

Equipos de micropilotes y anclajes

ÍNDICE

MÓDULO 1: manejo

5



Introducción

7



Objetivos

9

UD 1 Equipos de micropilotes y anclajes

11

UD 2 Sistemas de perforación, útiles, componentes y sistemas de revestimiento

25

UD 3 Emplazamiento, asentamiento y estabilidad

67

UD 4 Procedimiento de operaciones y maniobras

77

UD 5 Procedimiento de trabajo en zonas especiales

93

MÓDULO 2: mantenimiento

103



Introducción

105

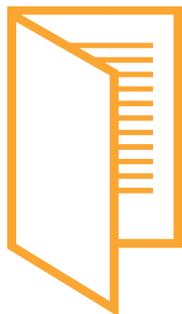


Objetivos

107

UD 6	Mantenimiento y conservación de los equipos	109
UD 7	Inspecciones y verificaciones	127
MÓDULO 3: prevención de riesgos laborales		141
	Introducción	143
	Objetivos	145
UD 8	Conceptos generales de la prevención	147
UD 9	Procedimientos e instrucciones de trabajo	161
UD 10	Micropilotes y anclajes. Riesgos y medidas preventivas en la ejecución de los trabajos	173
UD 11	Servicios afectados	199
UD 12	Emergencias y primeros auxilios	211
	Índice de figuras	229

MÓDULO 1: manejo



INTRODUCCIÓN

La presencia en las obras de los equipos de micropilotes y anclajes es un hecho frecuente y posibilita la ejecución de trabajos muy diversos.

Se presenta al alumno la descripción de un equipo de perforación, así como de sus componentes, piezas y funciones más importantes.

Este módulo es la base de los demás y si no se domina difícilmente se podrá manejar un equipo de perforación en las tareas propias de la obra.



OBJETIVOS

Al finalizar este Módulo, el alumno será capaz de:

- Conocer e identificar los componentes de un equipo perforador.
- Conocer e identificar los mandos de la perforadora.
- Distinguir los tipos de perforadoras.
- Conocer los tipos de perforación.
- Conocer los útiles y accesorios de perforación.
- Tener en cuenta lo importante que es una buena planificación y tener plataformas y accesos correctos.
- Conocer el procedimiento de operaciones y maniobras de la máquina.
- Conocer los procedimientos de trabajo en condiciones especiales.

UD1

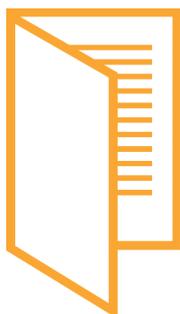
ÍNDICE

	 Objetivos	12
1.1	 Introducción	13
1.2	Descripción de los equipos: componentes	14
1.3	Tipos de equipos de perforación y características	18
	 Resumen	21
	 Terminología	23

**OBJETIVOS**

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer e identificar los componentes de un equipo perforador.
- Conocer los tipos de equipos de perforación y sus características.
- Distinguir los tipos de perforadoras.



1.1 INTRODUCCIÓN

Los micropilotes fueron concebidos en Italia a principios de la década de los 50 en respuesta a la necesidad de resolver el recalce de edificios y monumentos históricos con daños en sus cimientos por el paso del tiempo y en especial por la II Guerra Mundial. El desarrollo de esta innovadora solución se debe al Dr. Fernando Lizzi, director técnico de una empresa italiana especializada en el tema.

"Pali-radice", "estacas raíz" y "micropilotes" son sinónimos que definen **un pilote de pequeño diámetro** que transmite la carga de una estructura a estratos de suelos más profundos, principalmente por **rozamiento de su fuste** con el suelo y en mucha menor medida por su punta, con **asentamientos prácticamente nulos**.

Las principales ventajas del uso de los micropilotes y anclajes al terreno son:

- **Rapidez, economía y mínimas molestias** en la obra en comparación con otros sistemas.
- **Posibilidad de incorporar los micropilotes a la parte sana de la estructura** sin tener que ejecutar elementos estructurales adicionales.
- Facilidad de **ejecución en ángulos inclinados**, lo cual permite aumentar su capacidad portante frente a fuerzas horizontales.
- **Versatilidad de ejecución en espacios reducidos**.
- **Equipo perforador de pequeñas dimensiones y silencioso**.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS: COMPONENTES

1.2.1 Bastidor

Todos los equipos tienen un bastidor principal sobre **orugas** donde van montados la transmisión, los sistemas añadidos y el **mástil de perforación**.

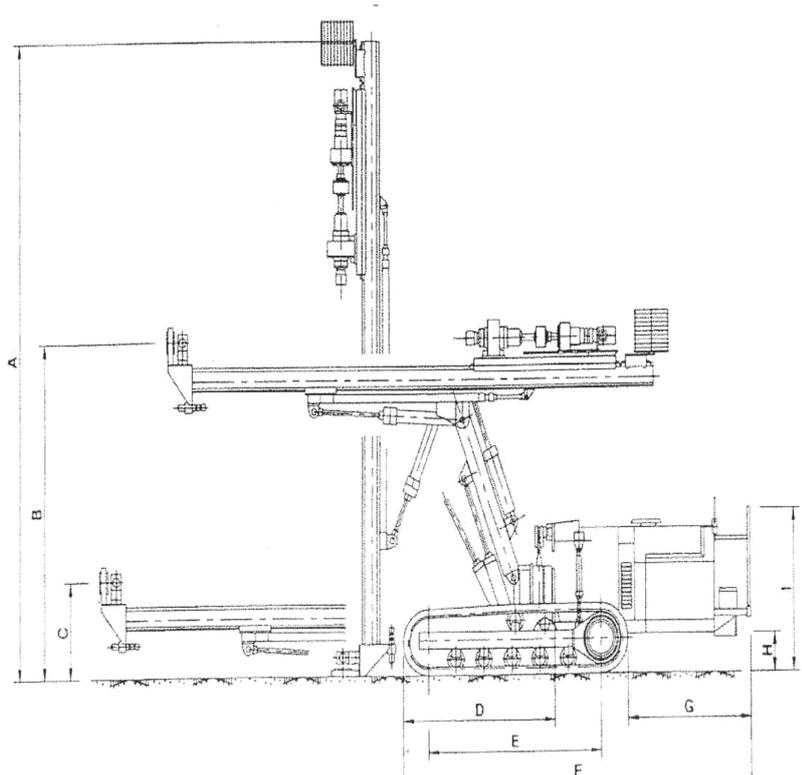


Figura 1. Equipo de perforación

Bastidor principal sobre orugas

El **bastidor** principal contiene las **orugas** que mueven el equipo, el agregado de la **transmisión**, los tanques hidráulicos y de gasoil y algunos elementos de manejo y control del equipo.

En la plancha frontal del **bastidor** principal se encuentra el equipo añadido, que consta de:

- Columna basculante.
- Brazo móvil.
- Cabezas basculantes.
- Soporte del mástil al que se acopla el **mástil de perforación**.

1.2.2 Orugas

Cada **oruga** está constituida por una bancada, la cadena de rodadura, una rueda dentada de accionamiento, una rueda guía y cinco ruedas locas. Además lleva un sistema de tensado de la cadena y de la **transmisión**.

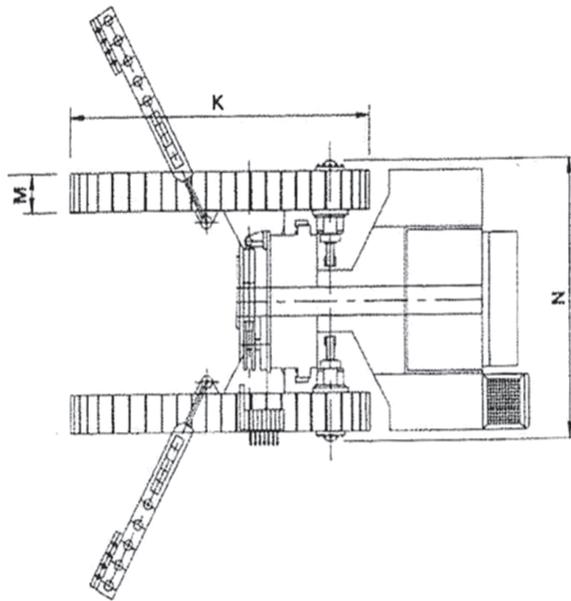


Figura 2. Orugas

La **transmisión** de las **orugas** es una caja de engranajes planetarios movidos por un motor hidráulico integrado en la caja de engranajes.

Las **orugas** llevan un freno de discos múltiples en el motor que es activado por la presión constante de un muelle a unos 16 **bares**.

Este freno de las **orugas** está siempre actuando, es decir, las **orugas** están siempre frenadas y para que el equipo pueda andar debe disminuir la presión del muelle.

En caso de cualquier tipo de avería en el sistema, las **orugas** quedan frenadas automáticamente.

Para unirse a las **orugas** el **bastidor** lleva unas fijaciones soldadas. Además dicha conexión lleva dos cilindros hidráulicos entre la bancada y la estructura de las **orugas** que ajusta la bancada según sea la posición de las **orugas** y todo el conjunto se ajusta como si fuera un amortiguador sobre un terreno desigual, lo que facilita el desplazamiento en pendientes y rampas.

1.2.3 Agregado de la transmisión

El agregado principal en la mayor parte de los casos consta de un motor de gasoil entre 90 y 150 KW que mueve el sistema hidráulico de la máquina.

En los equipos más modernos el caudal de la bomba hidráulica no depende del régimen de giro del motor incluso cuando la carga de trabajo del motor es oscilante.

Otra gran ventaja de los motores modernos es que se pueden reducir las revoluciones del motor durante ciertas fases del trabajo de perforación, con lo que se reduce el ruido y el consumo del motor.

1.2.4 Sistema hidráulico del equipo

Los equipos llevan un triple circuito hidráulico que trabaja a una presión de servicio de 280 bares y que alimenta la totalidad de los movimientos de la máquina (movimiento, preparación y perforación).

El sistema hidráulico está conectado a un tanque de aceite hidráulico de unos 500 l de capacidad que para evitar la entrada de suciedad está aislado respecto a la atmósfera.

El aceite para trabajar a pleno rendimiento debe estar a una temperatura óptima, por lo que a partir de los 60° entra en funcionamiento un potente sistema de refrigeración.

1.2.5 Equipo añadido

El equipo añadido consta de la columna basculante, el brazo móvil, el soporte del mástil y los diferentes cilindros que permiten el posicionamiento del equipo para la perforación

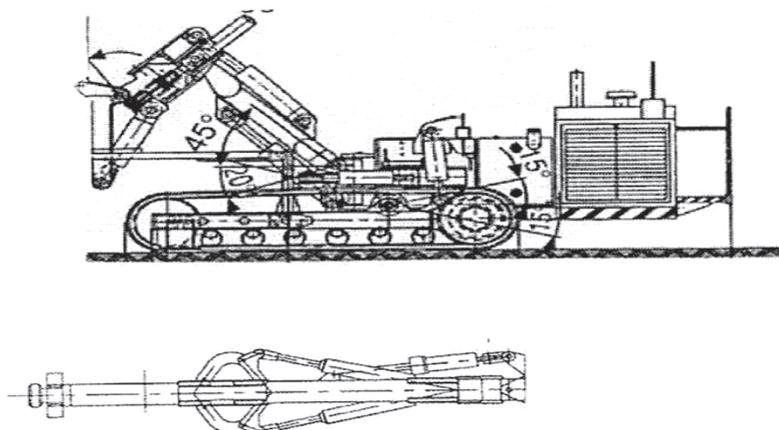


Figura 3. Equipo añadido.

Los cilindros hidráulicos están equipados desde el punto de vista de la seguridad con un sistema de protección contra roturas del tubo o de pérdida de presión en el circuito hidráulico de forma que durante un tiempo los cilindros se mantienen en su posición a pesar del fallo del sistema.

1.2.6 Mástil de perforación y equipo añadido

El mástil de la perforadora está constituido por perfiles de acero de sección cuadrada. El extremo inferior está dotado de una consola de recepción del centrador del varillaje de perforación y de las **mordazas dobles**, que permiten manejar dicho varillaje de perforación.

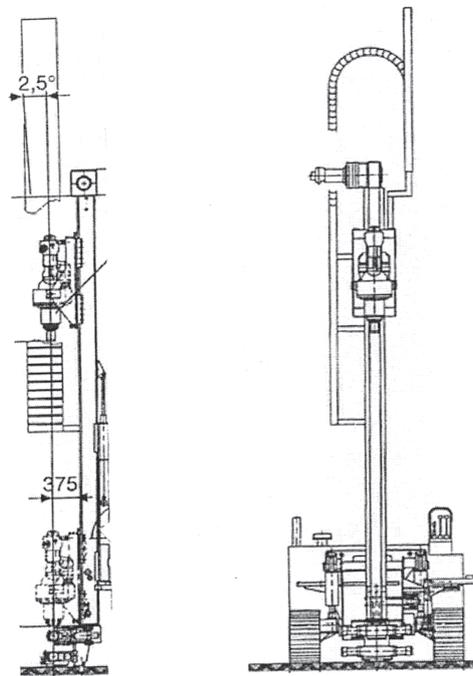


Figura 4. *Mástil de perforación*

El mástil además lleva acoplada una **corredera deslizante** y guiada sobre la cual va montada la cabeza o el martillo de perforación.

Para poder perforar el mástil debe estar apretado y fijado contra el suelo o contra la pared según sea la posición de trabajo.

Recuerda

Los componentes del equipo son:

- Bastidor.
- Orugas.
- Agregado de la transmisión.
- Sistema hidráulico del equipo.
- Equipo añadido.
- Mástil de perforación y equipo añadido.

1.3 TIPOS DE EQUIPOS DE PERFORACIÓN Y CARACTERÍSTICAS

1.3.1 Según su fuente de alimentación

Según su fuente de alimentación se pueden clasificar en:

- Neumáticos:** funcionan con el aire comprimido que les suministra un compresor. Realizan todos los movimientos de las orugas, de posicionamiento de la máquina en la zona de trabajo y de funcionamiento del propio martillo o de la cabeza perforadora con aire comprimido. Son equipos que cada vez se usan menos pero que en trabajos de canteras o voladuras en obra civil todavía se ven con cierta frecuencia.
- Eléctricos:** las características de un equipo eléctrico son similares a las de los de gasoil y su gran particularidad es que se utilizan para trabajos en interiores de edificios, presas, túneles y, en general, en espacios cerrados donde los humos del escape de los equipos de gasoil harían imposible realizar los trabajos
- De gasoil:** constituyen la inmensa mayoría de los equipos que hoy en día tenemos en nuestras obras y pueden realizar todo tipo de trabajos.

