclo.



2.3. APLICACIONES

Las excavadoras hidráulicas se utilizan en el arranque y carga de materiales rocosos de recubrimiento y de los minerales en explotaciones con bancos de altura generalmente inferior a los 15m.

Las unidades más pequeñas, además de utilizarse como equipos de producción, en algunos casos son capaces de realizar diferentes operaciones auxiliares, como apertura de rampas, excavación de zanjas y cunetas, etc.

2.4. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

En el diseño podemos ver las siguientes partes:

- Chasis. Tiene por misión transmitir las cargas de la superestructura al tren de rodaje. Los chasis para trenes de rodaje de orugas están constituidos por una estructura en forma de H que aloja en su parte central la corona

de giro y va apoyada y anclada en los carros de orugas. Los chasis de orugas tienen la ventaja sobre los neumáticos de mayor tracción sobre el suelo, menor presión sobre el terreno, mayor estabilidad y menor radio de giro. Los chasis sobre neumáticos disponen de estabilizadores que aportan rigidez al conjunto, mayor estabilidad, absorción de esfuerzos y sacudidas, supresión de esfuerzos por fatiga sobre los ejes y frenos. Y también nivelación del equipo en terrenos irregulares.

- Tren de rodaje. Constituye una plataforma de trabajo estable. Soporta los movimientos de la máquina, permitiéndola girar durante la traslación. Y aporta al conjunto movilidad y capacidad para remontar pendientes. Pueden ser sobre orugas donde se distinguen los siguientes componentes: cadenas de tejas ensambladas por bulones y casquillos sellados, tensores de cadena, rodillos guía, ruedas guía y rueda motriz. Existen tres tipos básicos: estándar, de baja presión y reforzados. Las unidades con peso en operación inferior a 30 t pueden montarse con neumáticos. Estas máquinas pueden utilizar tres tipos de transmisión: mecánica, hidrostática y mixta.
- Superestructura. Es un conjunto formado por dos vigas cajón y un conjunto de módulos adosados que deben absorber los esfuerzos transmitidos por el equipo de trabajo en la excavación y la aceleración producida por el giro, estando unida al chasis mediante la corona de giro. La corona de giro es el elemento de la excavadora que permite la rotación de la superestructura, con relación al chasis inferior que permanece fijo sobre el suelo.
- Accionamiento. Las unidades pequeñas y las que se emplean en movimiento de tierras van accionadas por motores diésel, mientras que la progresiva aplicación de estas máquinas en explotaciones mineras ha propiciado el empleo de unidades accionadas eléctricamente.
- Sistema hidráulico. Los elementos más importantes de un circuito hidráulico son el depósito, las bombas, los distribuidores y los receptores, motores o cilindros. El sistema hidráulico se encarga de los movimientos del equipo de excavación. También mueve el equipo de trabajo, que incluye la pluma, el brazo y cuchara, la corona de giro y los motores de tracción.
- Cabina. Tiene gran influencia indirecta en el rendimiento de las excavadoras, siendo necesario que sea funcional y confortable. Suele estar colocada en la parte izquierda de la máquina debido a que el operador tiene mayor facilidad para posicionar rápidamente el volquete.
- Equipo de trabajo. Está constituido por la pluma, el brazo y el cazo. Las

excavadoras hidráulicas se las puede dotar de una gran cantidad de equipos de trabajo, como por ejemplo: martillos rompedores, cucharas especiales, bolas rompedoras, electroimanes, etc.



2.5. PRÁCTICAS OPERACIONALES

El equipo retro sólo realiza la excavación por encima de su nivel en la preparación del tajo de carga. Normalmente la unidad excava siempre por debajo del nivel de orugas, pudiendo situarse el volquete en el nivel inferior o en el mismo nivel. Siempre que sea posible es preferible el primer sistema. El tiempo de ciclo más pequeño y, por tanto, el máximo rendimiento, se consigue cuando el ángulo de giro y la elevación es mínima, situación que se produce estando el volquete a un nivel inferior de la retroexcavadora. Además el rápido posicionamiento del volquete reduce los tiempos muertos. Un método para aumentar la productividad del equipo de carga, reduciendo los tiempos de espera de este, consiste en el empleo de dos volquetes por excavadora pudiendo situarse a ambos lados o uno en el nivel superior y otro en el inferior.

2.6. VENTAJAS

- Gran movilidad y flexibilidad en la operación, especialmente en la versión diésel, con velocidades de desplazamiento de hasta 2,4 km/h.
- Capacidad para remontar pendientes de hasta el 80% y posibilidad de realizar la operación continua en pendientes del 60%.
- Velocidad de rotación elevadas de 2,5 a 5 rpm, y por tanto, ciclos de carga pequeños.
- Fuerza de penetración y de excavación elevadas, permitiendo el arranque directo de materiales compactos y un mejor comportamiento que las excavadoras de cables ante la presencia de repiés.
- Adecuadas para efectuar una explotación selectiva.
- Reducción de los daños causados en la caja de los volquetes.
- Exigen poco espacio para operar.
- Menor necesidad de empleo de máquinas auxiliares.
- Moderado consumo de energía.
- Capaz de prepararse su propia plataforma de trabajo.

2.7. DESVENTAJAS

- Capacidad de cazo menor que las excavadoras de cables.
- Valor residual pequeño.
- Absorbe mal los esfuerzos en la carga.
- Menor duración de la máquina.
- Reduce la visibilidad durante la carga.