1.3.2 Según el tamaño y la potencia del equipo

Según el tamaño y la potencia del equipo se pueden clasificar en:

- Equipos pequeños:** tienen unas dimensiones aproximadas de 1-1,5 m de anchura, 2-3 m de longitud y 2-5 m de altura de mástil. Su peso puede oscilar entre los 3.000 y los 8.000 kg.

Están recomendados para trabajos en interiores o con problemas de gálibo. Su rango de trabajo es de perforaciones hasta los 150 mm de diámetro y unos 15 m de profundidad.



Figura 5.
Equipo pequeño de perforación

b) **Equipos medianos:** sus dimensiones son de 2,40 m de anchura, unos 6 m de longitud y 6 m de altura de mástil. Pesan unos 12.000-15.000 kg. Se usan para todo tipo de trabajos y diámetros de perforación hasta 200 mm y 30 m de longitud.



Figura 6.
Equipo mediano de perforación

c) **Equipos grandes:** sus dimensiones son desde los 2,4 hasta los 3,5 m de anchura, entre 7 y 12 m de longitud y su mástil puede llegar a medir más de 20 m de altura.

Su rango de trabajo puede llegar hasta los 350 mm de diámetro y hasta los 60 m de longitud de perforación.



Figura 7.
Equipo grande de perforación

Recuerda



Los equipos de perforación se pueden clasificar en:

Según su fuente de alimentación:

- Neumáticos.
- Eléctricos.
- De gasoil.

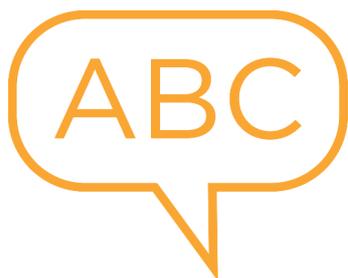
Según el tamaño y la potencia del equipo:

- Equipos pequeños.
- Equipos medianos.
- Equipos grandes.



RESUMEN

- Las máquinas de micropilotes y anclajes se componen de: bastidor, orugas, agregado de la transmisión, sistema hidráulico, equipo añadido y mástil de perforación.
- Estas máquinas se pueden dividir según su sistema de alimentación en neumático, eléctrico y de gasoil.
- Según su tamaño y potencia, se dividen en equipos pequeños (con unas dimensiones aproximadas de 1 a 1,5 m de anchura, de 2 a 3 m de largo y entre 2 y 5 m de mástil, con un peso que oscila entre 3 y 8 toneladas), medianos (con unas dimensiones aproximadas de 2,40 m de ancho, 6 m de largo y 6 m de mástil, con un peso que oscila entre 12 y 15 toneladas) y grandes (con unas dimensiones aproximadas de 2,4 a 3 m de anchura y 7 a 12 m de largo; el mástil puede llegar a medir más de 20 m, el diámetro 350 mm y hasta 60 m la longitud de perforación).



TERMINOLOGÍA

Bar:

Unidad de medida de la presión. 1 bar equivale a 1,2 kp/cm.

Bastidor:

Estructura básica sobre la que se ensambla el resto de los componentes de un equipo perforador de micropilotes y anclajes.

Caudal:

Cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo.

Corredera deslizante:

Mesa donde va sujeto el martillo o cabeza de rotación para permitir su desplazamiento a lo largo de todo el mástil de la máquina.

Kilowatio (KW):

Unidad de medida de la potencia. 1 KW equivale a 1.000 vatios y 1 vatio es la potencia producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio.

Mástil de perforación:

Columna que va unida al bastidor de la máquina y que está equipada con la cabeza de rotación o el martillo perforador.

Posicionado en la dirección de la perforación permite hacer los trabajos de micropilotaje o de anclajes.

Mordaza doble:

Bloque formado por dos gatos hidráulicos que se cierran y se abren permitiendo los movimientos necesarios para trabajar con el varillaje de perforación.

Oruga:

Cada una de las dos cadenas sobre las que se apoya la máquina y permiten el movimiento de ésta.

Transmisión:

Caja de engranajes que permite que la fuerza que genera el motor de la máquina llegue a las orugas y el equipo pueda desplazarse.

UD2

ÍNDICE

		Objetivos	26
2.1		Introducción	27
2.2		Sistemas de perforación	28
2.3		Útiles, elementos de corte y componentes	42
2.4		Sistemas de perforación y revestimiento simultáneo	55
		Resumen	63
		Terminología	65



OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer los distintos sistemas de perforación.
- Conocer los útiles y accesorios de perforación.



Figura 8.
Equipo de micropilotes



2.1 INTRODUCCIÓN

En esta Unidad Didáctica se presenta al alumno la descripción de los diferentes sistemas de perforación, con sus útiles, accesorios y características más importantes.

Esta Unidad es base para todas las demás y si no se domina difícilmente se entenderá la función de un equipo de perforación y sus funciones y rendimientos en una obra.

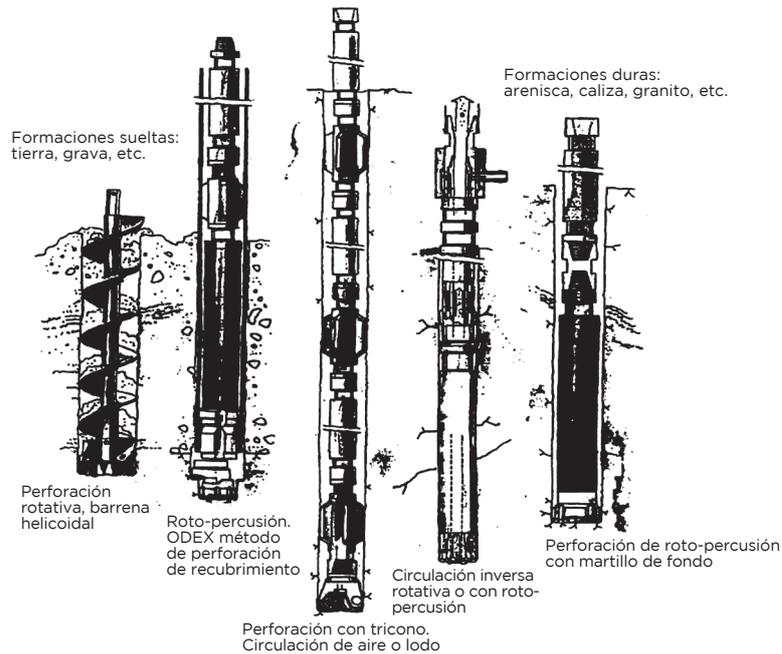
2.2 SISTEMAS DE PERFORACIÓN

Los sistemas de perforación aplicables a los micropilotes y anclajes se dividen en tres grupos:

- **Perforación a rotación** destructiva.
- Perforación a rotopercusión con **martillo en cabeza**.
- Perforación a rotopercusión con **martillo de fondo**.



Figura 9. Partes de una perforadora. Fuente: Aetess



Basándose en los datos recaudados en la zona de trabajo, tanto geológico como en campañas anteriores de perforación, atendiendo a la dureza y la cohesividad del terreno, se elegirá el sistema de perforación más adecuado.

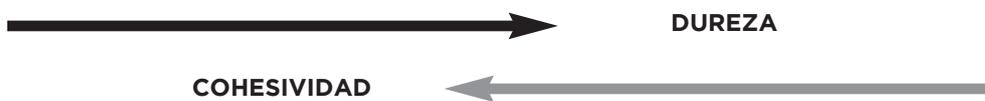


Figura 10. Gráfico de los sistemas de perforación

2.2.1 Perforación a rotación destructiva

Trataremos en este punto la perforación en la que no es necesaria la recuperación del testigo de roca para su análisis (si se utiliza para la obtención de muestras de suelos). Lo más utilizado para este tipo de trabajos lo constituyen útiles como **triconos**, **trialetas** y hélices. Empezaremos por estas últimas.

La perforación con **barrena helicoidal** es un método mecánico para la perforación rápida y económica de agujeros a través de capas de tierra. El equipo de perforación consta de una cabeza perforadora que sujeta a un eje helicoidal prolongable. Una aleta helicoidal rodea el eje en toda su longitud; este sistema sirve para ir elevando los residuos de la perforación. La guía de la herramienta perforadora, la rotación y el avance son controlados desde el panel de mandos instalado en la máquina del operador.

Las ventajas de la perforación con **barrena helicoidal** son numerosas. El método es extraordinariamente rápido. Grandes cantidades de material pueden ser llevadas a la superficie en un tiempo muy corto. Resulta posible hacer agujeros de un diámetro considerable, en ciertos casos hasta de 1.000 mm. Las paredes del agujero resultan estables, incluso con material muy blando, y especialmente si hay

agua en el agujero. El riesgo de desprendimiento es mínimo. Los agujeros pueden perforarse con cualquier inclinación.

Este sistema de perforación tiene una serie de ventajas:

- No es necesario disponer de aire comprimido o agua para efectuar la perforación.
- Funcionamiento del equipo sin vibraciones ni apenas ruido.
- Ahorro de personal y horas de trabajo.
- Costes reducidos del material que se va a emplear.

Existen dos tipos de perforación por **barrena helicoidal**: con cabeza helicoidal y con **barrena helicoidal** continua:

a. Perforación con cabeza helicoidal

Consiste en una perforación intermitente; la herramienta perforadora avanza una corta distancia y luego se hace subir eliminando la tierra perforada. Este proceso se repite hasta alcanzar la profundidad deseada.



Figura 11. Útil de corte

Este método se utiliza en aquellos casos en los que se requieren agujeros anchos y de escasa profundidad, normalmente entre 300 a 1.000 mm y profundidades hasta 1,5 m.

b. Perforación con barrena helicoidal continua

Se emplea para hacer agujeros de diámetro más reducido y mayores profundidades, diámetros de 50 a 300 mm y profundidades de hasta 100 m. Con esta finalidad, las barrenas se fabrican en secciones, las cuales se van uniendo hasta alcanzar la profundidad deseada. Pueden emplearse normalmente secciones de 1,5 ó 3 m. Estas barrenas helicoidales tienen acoplamiento **macho**-hembra hexagonales. Una vez acopladas, se sujetan con un pasador especial en "U".



Figura 12. Barrena helicoidal

Tenemos actualmente otro tipo de unión para las varillas; se utilizan las roscas API, exclusivamente para trabajos de poca longitud, ya que presentan el inconveniente de tener un solo sentido de giro.

La hélice del eje tiene un paso que ha sido diseñado para que los residuos sean elevados a la superficie por medio de la rotación. Dichas barrenas se fabrican en acero de gran resistencia a la tensión, con aletas semicóncavas con la intención de elevar el mayor número de **debris** con la mínima obstrucción y fricción. Estas aletas están soldadas al eje central, presentando los cantos de la aleta un tratamiento superficial con una aleación de cromo-manganeso que incrementa la duración de las barrenas.

La herramienta perforadora no requiere ser extraída hasta finalizado el agujero.

c. Herramientas de corte

Las cabezas de corte normalmente tienen dientes fijados con uñetas. Dependerá su dureza del tipo de material que se vaya a perforar; puede sustituirse al producirse su desgaste.



Figura 13. Herramientas de corte

- Elección de la **barrena helicoidal**

Existen algunas consideraciones que hay que tener en cuenta para elegir el método óptimo de la **barrena helicoidal**.

- El tiempo empleado en hacer acoplamientos entre varillas es muerto, por lo que se emplean siempre secciones de barrena de la mayor longitud posible.

- El diámetro de la cabeza de corte debe ser aproximadamente un 10% mayor que el diámetro de la **barrena helicoidal** para asegurar el suficiente espacio libre a lo largo del agujero.
- Para poder perforar horizontalmente el diámetro de la **barrena helicoidal** y el paso, deberán ser idénticos.
- Para la perforación vertical el paso de la hélice deberá ser solamente del 69 al 80% del diámetro para asegurar un mejor transporte de los residuos.
- Las conexiones con pasador en "U" se recomiendan para perforar en todas las formaciones y a cualquier profundidad. Proporcionan un máximo de protección contra el desacoplamiento accidental.
- Los acoplamientos rápidos hexagonales deberán únicamente emplearse para perforar arcillas secas, relativamente blandas, arenas, etc. La conexión consta de un acoplamiento de pasador accionado por un muelle, por lo que no se recomienda para perforar a profundidades grandes y en formaciones duras y adhesivas, ya que los acoplamientos podrían soltarse en estas condiciones.

Las conexiones con roscas API pueden emplearse en formaciones blandas para perforar en horizontal y vertical, con inyección de agua. Este tipo de varillaje se fabrica para diámetros hasta 152 mm.

2.2.2 Perforación a rotopercusión con martillo en cabeza

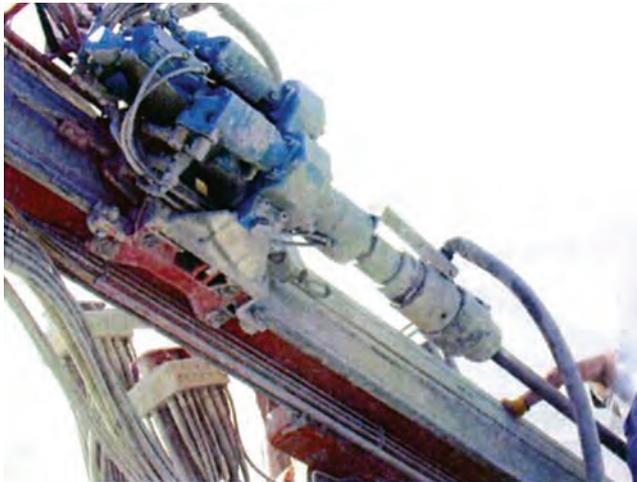


Figura 14. Martillo en cabeza con sistema DEPS incorporado

a. Principio de funcionamiento del martillo en cabeza

El principio consiste en la **transmisión** de energía que produce el martillo hasta el fondo del taladro donde se encuentra el útil de corte: la onda de choque generada por el pistón del martillo es transportada a través del varillaje hasta los mismos botones del útil de perforación en contacto con la roca.

El pistón es el principal componente del martillo, ya que gracias a su movimiento alternativo proporciona la percusión. Un fluido (aceite o aire) lo acciona adquiriendo una gran cantidad de energía cinética.

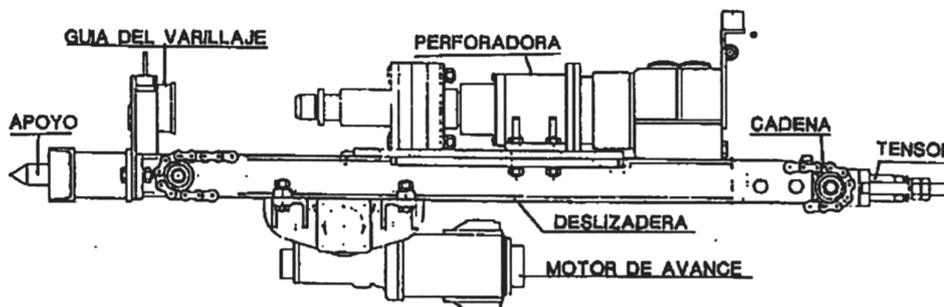


Figura 15. Esquema de martillo en cabeza

La percusión se realiza fuera del taladro transmitiéndose a través del adaptador de culata y del varillaje hasta la boca de perforación.

b. La rotopercusión (cuatro movimientos básicos)

La perforación a rotopercusión se basa en la combinación de cuatro acciones:

- La percusión del pistón sobre el adaptador de culata es el punto de partida de la perforación rotopercutiva.
- El empuje permite transmitir correctamente la energía de percusión. Para transmitir la mayor parte de energía a la roca es necesario que el útil de corte esté en contacto permanente con ésta.
- La rotación consiste en hacer girar el útil de perforación para que los impactos se produzcan en distintos puntos de la roca.
- El barrido permite extraer el detritus procedente de la roca triturada desde el fondo del taladro. El fluido de barrido se inyecta a presión hacia el fondo del taladro a través de un orificio central en el varillaje y de unas aberturas practicadas en el útil de perforación.

Un perforista profesional debe conocer la roca que se va a perforar, su equipo, la máquina de perforar, así como el tren de varillaje, y sabe cómo utilizar su equipo para lograr la óptima economía de perforación, para lo cual debe usar correctamente los parámetros de perforación:

1. Presión de percusión.
2. Fuerza de avance.
3. Rotación.
4. Barrido.

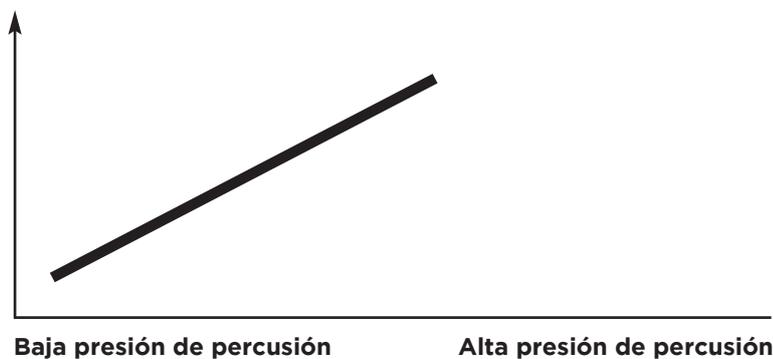
c. Presión de percusión

La presión de percusión que elegimos nos da la energía de percusión. Cuanto más grande es la energía de percusión, más alta será la velocidad del pistón y, por tanto, más alta será la energía.

Avance

El avance debe adaptarse siempre a la presión de percusión; una presión alta requiere un mayor avance y una presión baja un avance menor.

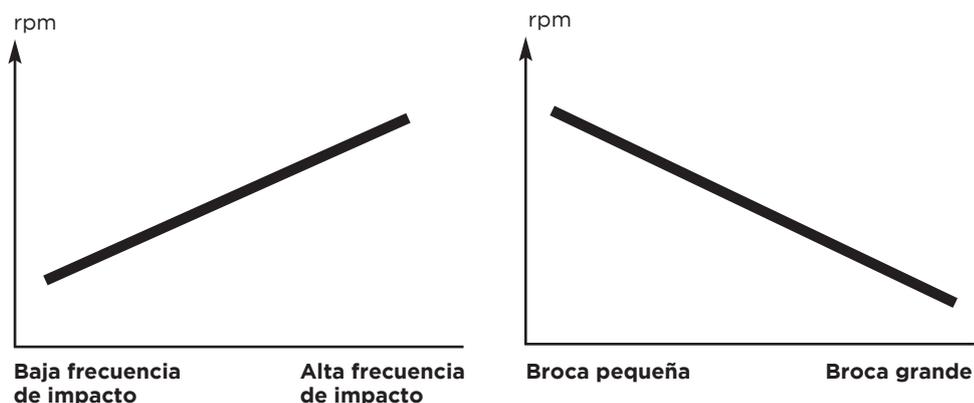
El propósito del avance es mantener la broca contra la roca. El avance se aplica todo el tiempo; aun así la broca debe poder girar.



El avance, a modo de ejemplo, se situará alrededor de 500-1.500 kg, según el martillo que estemos usando (ver libro de características de trabajo) y por supuesto el terreno.

Rotación

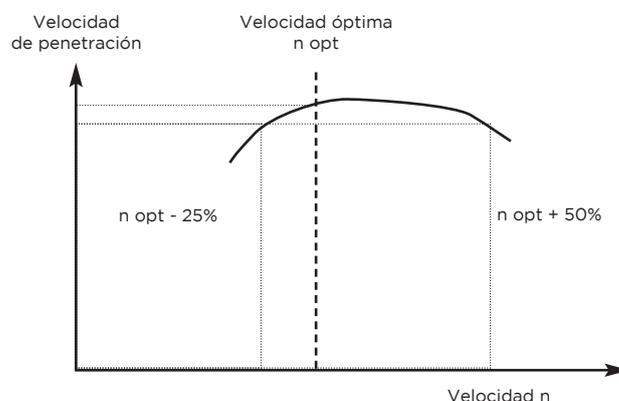
El propósito de la rotación es hacer girar la broca a una posición adecuada para el próximo golpe. Para brocas de botón se recomienda que la periferia de la broca se gire unos 10 mm después de cada golpe.



En la práctica, el procedimiento es que el perforista fije la presión de percusión que pueda aceptar la roca y después fije las rpm según la frecuencia y el diámetro de la broca. Cuando empieza a perforar, ajusta el avance hasta conseguir una rotación suave, sin saltos, lo cual indica que ha encontrado el avance correcto. De no ser así, esto se pondrá de manifiesto en la vida útil del adaptador de culata, el varillaje o las brocas y se deberá reducir la presión de percusión y probar de nuevo hasta lograr la rotación suave deseada.

La temperatura del manguito del adaptador puede controlarse para asegurarse que los parámetros de perforación son correctos. Inmediatamente después de que la varilla ha perforado, se mide la temperatura. Para la perforación en seco la temperatura rondará los 60-70° (máximo 100°) y para la perforación con agua, unos 40° (máximo 60°).

Como se indicó anteriormente, el adaptador indicará al perforista si los parámetros de perforación son correctos. Una corta vida útil de roscas y adaptadores, marcada por picaduras en las roscas, señala que los parámetros no son los correctos. Puede ser suficiente con variar la velocidad de rotación a fin de mantener las uniones más ajustadas, aunque la velocidad de rotación no es precisamente crítica para la velocidad de penetración, como puede verse en la figura siguiente, especialmente si aumentamos las revoluciones por minuto.



Encontramos diferencias al utilizar brocas de inserto en vez de brocas de botones a la hora de ajustar la velocidad de rotación; aunque existen discrepancias, se cree, en general, que la velocidad de rotación debe aumentarse alrededor de un 25%; es decir, si la periferia de una broca de botón debe moverse 10 mm entre golpes consecutivos, en las de inserto debe moverse 12,5 mm.

En la perforación con martillo en fondo puede usarse la fórmula anterior para calcular la velocidad de penetración, pero el resultado del cálculo da la velocidad en roca blanda y debe dividirse por dos con roca dura.

Ejemplo: una broca de 165 mm con un martillo que da 1.800 golpes/min.

La circunferencia de la broca es de $165 \times 3,1416 = 520$ mm.

El número de golpes/r = $520/10 = 52$.

Velocidad de rotación (roca blanda) = $1.800/52 = 35$ rpm.

Velocidad de rotación (roca dura) = $35/2 = 17,5$ rpm.

En algunas rocas surgen problemas de perforación utilizemos los parámetros que utilizemos, por lo que es difícil mantener las uniones ajustadas. Existen tres formas de mantener dichas uniones juntas mientras se perfora:

- Aumento del avance (apriete excesivo del varillaje).
- Aumento de la velocidad de rotación (desgaste de los botones; afilado).
- Cambio de broca.

En cuanto a la resistencia a la rotación, las brocas de inserto tienen la mejor resistencia, seguidas por las de botón y los botones con punta, mientras que la peor resistencia se encuentra en las brocas de botones esféricos. Las brocas desgastadas, de inserto o de botón, dan peor resistencia a la rotación que las nuevas o las recién afiladas; de ahí la importancia de afilar a tiempo.

Barrido

A medida que aumenta la potencia de los martillos, acompañada por el aumento en la velocidad de penetración, se hace más importante un barrido eficiente. El medio de barrido es normalmente el aire para la perforación "superficial" y el agua para perforaciones profundas.

El propósito del **barrido** es:

- Limpiar el fondo del **barreno** y prepararlo para el próximo golpe.

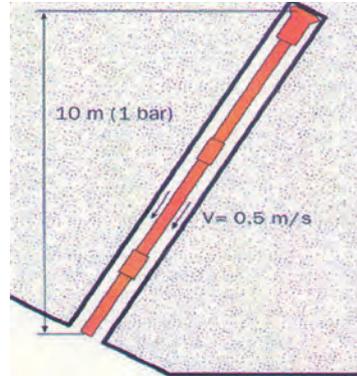
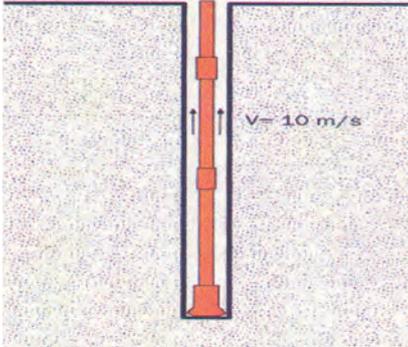
La primera de estas tareas no trae usualmente inconvenientes, pero es necesario asegurarse de que los espacios de salida del **detritus** a los lados de la broca son suficientes y los agujeros de barrido de la broca están dirigidos para asegurar una limpieza efectiva del fondo del **barreno**.

- Sacar el **detritus** del **barreno**.

La capacidad del aire para sacar el **detritus** depende de ellos de la siguiente manera:

- Peso específico: un mayor peso específico requiere más velocidad en el barrido (más aire de barrido).
- Tamaño de la partícula: cuanto más grandes sean las partículas desprendidas de la roca, tanto más alta será la velocidad de barrido necesaria.

- Forma de las partículas: cuanto más regular es la partícula, mayor será la velocidad de barrido necesaria.



Figuras 16 y 17. Velocidad de barrido

La velocidad hacia arriba del aire en el **barreno** para una roca normal de densidad de 2 ton/m^3 debe ser, por lo menos, de 10 m/s . Puede reducirse si la densidad es menor y debe aumentarse si es más alta. Por ejemplo, un mineral de hierro con una densidad de 4 ton/m^3 puede exigir una velocidad de aire de $25\text{-}30 \text{ m/s}$ en el **barreno**.

El volumen de aire necesario puede calcularse conociendo el diámetro de la broca y el de la varilla, seleccionado para la perforación en cuestión.

Barrido con agua

El agua tiene una capacidad de elevación considerablemente mayor que el aire. Será suficiente tener una velocidad de $0,5 \text{ m/s}$ en el área anular, una velocidad mucho menor que la necesaria con aire. Al perforar **barrenos** largos hacia arriba, debemos tener presente que se produce una presión hacia debajo de 1 bar cada 10 m y hay que vencer esta presión.

• Ventajas de la perforación hidráulica respecto a la neumática

- Mejor rendimiento.
- Mejor **transmisión** de la potencia producida y, como consecuencia, mayor vida de los accesorios de perforación al ser la onda de choque más uniforme.
- Derivado de las características anteriores, permite alcanzar una mayor velocidad de penetración.
- Mejores condiciones ambientales, esto es, menor nivel de sonoridad, por carecer de escape y, por lo mismo, ausencia de gases y nieblas del aceite de engrase de las neumáticas.

- Mejores condiciones de regulación de los distintos parámetros, como percusión, avance, rotación, sistemas de antiarranque, etc., que facilitan la automatización.

- **Inconvenientes**

- Mayor complejidad de los elementos hidráulicos, como bombas, motores, válvulas, latiguillos, etc.
- Mayor formación del personal de operación y mantenimiento.

2.2.3 Perforación a rotopercusión con martillo de fondo

La perforación con martillo de fondo requiere una serie de condiciones especiales en la máquina que utilizemos a tal efecto.



Figura 18. Partes de una perforadora

a. Cabeza de rotación

La rotación efectiva de dicha máquina puede ser menor que la necesaria en el caso de las máquinas de rotación cuando se utilice martillo en fondo. La velocidad de rotación dependerá del terreno que se vaya a perforar. A título orientativo esta velocidad suele fijarse en unas 20-40 rpm; posteriormente, a partir de la velocidad de avance que observemos en el material que se vaya a perforar, podremos variar la misma situándola en aproximadamente un 60% más que el avance que realicemos con la máquina, medido en centímetros por minuto, y lo variaremos según se desarrolle la perforación.

Es difícil realizar taladros que atraviesen siempre el mismo terreno, por lo que estimaremos una media, teniendo especial cuidado en el caso de materiales blandos.

La cabeza de perforación de dichas máquinas suele utilizarse igualmente para perforar con hélice, **tricono**, **trialeta**, etc., es decir, como rotación simple.

En caso de utilizar este sistema de cabeza debemos recordar la necesidad de montar entre el varillaje y el acoplamiento de dicha cabeza un amortiguador que proteja y absorba los impactos del martillo para evitar su rápido deterioro. Encontramos actualmente amortiguadores que se pueden situar directamente sobre el martillo, adaptando su diámetro al varillaje, evitando de esta manera que el varillaje sufra los golpes del pistón del martillo, aunque aconsejamos su situación superior, ya que en caso de pérdida del tren de varillaje sería una pieza más a añadir al coste de la pérdida.

b. Varillaje

Las varillas son la parte que más sufre durante la perforación. Están continuamente sometidas a torsión, tracción y, en caso de iniciarse de forma defectuosa la perforación, pueden sufrir un flexión excesiva que puede llegar a producir su rotura, normalmente por su parte roscada o manguito de unión, ya que esta parte recibe al mismo tiempo el roce con las paredes de perforación y, al describir las paredes del taladro una forma elíptica, la varilla golpea alternativamente estos salientes produciendo la rotura de la varilla.



Figura 19. Varillaje

c. Martillo de fondo

El diseño del **martillo de fondo** está sometido a una restricción básica, el diámetro del pistón, relacionado con el **barreno**; los parámetros variables que permiten mejorar el rendimiento son:

- Aumento de la presión.
- Aumento de la carrera del pistón.
- Disminución de la masa del pistón.

La gama de diámetros de perforación con el sistema de martillo en fondo comienza a partir de 85 mm y existen aplicaciones especiales que permiten diámetros próximos a 1 m.

El principio de operación del **martillo de fondo** es similar al del **martillo en cabeza**; existen dos sistemas de regulación que gobiernan el ciclo del pistón.

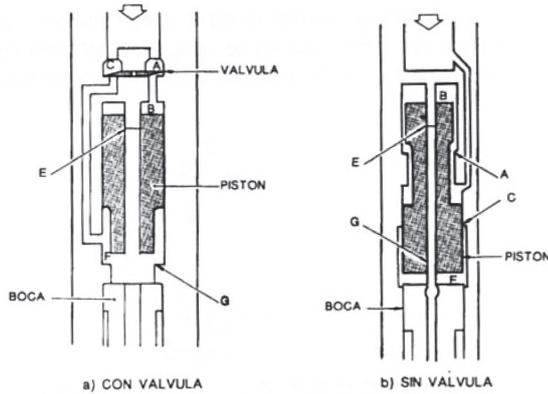


Figura 20.
Sistemas de martillo en fondo

Los primitivos martillos disponían de una válvula de claveta para dirigir el aire alternativamente a la parte superior e inferior del pistón. Durante el recorrido del pistón, éste abre y cierra las lumbreras de escape E y G haciendo actuar a la válvula y al flujo de aire, que a su vez invierte el recorrido del pistón. Este sistema, al igual que el de los martillos de cabeza, es gran consumidor de aire, ya que el accionamiento de la válvula depende de la apertura exterior.

En el segundo sistema, sin válvula, la regulación se produce a partir de la geometría del pistón y los pasos de aire existentes en A y C. El recorrido del pistón cierra cada uno de los pasos anteriores y, como consecuencia, la alimentación de aire, con lo que el pistón es accionado por la expresión del aire producida en las cámaras B y F. El escape se produce a través de los pasos E y G, completándose así el ciclo.



Figura 21. Esquema del martillo de fondo

Ventajas

- Permite las perforaciones largas en formaciones duras.
- Mantiene la direccionalidad de la perforación dentro de unos márgenes muy pequeños.
- La velocidad de penetración es muy regular con el aumento de profundidad.
- La utilización como fluido de barrido del aire de escape que acciona el martillo reduce el consumo del mismo.
- La situación del martillo dentro de la perforación supone un nivel sonoro reducido.
- Tiene mayor vida el varillaje, ya que no transmite la percusión.
- Comparativamente permite realizar perforaciones de mayor diámetro para la misma perforadora.

Inconvenientes

- Elevado riesgo de pérdida del martillo en el caso de atranques.
- Imposibilidad actual para perforar diámetros inferiores a 76 mm.
- Consideración del martillo como un accesorio de desgaste más por su limitada vida.

Los sistemas de perforación aplicables a micropilotes y anclajes son:

- Perforación a rotación destructiva.
- Perforación a rotopercusión con martillo en cabeza.
- Perforación a rotopercusión con martillo de fondo.

Recuerda



2.3 ÚTILES, ELEMENTOS DE CORTE Y COMPONENTES

En el sistema de perforación a rotación se utilizan como elementos de corte **triconos** o trialetas.

Tanto el **martillo en cabeza** como el **martillo de fondo** llevan como elemento de corte **tallantes**, que pueden ser de diversos diámetros y formas: con cara plana cóncava o convexa, con botones hemiesféricos, balísticos, parabólicos, etc.

El varillaje y la **tubería de revestimiento del martillo en cabeza** tienen que ser capaces de transmitir y soportar el golpe del martillo, por lo que están tratados especialmente para tal fin.

En el **martillo en cabeza** es importante reseñar el adaptador de culata, elemento que soporta un gran esfuerzo y que suele ser la pieza donde rompe el sistema de perforación.

2.3.1 Trialetas

Este tipo de útiles de corte, aun siendo de los más antiguos en la historia de la perforación, sigue utilizándose en determinados casos.

Su diseño consiste básicamente en un cuerpo al que van solidariamente unidas las hojas de corte.

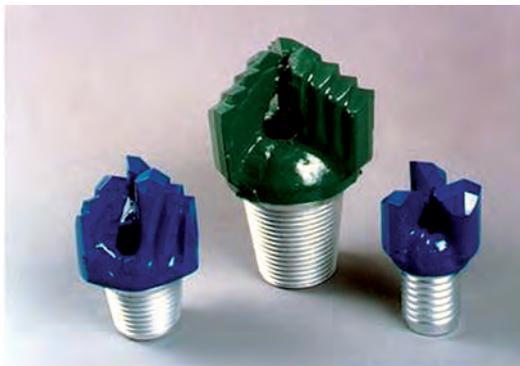


Figura 22. Trialetas

Los criterios de diseño giran, pues, alrededor del número y de las formas de las hojas de corte, los tratamientos metalúrgicos de las mismas y la configuración y localización de los conductos del fluido de perforación.

La utilización de este tipo de útil queda limitada a formaciones muy blandas, utilizando bajas velocidades de rotación.

2.3.2 Triconos

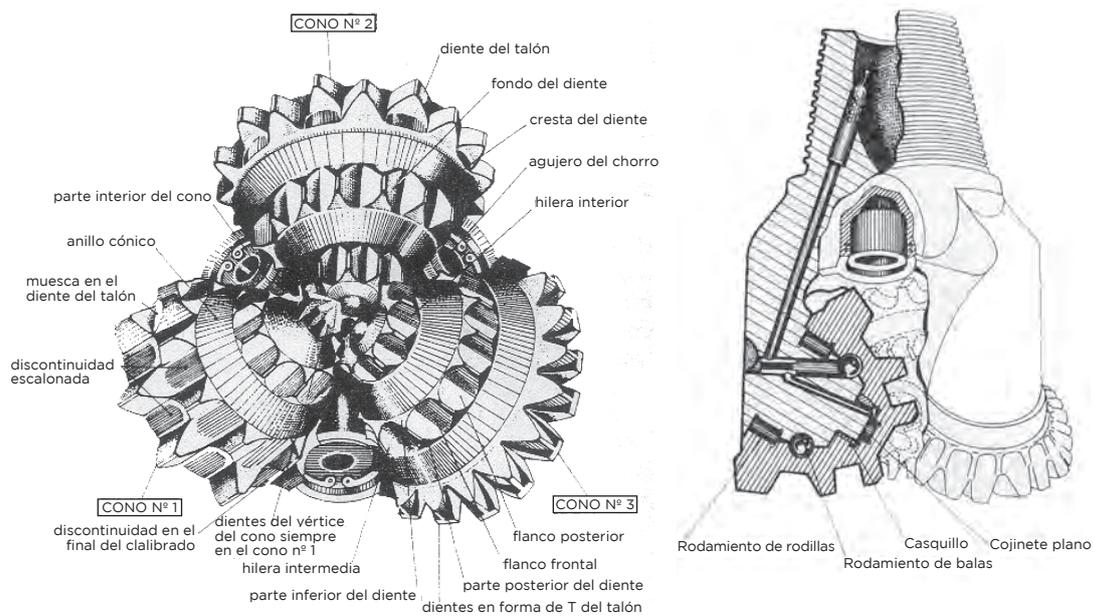
Estos útiles son los más utilizados y se pueden dividir en los siguientes tipos según el elemento de corte:

- **Triconos** de dientes.
- **Triconos** de insertos de carburo de tungsteno.

Los **triconos** se componen de tres elementos fundamentales:

- El elemento de corte o conos, de dientes o insertos.
- Los rodamientos.
- El cuerpo.

Los elementos de corte pueden ser dientes de acero mecanizados sobre el cono propiamente dicho o dientes de carburo de tungsteno sinterizado embutidos a presión en orificios previamente perforados en la superficie del cono.



Figuras 23, 24 y 25. Partes de un tricono

Los rodamientos, a su vez, pueden ser de bolas y rodillos no lubricados, de bolas y rodillos lubricados y de fricción lubricados.

Si bien pueden darse diversas combinaciones entre los elementos de corte y rodamientos citados, las consideraciones básicas de diseño son comunes a todas ellas.

Por lo que al cuerpo del **tricono** se refiere, los elementos más significativos son la conexión roscada que une el **tricono** a la sarta de perforación, la espiga sobre la que se deslizan los rodamientos, los receptáculos de lubricante y los conductos del fluido de perforación.

El dimensionamiento de los elementos citados será en cada caso función del tipo de terreno para el que se diseña el **tricono** y, en consecuencia, de los parámetros a los que se someterá el **tricono** durante la perforación. Así, **triconos** diseñados para terrenos blandos requieren generalmente la aplicación de menos peso, tendrán rodamientos más pequeños, conos de menor espesor de pared y cuerpo menos robusto, circunstancias que permiten disponer de más espacio para dotarlos de dientes largos. Por el contrario, **triconos** diseñados para terrenos más duros y abrasivos que deberán soportar condiciones de trabajo más rigurosas deberán dotarse de elementos de corte más resistentes, rodamientos más dimensionados y cuerpo más robusto.

2.3.3 Tallantes

Los elementos de diseño de un **tallante** de perforación de un martillo en fondo son los siguientes:

- a) La cabeza.
- b) El número y la distribución de los insertos.
- c) El tamaño y la forma de los insertos.
- d) El sistema de barrido.
- e) El adaptador.

Las principales características de un **tallante**, desde el punto de vista de la operación, y su dependencia con los elementos de diseño se pueden resumir en:

- Velocidad de penetración. Depende de: tamaño, posición, forma y número de insertos.
- Vida del **tallante**: es función de las propiedades del carburo de tungsteno y cobalto de los insertos, como el tamaño de los granos, y del sistema de barrido.
- Régimen de la perforación: algunos diseños del **tallante** transmiten un cierto golpeteo a la perforadora, especialmente si el intervalo de los insertos de la fila periférica es muy grande.
- Protección al martillo: el diseño del **tallante** debe minimizar el desgaste frontal del martillo, lo que se consigue protegiendo y desviando el **detritus** tan rápidamente como sea posible y, en especial, con rocas abrasivas.

- Facilidad de afilado: los botones grandes y espaciados son más fáciles de afilar que los pequeños y los que se encuentran en mayor número.

a. Cabeza

Los dos tipos de diseño básicos, se denominan:

- Clud head.
- Swept head.

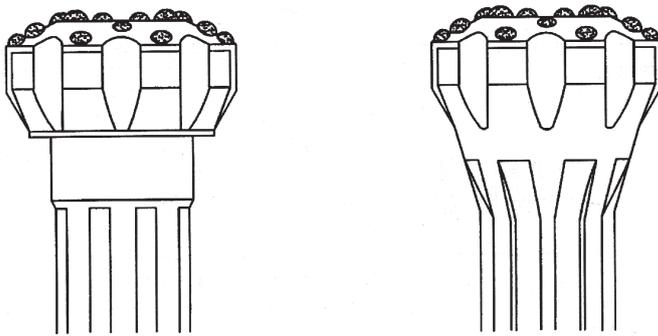


Figura 26.

Tipos de tallante

El diseño del tipo clud head proporciona una mejor protección del casquillo de rotación y de la parte inferior del cilindro del martillo. Lo más importante en cuanto a la concepción es la distancia comprendida entre el casquillo de rotación y la superficie de precarga. Cuanto mayor es esta distancia, más probable es el desgaste del casquillo y la superficie interior del adaptador.

En lo que respecta a la zona de corte de la boca, se distinguen cuatro diseños básicos:

- Plano.
- Cóncavo.
- Hueco.
- Convexo.

El diseño plano y cóncavo se utiliza en rocas duras con resistencia a la compresión alta.

El diseño hueco se emplea en rocas de tipo medio y blandas, mientras que el diseño convexo se aplica en formaciones duras y fracturadas.

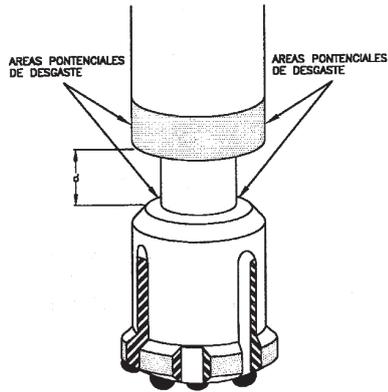


Figura 27.

Áreas potenciales de desgaste y distancia entre el casquillo de rotación y la superficie de precarga

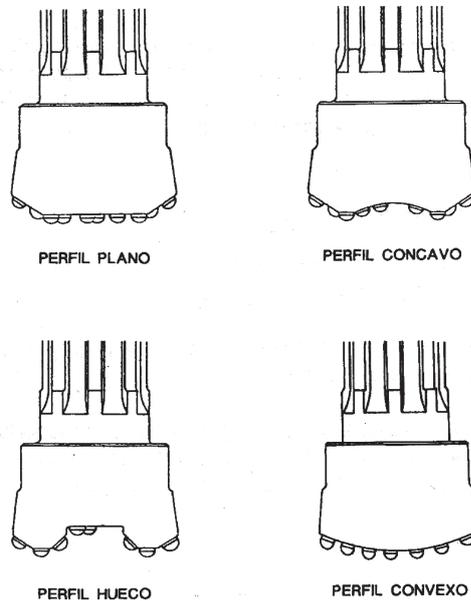


Figura 28. *Perfiles de las zonas de corte de los tallantes del martillo de fondo*

b. Número y distribución de los botones

El número de botones dispuestos en la boca puede variar entre 14 y 20, registrándose una tendencia en la disminución del número de éstos y una distribución más simple.

El reparto de los botones, especialmente en la fila periférica, es mucho más importante que el número de los mismos. Una vez que estos botones rompan la roca, las funciones más importantes de los insertos del frente y de la fila periférica son asegurar la progresión de la rotura y mantener una distancia mínima entre el **tallante** y el fondo del **barreno** para permitir el paso del aire del barrido.

c. Tamaño y forma de los botones

En roca dura se emplean botones en forma de semiesfera, siendo de mayor tamaño y menor número a medida que aumenta la resistencia a compresión de la roca.

En roca blanda ha habido una tendencia en el desarrollo de insertos en forma cónica, consiguiéndose aumentos considerables en la velocidad de penetración. Estos **tallantes** son conocidos como "balísticos".

En rocas abrasivas existe un mayor desgaste en los botones de la fila periférica, por lo que para solventar este inconveniente se aumenta el tamaño de los insertos de esta zona o se aumenta el contenido en carburo de tungsteno y se mantiene la igualdad en el tamaño de los insertos.

d. Sistema de barrido

El barrido tiene como misión eliminar lo más rápidamente posible el **destritus** del fondo del taladro para conseguir los siguientes objetivos:

- Aumento de la velocidad de penetración.
- Aumento de la vida útil debido a una disminución del desgaste del calibre y a un aumento de la vida de los insertos y de la matriz que los soporta.

Los sistemas de barrido incluyen la existencia de uno o más agujeros de barrido y de unas ranuras periféricas que facilitan la expulsión del **destritus** entre los **tallantes** y las paredes del taladro.

El número de orificios aumenta con el diámetro de perforación y es inversamente proporcional a la resistencia de la roca.

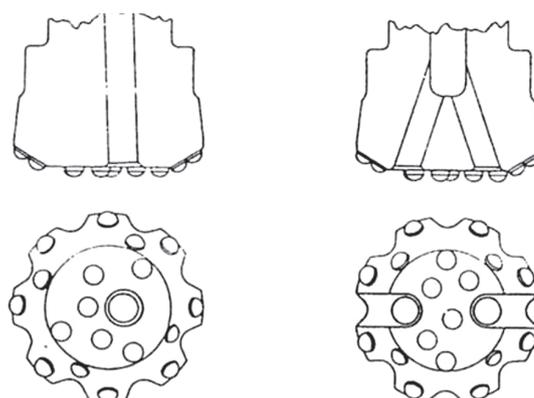


Figura 29. Orificios de barrido

El diseño y la localización de los orificios de barrido son críticos para prevenir atascamientos del **tallante** y reducir la concentración de esfuerzos sobre el mismo.

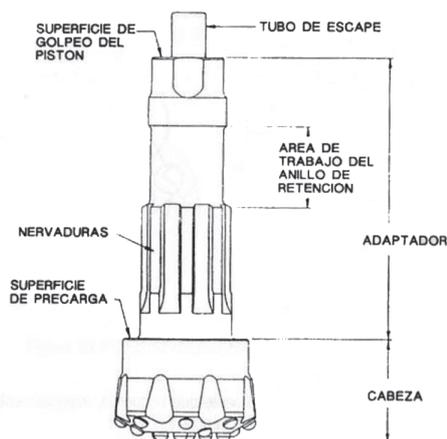
e. Adaptador

El adaptador tiene dos funciones básicas dentro del conjunto de la boca.

- Transferir la energía del pistón a la cabeza del **tallante**.
- Localizar y retener el **tallante**, recorriendo el casquillo de rotación por medio de unas nervaduras.

Las nervaduras transmiten el par de rotación al **tallante** y tienen un diámetro superior e inferior de estabilizado. El anillo de retención mantiene el **tallante** en el martillo cuando la cabeza está fuera del fondo del taladro.

El **tallante** dispone de una superficie de precarga que se emplea para aplicar un ligero empuje en el **tallante**. Con ello se mantiene el **tallante** en contacto con el terreno y se permite alcanzar una elevada velocidad de perforación.



Figuras 30 y 31. Partes principales de un tallante de perforación de martillo de fondo

El tubo de escape se localiza en la parte superior de la boca y es necesario para la operación del martillo. Previene que la alta presión eleve el pistón a través del escape de los tubos de barrido. Dado que la longitud del tubo puede alterar el ciclo del pistón, se precisa una longitud adecuada para asegurar la eficiencia del martillo.

Recuerda

Los elementos de corte son:

- Trialetas.
- Triconos.
- Tallantes.

En función del sistema de perforación y del terreno que se vaya a perforar.

2.3.4 Varillaje

Las varillas de perforación son los elementos tubulares, roscados unos a continuación de otros, que constituyen la parte principal de la sarta. Unen el conjunto del fondo de la perforación con la superficie.



Figuras 32 y 33. Rotura del varillaje

Éstas deben mantenerse constantemente a tracción, por lo que el punto neutro se fija sobre las uniones.

El lodo que circula por su interior a altas velocidades y por su exterior a velocidades mucho más bajas, pero cargado con el **detritus** que recoge en el fondo del taladro, acaba desgastando sus paredes y puede llegar a producir roturas que no son sólo debidas a esfuerzos mecánicos.

La resistencia a tracción de las varillas condiciona la profundidad máxima que se puede alcanzar en una perforación. Efectivamente, a medida que aumenta la longitud del varillaje, aumenta proporcionalmente el peso suspendido, lo que puede dar origen a roturas por la tracción y la torsión en las varillas más próximas a la superficie, pues son las que soportan más peso.

Las varillas son tubos de acero estirado con roscas en los extremos. Sus características en cuanto a calidades de acero, longitud, diámetro interior y exterior, roscas, etc. están estandarizadas según las normas API (*American Petroleum Institute*).



Figuras 34 y 35. Rotura en la rosca del varillaje

Para conseguir una vida óptima del varillaje es de vital importancia la limpieza y el engrase de las roscas de unión, evitando en lo posible su contaminación con restos de perforación que alteren y debiliten las roscas al someterlas a la torsión de roscado. El material de perforación debilitará el fileteado de las roscas; incluso puede llegar a impedir el perfecto cierre de la rosca entre varillas y provocar vibraciones que pueden dar lugar a la rotura de dichos manguitos de unión sin que el operario esté realizando ningún tipo de maniobra equivocada.

La grasa es imprescindible para eliminar o minimizar el desgaste natural de dicho fileteado de rosca, disminuyendo las vibraciones prematuras, sirviendo al mismo tiempo para facilitar en lo posible el afloje del varillaje y reduciendo por consiguiente el tiempo "perdido" en las maniobras de extracción del varillaje. Por todo lo anterior la grasa que se ha de utilizar debe ser de la mejor calidad y a ser posible específica para dicha misión.

En lo referente a la torsión de roscado de las varillas, todo buen perforista indicará lo innecesario del apriete del varillaje previo a la perforación ya que, como bien dicen, ya se aprieta suficiente durante la perforación.

Durante la perforación el **martillo de fondo** puede encontrarse con dificultades por la dureza de la roca o por derrumbes que provoquen una excesiva torsión en el varillaje que impida el fácil desenroscado del mismo. Cuando esto ocurre, si la máquina consta de dobles mordazas, se puede intentar aflojar con las mismas; si el problema continúa, suele procederse al golpeo de dichas roscas para producir una vibración en la rosca que facilite el trabajo; este golpeo no debe ser ni excesivo ni sobre la misma rosca, ya que se produciría el efecto contrario, puesto que las roscas no están dimensionadas para tal trabajo y se puede llegar a la ruptura de la soldadura por fricción anteriormente descrita.



Figuras 36 y 37. Golpeo en el varillaje

Para casos de excesiva resistencia es de utilidad tener preparadas unas llaves metálicas que utilizaremos para golpear contra la torre de perforación en una marcha menor de la máquina y así lograr su desenrosque.

De todo lo descrito anteriormente, la mayor complicación surge cuando dicha rotura se produce en el interior del taladro; comenzaría en este momento lo que se denomina "operación salvamento", en la que incluiremos también los casos donde no se produzca la rotura del varillaje pero tenga lugar un agarre o bloqueo del tren de varillaje.

Los métodos de salvamento son conocidos por todos. Existe mucha bibliografía al respecto y la experiencia de perforistas y encargado es de valor incalculable (cada uno tiene su truco o maña).

Las normas básicas y de obligado cumplimiento son:

1. Mantener la calma.
2. Ser previsor con un equipo mínimo de rescate.
 - Reemplazar lo antes posible el material desgastado en maniobras anteriores.
 - Mantener dicho material controlado y reservado.
3. Observar la parte recuperada del varillaje:
 - La forma en la que rompió la varilla indicará el paso n.º 4.
4. Realizar un recuento de cuanto material queda dentro:
 - Valorar la cuantía de la pérdida.
 - Es muy importante conocer al detalle la profundidad a la que tenemos el problema en "centímetros"; se gastan muchos machos de pesca sin resultado positivo por este problema.

Recuerda



Recuerda



5. Preparar un croquis de la situación que hay que rescatar:
 - Decidiremos el sistema que se debe utilizar:
 - Macho. - Campana.
 - Mixto. - Revestimiento.
 - Perforación tangente.
6. Nunca realizar maniobras destructivas (siempre que el coste del tiempo de parada, bien por falta de producción, bien por exigencias del contratista, no indique lo contrario).

En el caso descrito anteriormente, cuando tengamos un agarre de la maniobra sin ruptura de las varillas, suele existir la tendencia normal de intentar el ascenso del varillaje por parte del operador. Como las máquinas normalmente tienen mayor par de tiro que de rotación, en estos casos el agarre suele ser complicado; en caso de producirse y conociendo bien el terreno se puede proceder a introducir agua por el varillaje con la intención de disolver el tapón, pero si se tratara de materiales sueltos esto será contraproducente, ya que aumentaremos el problema. La solución que mejor resultado da consiste en descender una **tubería de revestimiento** de menor diámetro que el de la perforación hasta el nivel mismo del **tallante** introducido, momento en el que procederemos a retirar **revestimiento** y varillaje por fases, insuflando aire en cada cambio de varilla para verificar que sigue solucionado el problema.

Podemos intentar evitar esta medida anterior, que es lenta y costosa, utilizando unos adaptadores existentes en el mercado que, situados sobre el martillo, facilitan o evitan esta maniobra anterior. Son los denominados "retrosuadaptadores", consistentes en un acoplamiento superior al martillo perforante que presentan una serie de botones de Widia o diamante que por rotación llegan a eliminar estos tapones o agarres menores; en el caso de existir grandes agarres existe la posibilidad de emplear retromartillos o martillos de golpeo inverso, que en numerosas ocasiones resuelven el problema con rapidez.

2.3.5 Compresor de aire

Según el estudio que se realice previamente (profundidad máxima que se ha de alcanzar y diámetro final necesario), se calcularán los diferentes diámetros que se han de utilizar para poder llegar a la profundidad definitiva. Para ello podemos utilizar diferentes tipos de diámetros de bocas de perforación y consiguientemente diferentes diámetros de varillaje; todo ello es importante con idea de calcular el caudal de aire necesario para extraer el **detritus** de perforación.

Es importante destacar una serie de medidas mínimas de seguridad en lo que concierne a la instalación de los compresores:

- Utilización de mangueras de aire con conexiones de seguridad.
- Sistemas de conexión de seguridad entre latiguillos.
- Válvulas de purga de aire en caso de obstrucciones.

En este caso también es importante tener en cuenta el material que se va a perforar, que puede dar lugar a diferentes diámetros de detritus. Por un lado el tamaño fino triturado por la boca de perforación y por otro el tamaño grueso, consecuencia del desprendimiento que se produce una vez que pasa dicha boca, resultado de conjugarse la fracturación de la roca con la diferencia de diámetro entre la boca y el varillaje.

Puede ocurrir que el desprendimiento sea de diámetro superior al restante entre varillaje y perforación, no saliendo al exterior, lo cual provocará lo que se conoce coloquialmente como "anillos", que da lugar a agarres del tren de varillaje, lo que puede ocasionar la pérdida de dichos útiles de perforación y por tanto de la perforación.



Figura 38.
Sistema de seguridad de una manguera de aire



Figura 39.
Calderín

En el caso anterior el terreno produce material de gran tamaño difícil de eliminar; puede ocurrir lo mismo en caso de materiales de grano fino. En estos casos suele ser de gran utilidad la utilización de mezclas de aire y agua o de aire y espumante, que facilitan la gelificación de los finos impidiendo la formación de anillos.

Es importante destacar la necesidad de anular el calderín de engrase en caso de utilizar espumante, ya que la presencia de aceite inhibe la acción del espumante. Si utilizamos agua durante la perforación, deberemos regular en un 50% más la cantidad de aceite para lubricar el martillo.

2.3.6 Captadores de polvo

Por exigencias de la obra, podemos necesitar perforar con mezcla de agua y aire conjuntamente para evitar el polvo resultante de la perforación. Contamos en estos casos con una serie de métodos de eliminación del polvo durante la perforación con sus inconvenientes y pocas ventajas:

- Hidráulicos.
- Neumáticos.
- Desviadores de polvo.
- Inyección de aire/agua o aire/agua/espumante.

Ante cualquiera de las necesidades anteriores es norma obligada de cumplimiento introducir agua en la perforación bajo la norma "siempre o nunca", es decir, introduciremos agua en la perforación desde el principio, nunca a mitad de la perforación, ya que convertiremos el detritus o polvo de perforación en una arcilla o fango que con seguridad (dependerá de la longitud de perforación) dará lugar a anillos que taponarán la salida del aire y por consiguiente agarrarán la maniobra.

Destacamos la importancia de las dos posiciones de funcionamiento del martillo: una cuando el martillo se encuentra en ésta de compresión, provocando que el pistón actúe y por tanto la boca percuta sobre el fondo del taladro, y otra la posición de reposo, donde elevamos el martillo unos centímetros permitiendo que todo el aire se utilice para la limpieza de la perforación, consiguiendo verificar tres cosas: si existen pérdidas inevitables de aire (maniobras de sellado de fisuras y derrumbes), la presencia de agua en el taladro y si existen derrumbes en el taladro (elevando y descendiendo el varillaje).

2.3.7 Calderín de engrase

Para que este funcionamiento interior del martillo actúe adecuadamente es imprescindible la utilización de un calderín de engrase, que normalmente debe ir incorporado a la máquina o ser un calderín de tipo "portátil", el cual debe instalarse lo más próximo posible al martillo de perforación. Es imprescindible para la vida del martillo "regular y comprobar" su funcionamiento diariamente al comienzo de cada perforación.



Figura 40.
Calderín de engrase

2.4 SISTEMAS DE PERFORACIÓN Y REVESTIMIENTO SIMULTÁNEO

Vamos a explicar los tres métodos más importantes de perforación con **revestimiento** simultáneo:

- Método OD.
- Método ODEX.
- Método DEPS.

2.4.1 Método OD

Es el método desarrollado para perforar las capas superiores de recubrimiento que resuelve el problema de desplome de la perforación.



Figura 41. *Método OD*

El varillaje se compone básicamente de una broca convencional y barras de extensión para la perforación de **barrenos** de voladura dentro de un juego de tubos de **revestimiento** con boca de escariado en la parte baja. Este equipamiento está conectado a su vez a un martillo a través de un adaptador de culata espacial.

El adaptador tiene una rosca interior para conectar las barras de perforación y una rosca exterior para conectar los tubos de **revestimiento** a través de un adaptador de manguito.

Al atravesar las capas inestables, la energía de impacto y de rotación se transmite simultáneamente al juego de tubos de **revestimiento** y al varillaje interior. El martillo debe tener preferiblemente una alta energía de impacto y una rotación independiente y reversible de alto par.

El barrido del taladro puede ser por medio de agua, de aire o una combinación de los dos. Normalmente se hace por el conducto de la barra de perforación. El **detritus** puede escapar entre el tubo de **revestimiento** y la barra de perforación y ser descargado por la salida situada hacia el adaptador de culata.

Algunas veces, en perforaciones profundas o cuando las condiciones de perforación son difíciles, una mayor cantidad de barrido de agua será necesaria para evitar un agarre. Esto se consigue conectando el suministro de barrido a la salida normal de retorno, conectando un segundo canal de barrido a las brocas.

Todo el barrido de retorno tendrá entonces que pasar por la parte exterior del tubo de **revestimiento**.

La perforación se realiza normalmente con el tren de varillaje completo a través de la capa de terreno inestable hasta llegar a la roca, donde se para desenroscando del adaptador de culata los tubos de **revestimiento** y las barras de perforación. La perforación puede continuar añadiendo barras adicionales atravesando la roca mientras se dejan los tubos de **revestimiento** para proteger el taladro.

Este procedimiento se repite hasta alcanzar la profundidad deseada. Después de esta operación se puede sacar todo el varillaje interior, dejando sola la **tubería de revestimiento** en el terreno para soportar la pared de la perforación. Esto permite, por ejemplo, insertar un anclaje en el taladro e inyectarlo con cemento, retirando los tubos progresivamente.

En condiciones favorables, es decir, cuando no hay piedras y bloques en la parte inestable, es posible perforar solamente con el tubo de **revestimiento** hasta llegar a la roca sana. La parte inferior de los tubos de **revestimiento** ha de ser cuidadosamente limpiada con el barrido de agua; a continuación introduciremos la sarta interior de varillaje, continuando la perforación dentro de la roca sana hasta la profundidad requerida.

2.4.2 Método ODEX

El equipo ODEX permite perforar y revestir simultáneamente perforaciones profundas en todos los tipos de terreno, incluso los que contienen grandes bloques de piedra.

Se pueden usar diámetros de tubería de 89 mm a 273 mm.

El principio de perforación se basa en una broca piloto y un esca-riador excéntrico que, juntos, perforan un taladro ligeramente mayor que el diámetro externo del tubo de **revestimiento**. Esto permite que la **tubería de revestimiento** siga a la broca en el interior del taladro.

Una característica importante del sistema ODEX es que los tubos de **revestimiento** no giran.

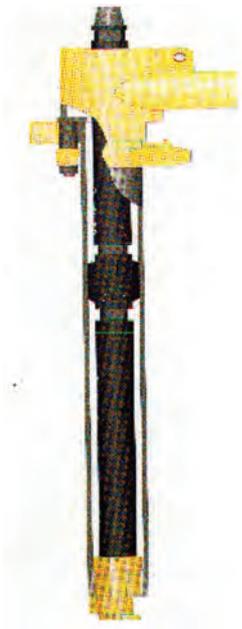
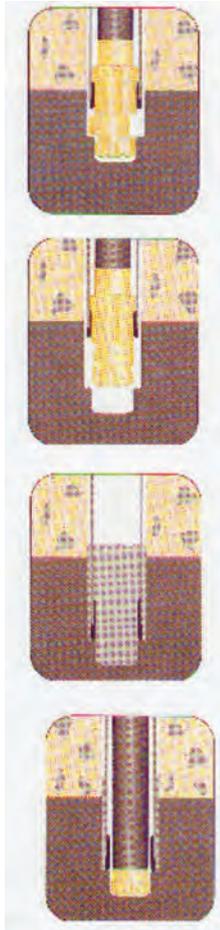


Figura 42.
Método ODEX

Esto permite perforar taladros profundos sin necesidad de usar unidades de rotación de alto par. Asimismo, permite utilizar tubos de **revestimiento** de pared delgada y de bajo precio; incluso si las características del trabajo lo permiten, puede dejarse en el terreno.

Cuando la tubería entra en roca sólida, la perforación se detiene y se aplica con cuidado la rotación inversa, lo cual hace que gire el esca-riador, reduciendo el diámetro global del conjunto de la broca. Una vez hecho esto, se puede extraer todo el varillaje interior de los tubos de revestimiento, dejando éstos asentados en la roca sana. Después se puede proseguir con la perforación usando un varillaje convencional.

El sistema antes expuesto de la sistemática que se ha de seguir en la perforación con ODEX se puede reflejar en los siguientes pasos:



1. Al perforar se extiende el escariador ODEX y perfora un taladro lo suficientemente ancho para que pase el tubo de **revestimiento** detrás del escariador.
2. Cuando se haya alcanzado la profundidad necesaria, se invierte el giro de la perforadora y se repliega el escariador, permitiendo que la broca ascienda por el tubo de **revestimiento** al exterior.
3. Los tubos de **revestimiento** se dejan en el taladro una vez que se llega a la roca sana; si se dudara de la estabilidad de esta roca, se puede proceder a su sellado hermético en el fondo del taladro por medio de una lechada de cemento o de otro tipo de ingrediente de sellado.
4. La perforación continúa a la profundidad deseada usando el equipo convencional con **martillo de fondo**.

Figura 43. Esquema del sistema ODEX

2.4.3 Método DEPS

Es un sistema de doble impacto de percusión.

Este método hace realidad una perforación rápida y precisa incluso en condiciones de terreno extremadamente difíciles. Este sistema surge a partir del sistema OD.

Como el OD, tiene un varillaje doble: el exterior, compuesto por los tubos de **revestimiento** con una corona que perfora la zona periférica del taladro y soporta al mismo tiempo la pared del mismo, y el interior, que perfora la parte central del taladro.

En el sistema OD la potencia de impacto de la perforadora se divide entre el tubo de **revestimiento** y el varillaje interior, compuesto generalmente por una boca de 1 1/2" y barras de extensión.

La desventaja de esta solución no es sólo que queda menos potencia para la perforación, sino también que el adaptador de culata, por motivos de geometría, tiene por lo general unas características de transferencia de energía bastante bajas, por lo que se producen pérdidas de potencia, recalentamiento y un rápido desgaste, especialmente de las uniones roscadas. Esto limita la potencia de impacto que se puede aplicar, por lo que la velocidad de penetración no se puede incrementar simplemente usando perforadoras más grandes.



Figura 44.
Sistema DEPS

Por el contrario, el método DEPS tiene dos fuentes independientes de potencia de impacto: una potente perforadora de alto par para la rotación e introducción del tubo de **revestimiento** y un martillo en fondo para la boca (piloto) principal del varillaje interior. Esto significa que se puede transferir más potencia a las bocas para conseguir una mayor velocidad de penetración y una mayor profundidad del taladro, comparado con el método OD y cualquier otro sistema de doble perforación con **tubería de revestimiento**.

Otra importante ventaja del sistema DEPS es la posibilidad, cuando las condiciones de perforación son favorables, de reducir la potencia de impacto de la perforadora para prolongar la vida de los tubos de **revestimiento** sin sacrificar la velocidad de penetración.

Otra importante ventaja del sistema DEPS es la posibilidad, cuando las condiciones de perforación son favorables, de reducir la potencia de impacto de la perforadora para prolongar la vida de los tubos de **revestimiento** sin sacrificar la velocidad de penetración.

Recuerda



El método DEPS está disponible para diámetros de tubería de 118 a 178 mm. Este margen cubre la mayoría de las necesidades en cualquier aplicación concebible: perforación para instalar micropilotes, anclajes, etc.

Este sistema permite, al igual que en el método ODEX, la continuación de las perforaciones con el varillaje interior, manteniendo el **revestimiento** para el sostenimiento de las paredes. La ventaja de esta situación consiste en la posibilidad de continuar con la perforación interior, sin necesidad de retirar el varillaje, con lo que ganamos un tiempo muy importante.

a) Perforamos con las dos tuberías hasta pasar la zona problemática. Posteriormente soltamos el **revestimiento**, continuando la perforación únicamente con el varillaje interior y el martillo en fondo.

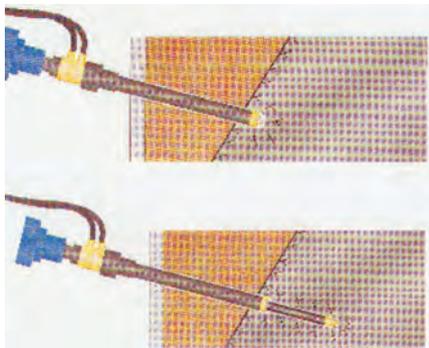


Figura 45.
Esquema del sistema DEPS

Los pasos que hay que seguir para la correcta utilización del sistema de perforación DEPS son:

- Abrir al máximo la válvula del aire a presión, una vez conectado el sistema.
- Reducir el caudal de aire al mínimo para comprobar el funcionamiento del calderín de engrase.
- Cuando el **martillo de fondo** empiece a percutir, se producirá un empuje hacia atrás y un retorno del barrido, momento en el que activaremos el avance lento.
- Regularemos la presión de avance hasta que el adaptador de culata se encuentre presionado totalmente.
- En caso de no retornar el barrido, desenroscamos el varillaje de **revestimiento** y levantamos el varillaje interior del **martillo de fondo** hasta verificar que dicho retorno se produce; esta maniobra se puede realizar en cualquier momento en el que se pierda el retorno.
- Si aumenta la presión de rotación, ascendemos y descendemos el **revestimiento** hasta que dicha presión disminuya, abrimos al máximo el aire de barrido y juntamos avance, presión y rotación.
- Una vez perforada la primera varilla, procedemos a su desenroscado y añadimos varillaje como en una perforación convencional.
- Conectamos y apretamos el varillaje interior y posteriormente el **revestimiento**.
- Abrimos el aire y, una vez observado el retorno, continuamos perforando.

- Una vez terminada la perforación se retira el varillaje interior y posteriormente el **revestimiento** una vez realizada la instalación interior para la cual se realizó la perforación.

Los sistemas de perforación que revisten simultáneamente con la perforación son:

Recuerda

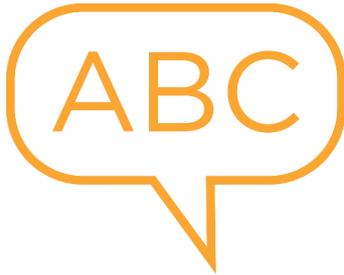


- Método OD: desarrollado para perforar las capas superiores de recubrimiento, resolviendo el problema de desplome de la perforación.
- Método ODEX: para perforar y revestir simultáneamente perforaciones profundas en todos los tipos de terreno, incluso los que contienen grandes bloques de piedra.
- Método DEPS: para una perforación rápida y precisa incluso en condiciones de terreno extremadamente difíciles. Este sistema surge a partir del sistema OD.



RESUMEN

- Los sistemas de perforación se pueden dividir en perforación a rotación y a rotopercusión con martillo en cabeza o de fondo.
- La perforación se realiza con distintos útiles de corte y componentes.
- Como elementos de corte están las trialetas, los triconos y los tallantes en función del sistema de perforación y del terreno que se haya de perforar.
- Los distintos componentes que se utilizan para la perforación son: varillaje, compresor de aire, captadores de polvo, calderín de engrase, etc.
- Existen sistemas de perforación que revisten simultáneamente con la perforación, como los métodos OD, ODEX y DEPS.



TERMINOLOGÍA

Barrena helicoidal:

Útil de perforación con movimiento helicoidal usado para perforar roca u otro material duro.

Barreno:

Instrumento de acero para taladrar o hacer agujeros.

Campana:

Útil en forma de campana utilizado para recuperar varillaje con la rosca exterior.

Detritus:

Resultado de la descomposición de una masa sólida en partículas.

Drenar:

Dar salida y corriente a las aguas muertas o a la excesiva humedad de los terrenos por medio de zanjas o cañerías.

Macho:

Útil en forma de campana utilizado para recuperar varillaje con la rosca interior.

Martillo de fondo:

Elemento de percusión situado al final del tren de varillaje.

Martillo en cabeza:

Elemento de percusión situado en la cabeza de perforación.

Perforación de rotación:

Sistema de perforación basado en el giro del útil de corte con el terreno.

Perforación de rotopercusión:

Sistema de perforación basado en el giro y golpeo del útil con el terreno.

Tallante:

Útil de perforación utilizado con los martillos de fondo.

Trialeta:

Útil de perforación compuesto por un cuerpo que va unido solidariamente a hojas de corte.

Tricono:

Útil compuesto por dientes de acero para la perforación.

Tubería de revestimiento:

Tubería utilizada a modo de encofrado para sostener el terreno cuando se derrumba al hacer una perforación.

UD3

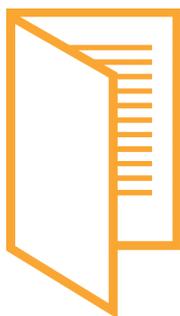
ÍNDICE

		Objetivos	68
3.1		Introducción	69
3.2		Planificación del trabajo	70
3.3		Plataformas de trabajo	70
		Resumen	73
		Terminología	75

**OBJETIVOS**

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Tener en cuenta lo importante que es una buena planificación y tener plataformas y accesos correctos.



3.1 INTRODUCCIÓN

Durante esta Unidad se comentarán las condiciones óptimas de asentamiento de los equipos en las plataformas de trabajo de forma que se garantice el desarrollo de todas las actividades posteriores con seguridad, calidad y productividad.

3.2 PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

La planificación del trabajo que se va a realizar, junto con el dimensionado del equipo y los accesorios que se van a utilizar, así como un personal bien formado y cualificado, constituyen el fundamento para la seguridad del trabajo con el equipo.

El operario debe recibir toda la información necesaria para el trabajo que va a desempeñar, especialmente la siguiente:

- Lugar de realización del trabajo.
- Alturas y anchuras de paso.
- Situación de líneas aéreas y su voltaje.
- Condiciones del entorno y del espacio donde se va a trabajar.
- Limitaciones de movimiento de la máquina debidas a edificios colindantes.
- Condiciones especiales del terreno.
- Diámetro y profundidad de perforación.
- Resistencia del suelo donde se va a trabajar.

3.3 PLATAFORMAS DE TRABAJO

El diseño y la ejecución de las plataformas de trabajo necesarias en la obra, así como de los accesos desde el exterior o entre tajos, deberán llevarse a cabo con la máxima precisión, de forma que se garantice el desarrollo de todas las actividades posteriores con seguridad, calidad y productividad.

Las plataformas realizadas deberán permanecer estables durante toda la obra y tendrán las dimensiones suficientes para que se lleven a cabo las actividades vinculadas a los mismos.

La zona de la obra se puede dividir en cuatro zonas:

- a) **Accesos desde el exterior y caminos para vehículos**, formados por las entradas y salidas a la obra y por los caminos en plataformas y entre tajos, cuya característica común es la ausencia de tráfico de maquinaria pesada de construcción.
- b) **Accesos entre tajos** con tránsito de maquinaria pesada.
- c) **Plataformas de trabajo**, en las que se llevan a cabo las actividades de construcción.
- d) **Plataformas para instalaciones fijas o acopio de material**, en las que no existe tránsito de vehículos ni maquinaria pesada y se ubican instalaciones de personal, plantas de fabricación y tratamiento de lodos y acopios de materiales de obra.

Recuerda

La planificación del trabajo que se va a realizar, junto con el dimensionado del equipo y los accesorios que se van a utilizar, así como un personal bien formado y cualificado, constituyen el fundamento para la seguridad del trabajo con el equipo.

Las plataformas realizadas deberán permanecer estables durante toda la obra y tendrán las dimensiones suficientes para que se lleven a cabo las actividades vinculadas a las mismas.

3.3.1 Actuaciones comunes

- Reconocimiento de la totalidad de la superficie afectada de al menos 2 m en profundidad.
- Retirada de todos los obstáculos.
- Estudio de anomalías de carácter local: zonas blandas y puntos especialmente duros.
- Nivelación y **drenaje**.

3.3.2 Taludes

Inclinación del talud: < 45° en gravas, arenas y terrenos arcillosos y limosos de consistencia media.
< 35° en terrenos blandos arcillosos o rellenos **antropicos** de estructura abierta.

Altura del talud: < 6 m.

Resguardo libre de circulación: > 1,50-2 m, dotado de topes de seguridad de y sin acopio de tierras o material.

Coronación del talud: Dotada de cunetas protectoras que impidan la circulación de agua por los espaldones.

3.3.3 Caminos, accesos y plataformas

ELEMENTO		ANCHURA Mínima (m)	PENDIENTE Máxima (%)	PENDIENTE Mínima (%)
Accesos y caminos para vehículos	Rectas	5	12%	Deberá garantizar el drenaje
	Curvas	7,50	8%	
Accesos para maquinaria pesada		7,50	5%	
Plataformas de trabajo		15-20	2%	

- Cota de la **plataforma de trabajo**: al menos 1,50 m por encima del nivel freático.

- Hondonadas y protuberancias: < 13 cm en una longitud de 4 m.
- En caso de no ser suficiente la capacidad portante del terreno se procederá a la colocación del material de relleno hasta un espesor máximo de 100 cm. Deberá estudiarse la incorporación de **geotextiles** de refuerzo para no superar este valor; en **subbases** cohesivas de baja consistencia con peligro de migración de finos se incluirán **geotextiles** tipo filtro.
- Plataformas para instalaciones: 150-600 m², estables, niveladas y con **drenaje**, formadas por el terreno natural o por material de relleno (25-50 cm) o por una solera de hormigón armado (15-25 cm) en instalaciones especiales.

3.3.4 Material de relleno

- Como mínimo del grupo TOLERABLE (según la clasificación del PG-3), granular y de buena calidad.
- Contenido de materia orgánica < 2%/contenido de yeso < 5%/sin sustancias perjudiciales para las estructuras.
- Contenido de finos < 15%/límite líquido < 65%.
- Tamaño máximo de las partículas: 150 mm/**ángulo de rozamiento** > 35°.
- Puesta en la obra por tongadas sucesivas (< 25 cm) con compactación de al menos el 95% del ensayo Proctor Modificado.
- Espesor del relleno: 25-100 cm, en función de la capacidad portante del terreno natural, de las cargas transmitidas y de la calidad del material de relleno.
- Relleno recomendado: material granular bien graduado (gravas arenosas o arenas con gravas) con $D_{60}/D_{10} > 4$.
Ángulo de rozamiento > 45°/espesor > 60 cm.

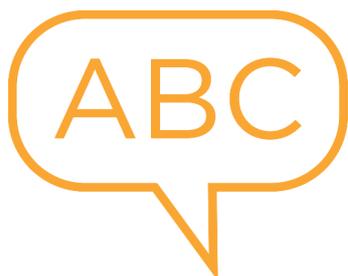
3.3.5 Control inicial de la plataforma

- Se controlará la huella que deja la maquinaria principal cuando se descargue, que no debe superar 3,5 cm en caso de ser uniforme o 10 cm en el caso contrario.
- Si existen dudas acerca de la calidad de la plataforma se realizarán placas de carga a razón de 1 placa/200 m² y 1 placa en cualquier zona problemática.



RESUMEN

- Es importante una buena planificación de los trabajos que se van a realizar, junto con el dimensionamiento del equipo y de los accesorios que se van a utilizar, así como que el personal esté bien formado y cualificado.
- Las plataformas de trabajo deberán ser estables durante toda la obra y tener dimensiones suficientes para llevar a cabo el trabajo.



TERMINOLOGÍA

Ángulo de rozamiento interno de un material:

Ángulo que forma la superficie del talud natural y la horizontal cuando el material se estabiliza por sí mismo.

Antrópico:

Causado por el hombre.

Drenar:

Dar salida y corriente a las aguas muertas o a la excesiva humedad de los terrenos por medio de zanjas o cañerías.

Geotextil:

Material utilizado especialmente cuando se trata de construcciones donde intervienen diferentes tipos de suelo y que cumple diversas funciones, como separar estratos diferentes, evitando la mezcla indeseada de los materiales y de suelos con características diversas.

Plataforma de trabajo:

Extensión de terreno utilizado para la realización de los trabajos.

Subbase:

Capa de material granular situada entre la base del firme y la explanada.

Talud:

Espacio de terreno inclinado.

UD4

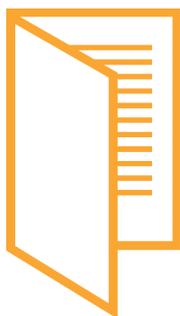
ÍNDICE

	 Objetivos	78
4.1	 Introducción	79
4.2	Procedimiento de operaciones y maniobras	80
4.3	Comprobaciones antes de perforar	83
4.4	Desplazamiento y posicionamiento del equipo	84
4.5	Procedimiento de perforación	85
4.6	Indicaciones de seguridad técnica	88
4.7	Estabilidad	88
	 Resumen	89
	 Terminología	91

**OBJETIVOS**

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer el procedimiento de operaciones y maniobras, así como la estabilidad y los indicadores de seguridad de la máquina.



4.1 INTRODUCCIÓN

En esta Unidad se analiza el manejo de los equipos, advirtiendo de las operaciones de comprobación previas y teniendo en cuenta siempre la seguridad tanto de la máquina como de los trabajadores.

4.2 PROCEDIMIENTO DE OPERACIONES Y MANIOBRAS

Los **paneles de mando** de las funciones de perforación se encuentran en el brazo de control móvil.



Figura 46. Vista general de los mandos de la perforadora

Los principales mandos que llevan las perforadoras son:

4.2.1 Mandos de las **orugas**

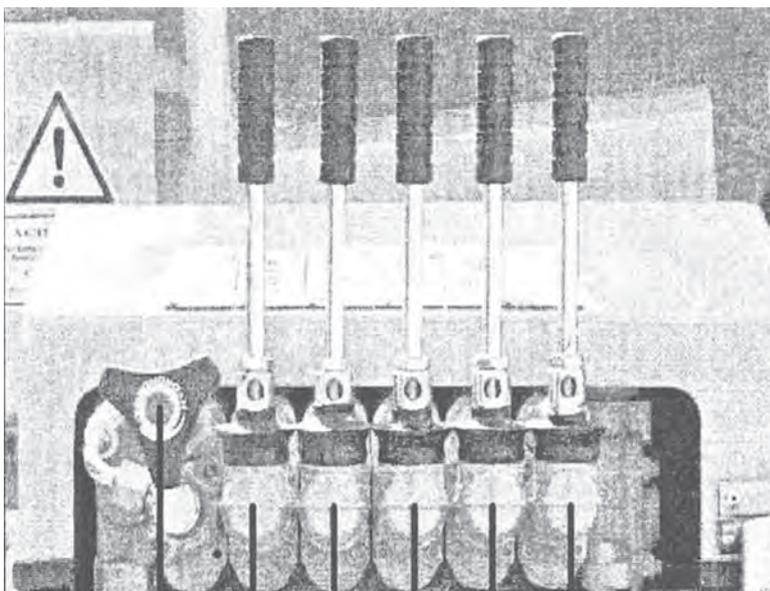


Figura 47. Cuadro de mandos de las mordazas y el cabezal

Llevará un mando independiente para cada oruga.

Para avanzar o retroceder los mandos se deben accionar a la vez y en la misma dirección.

Para girar a la vez que movemos la máquina se puede accionar únicamente el mando de una **oruga** o también se pueden accionar simultáneamente los dos mandos pero uno en sentido contrario al otro.

4.2.2 Mandos de colocación de la perforadora

Son los que permiten mover el brazo, el mástil y el cabezal basculante para colocar el equipo en la posición de perforación que adoptemos en cada trabajo.

Símbolos

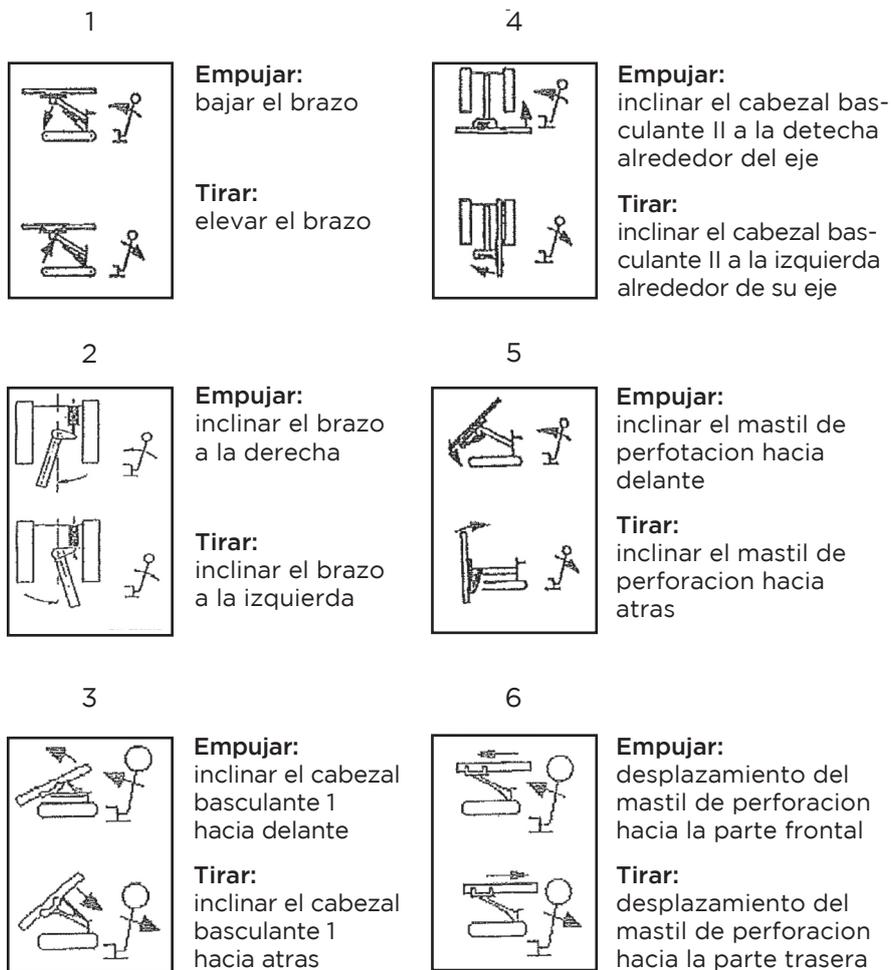


Figura 48. Mandos de colocación de la perforadora

4.2.3 Mandos de las mordazas

Los mandos de las mordazas permiten abrir, cerrar y girar las mordazas según los movimientos que tengamos que hacer en cada momento.

Las mordazas permitirán coger el varillaje de perforación, acoplar otra varilla, roscarla y apretarla para seguir perforando o aflojarla y desenroscarla para quitar la varilla una vez terminada la perforación.

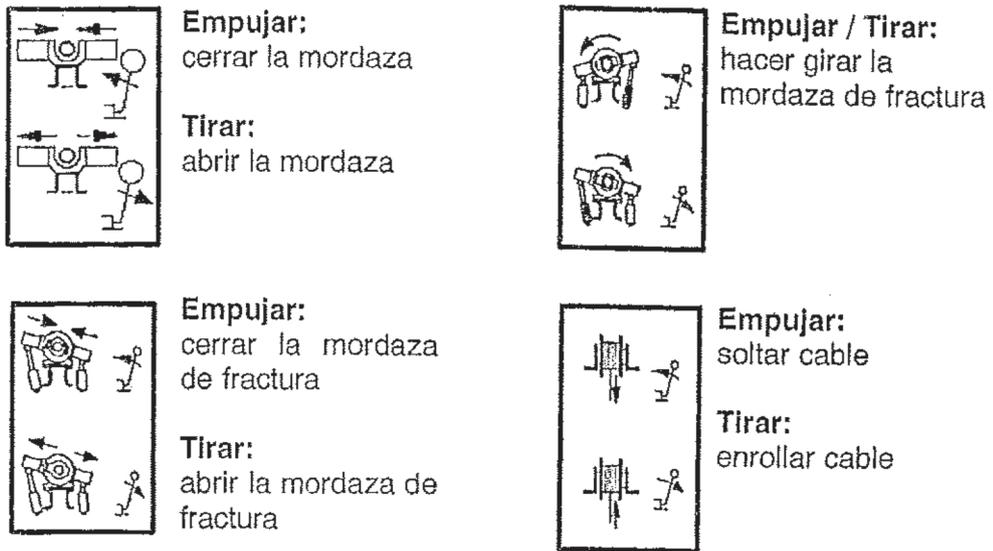


Figura 49. Mandos de las mordazas

4.2.4 Mandos del **cabezal de perforación**

Son los mandos que permitirán bajar, subir o hacer rotar el martillo o la cabeza de perforación que usaremos dependiendo del tipo de trabajo.

Símbolos

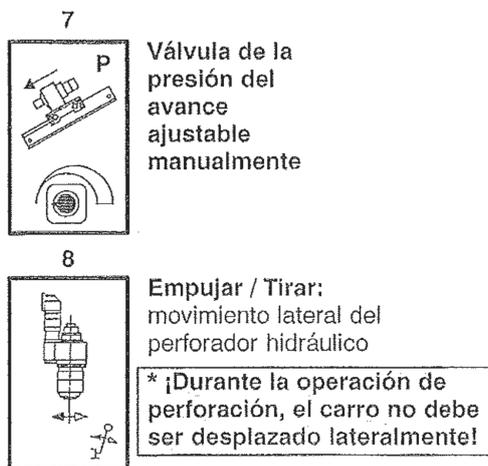


Figura 50. Mandos del cabezal

4.3 COMPROBACIONES ANTES DE PERFORAR

Antes de trabajar con un equipo de estas características, se deben comprobar una serie de puntos que tienen que ver con el buen funcionamiento y la seguridad en el manejo de la máquina. A continuación se citan de forma general aquellos puntos que suelen ser comunes a todas las perforadoras (en cada caso concreto se debe consultar el manual del equipo):

- Comprobar los niveles de aceite hidráulico en el depósito y en la cabeza de rotación.
- Comprobar que no hay fugas de fluido hidráulico en tubos flexibles y uniones.
- Instalar la pica de tierra cada vez que se posicione el grupo eléctrico (en equipos eléctricos).
- Comprobar el correcto funcionamiento automático de las palancas de control y el resto de mandos; los interruptores sin función de retorno automático deben estar en posición neutra.
- Asegurarse de que están abiertas las válvulas de compuerta del circuito hidráulico.
- Asegurarse de que no hay obstáculos sobre los elementos móviles, las correderas deslizantes de las guías están limpias y no hay cuerpos extraños en el recorrido de los carros de la cadena.

- Asegurarse de que la perforadora está asegurada a la placa de montaje y de que la placa de montura está asegurada a la deslizadera.
- En el caso de usar aire comprimido, soplar toda la suciedad y la condensación de las mangueras de aire y no dejar de unir el cable de seguridad a la manguera de aire principal.

Es necesario realizar una serie de **comprobaciones previas** antes de empezar a trabajar con el equipo.

Recuerda





Figura 51. Perforadora

4.4 DESPLAZAMIENTO Y POSICIONAMIENTO DEL EQUIPO

Durante el desplazamiento del equipo por la obra y el nuevo posicionamiento en el siguiente punto replanteado para la perforación, tendremos en cuenta una vez más la información facilitada por el fabricante del mismo en el correspondiente manual de uso del equipo; no obstante, a continuación se dan unas normas generales que deben tenerse en cuenta en el desplazamiento del equipo en la obra:

- Efectuar un precalentamiento del motor y del aceite hidráulico durante unos minutos.
- La máquina ha sido diseñada para que tenga suficiente estabilidad. No obstante, se recomienda efectuar el desplazamiento cuando la columna esté en posición horizontal. Con el mástil en posición diferente se pueden realizar sólo pequeños ajustes de la posición de trabajo.
- En equipos que dispongan de cilindros extensores de **orugas**, actuar sobre ellos para lograr una mayor anchura del carro de **orugas** y aumentar su estabilidad durante los desplazamientos.
- Para efectuar el nuevo posicionamiento:
 - Colocar el cable eléctrico para evitar su rotura (en equipos eléctricos).
 - Asegurarse de que el trayecto que hay que cubrir no tiene pendientes superiores a las recomendadas en el manual del equipo, no hay obstáculos o desniveles y se encara directamente la subida o bajada (nunca transversalmente).

- Fijar o estabilizar los elementos direccionables (panel de control, etc.) y levantar los estabilizadores.
- No permitir que ningún trabajador camine cerca de la máquina.
- Comprobar que el terreno es estable y colocar de nuevo los estabilizadores en el punto de destino (podría ser necesario usar placas de reparto de cargas).

Durante el desplazamiento y posterior emplazamiento del equipo deben tenerse en cuenta las consideraciones básicas sobre la plataforma, descritas en la Unidad anterior.

Recuerda



4.5 PROCEDIMIENTO DE PERFORACIÓN

El proceso paso a paso seguido para realizar un taladro no siempre se encuentra bien definido en los manuales de los equipos; en algunos casos no describen más allá de la nomenclatura y función de cada mando. En la mayoría de los casos el operador aprende la dinámica de la operación con la práctica y el aprendizaje de otros operadores. En este apartado intentamos sistematizar este proceso con objeto de que el alumno conozca las precauciones que debe adoptar en cada paso de la operación que vaya a realizar:

- Antes de iniciar el trabajo el operador debe efectuar una inspección visual en torno a la máquina para asegurarse de que no hay nadie en la zona de peligro.
- Oscilar la deslizadera de la perforadora de modo que ésta se encuentre en la posición e inclinación deseada. El pie del mástil debe converger adecuadamente contra el frente de ataque.
- Abrir la llave de paso de barrido para permitir la limpieza del taladro durante la perforación.
- Hacer avanzar la perforadora en sentido descendente y formar el emboquille del taladro haciendo funcionar la cabeza de rotación con giro y avance lento.
- Después de formado el emboquille del taladro, iniciar el avance y la rotación adecuados.
- Durante la perforación el operador se situará, en la medida de lo posible, de tal forma que no esté expuesto a proyecciones y a la nube de polvo. No permitirá que nadie permanezca cerca de la máquina excepto en las operaciones de colocación/retirada de varillaje.

- Durante estas operaciones será preciso que haya uno o dos ayudantes. El operador y los ayudantes deberán trabajar de forma que puedan verse entre ellos y se pueda establecer una buena comunicación. El operador observará en todo momento el ciclo de trabajo, colocando el púlpito en la posición más adecuada. Es esencial una buena coordinación entre maquinista y ayudantes.



Figura 52. Cuadro de mandos y cuerpo de mordazas

4.5.1 Colocación del varillaje durante la perforación

- Cerrar la llave de paso del barrido o limpieza del taladro.
- Hacer avanzar la cabeza de rotación deslizadera arriba para retirar la boca del fondo del taladro.
- Dejar el mando de rotación en la posición de punto muerto para detener el movimiento de rotación.
- Sujetar el varillaje con las mordazas y desenroscar la cabeza de rotación del varillaje.
- Desplazar la cabeza deslizadera arriba y colocar la nueva varilla en su posición. Esta última operación es manual por parte de los ayudantes.
- Bajar la cabeza de rotación y girar lentamente para roscar. Antes de iniciar el giro el ayudante debe haberse retirado de la máquina.
- Abrir las mordazas e iniciar de nuevo la perforación.
- Esta operación se repetirá las veces que sea necesario hasta alcanzar la longitud de taladro deseada.

4.5.2 Retirada del varillaje una vez terminada la perforación

- Cerrar la llave de paso del barrido o limpieza del taladro.
- Hacer avanzar la cabeza de rotación deslizadera arriba para retirar la primera varilla hasta situar la unión entre los dos juegos de mordazas.

- Llevar el mando de rotación a la posición de punto muerto para detener la rotación.
- Sujetar el varillaje con las mordazas fijas, retirar la cabeza de rotación y utilizar las mordazas móviles para desenroscar la primera varilla (si es necesario). Una vez suelta la varilla los ayudantes se acercarán a retirarla.
- Volver a roscar la cabeza de rotación sobre la siguiente varilla, abrir las mordazas fijas y repetir los pasos anteriores tantas veces como número de varillas tenga.

4.5.3 Parar la máquina

- Bajo ninguna circunstancia el operador abandonará la máquina mientras esté en funcionamiento (salvo situación de emergencia).
- Parar el motor con el interruptor y la llave correspondiente y depositarla en lugar seguro.
- Si el operador tiene que alejarse de la máquina, se llevará la llave consigo, en prevención de que personas no autorizadas e inexpertas puedan manipularla.

Las operaciones que se realizarán con los equipos son:

- Comprobaciones previas.
- Desplazamiento y posicionamiento del equipo.
- Perforación.
- Colocación del varillaje.
- Retirada del varillaje.
- Parada de la máquina.

Recuerda



4.6 INDICACIONES DE SEGURIDAD TÉCNICA

Todo el personal implicado en el funcionamiento y/o en el mantenimiento de los equipos debe primero haber leído y comprendido las instrucciones de funcionamiento antes de hacer funcionar o llevar a cabo trabajos de mantenimiento en la máquina perforadora.

La consideración primordial de todo el personal debe ser siempre que la seguridad es lo primero mientras se trabaja en condiciones normales y muy especialmente en condiciones inusuales.

Las perforadoras disponen de una multitud de grados de libertad cinemáticos para el posicionamiento de la columna de perforación. No todas las posibles configuraciones cinemáticas son prácticas y admisibles, dependiendo este hecho de la columna de perforación montada, de la perforadora y del equipamiento de perforación. Por este motivo, se han de tener en cuenta, entre otras cosas, las posiciones de perforado, el orden de los ajustes y las compresiones del terreno incluidas en las indicaciones de estabilidad de cada equipo.

4.7 ESTABILIDAD

La estabilidad de la perforadora, siempre debe estar garantizada en todo momento según DIN EN 791 (seguridad de aparatos de perforación).

El operador de la perforadora debe asegurar en todo momento el pleno contacto del equipo con el suelo durante la operación de perforación.

La estabilidad puede resultar disminuida por:

- Una carga excesiva, un terreno inseguro, la aceleración y detención bruscas de desplazamiento y de los movimientos de giro y las pendientes.
- El operador es el responsable de la estabilidad de la máquina y debe, si es necesario, modificar los procedimientos de trabajo para adaptarlos a las condiciones especiales de la obra en la que está trabajando.
- Para evitar que la perforadora se mueva de forma incontrolada cuando se pone en marcha en el camión para el transporte, es absolutamente necesario cubrir las rampas de remolque con material antideslizante (por ejemplo, listones de madera o alfombrillas de goma).

Recuerda



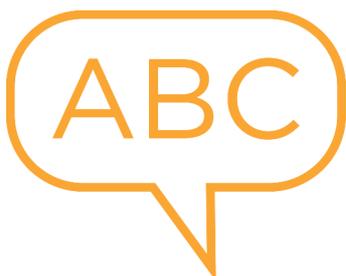
Es muy importante tener en buen funcionamiento los indicadores de seguridad y tener garantizada en todo momento la estabilidad de la maquinaria.



RESUMEN

- Es necesario realizar una serie de comprobaciones previas antes de empezar a trabajar con el equipo.
- Durante el desplazamiento y posterior emplazamiento del equipo deben tenerse en cuenta las consideraciones básicas sobre la plataforma, descritas en la Unidad anterior.
- Las operaciones que se realizarán con los equipos son:
 - Comprobaciones previas.
 - Desplazamiento y posicionamiento del equipo.
 - Perforación.
 - Colocación del varillaje.
 - Retirada del varillaje.
 - Parada de la máquina.
- En los paneles de mando están todas las funciones de perforación y movimientos de las máquinas, las cuales tiene que conocer y aprender el operador.
- Es necesario realizar comprobaciones del buen funcionamiento de la máquina antes de comenzar la perforación.

- El procedimiento de perforación, colocación del varillaje y retirada de éste una vez terminado y terminar parando la máquina son procedimientos que el perforador tiene que manejar para que el trabajo sea seguro y eficaz.
- También es importante tener en buen funcionamiento los indicadores de seguridad y tener garantizada en todo momento la estabilidad de la maquinaria.



TERMINOLOGÍA

Cabestrante:

Torno generalmente accionado por un motor y destinado a levantar y desplazar grandes pesos.

Cabezal de perforación:

Está compuesto por el martillo o cabeza de rotación y la corredera deslizante que va unida al mástil de la máquina.

Oruga:

Cada una de las dos cadenas sobre las que se apoya la máquina y que permiten el movimiento de ésta.

Panel de mando:

Cuadro donde se encuentran los principales mandos para el manejo de los equipos de perforación.

UD5

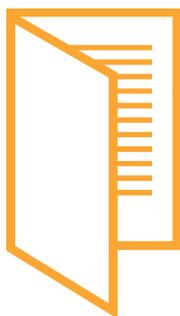
ÍNDICE

	 Objetivos	94
5.1	 Introducción	95
5.2	Aseguramiento contra las caídas	96
5.3	Trabajo en áreas de conductos de suministro (gas, agua y electricidad)	96
5.4	Trabajo cerca de cables eléctricos de tendido aéreo	97
5.5	Desplazamiento de la perforadora en pendientes	97
	 Resumen	99
	 Terminología	101

**OBJETIVOS**

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer los procedimientos de trabajo en condiciones especiales.



5.1 INTRODUCCIÓN

Es necesario conocer todos los obstáculos y las condiciones de trabajo que se pueden presentar a lo largo del trabajo con la pilotadora; aunque indudablemente este conocimiento se afianza con el tiempo y la experiencia del trabajador, se intentará reunir en esta Unidad las condiciones más relevantes.

5.2 ASEGURAMIENTO CONTRA LAS CAÍDAS

Para descartar los riesgos de caída y de colisión, la perforadora sobre **orugas** debe mantener en todo momento una distancia de seguridad respecto a salientes, zanjas y pendientes.

Es responsabilidad del contratista evaluar la capacidad de sustentación del terreno y fijar una distancia de seguridad para la máquina.

Es necesario asegurarse de la capacidad de sustentación de puentes, pisos y estructuras antes de situar la máquina sobre los mismos.

5.3 TRABAJO EN ÁREAS DE CONDUCTOS DE SUMINISTRO (GAS, AGUA Y ELECTRICIDAD)

Antes de iniciar las perforaciones, el empresario debe determinar si en la zona de trabajo hay tuberías de suministro o enterradas o no visibles, pues podrían significar un peligro para las personas. Se debe solicitar la información sobre la ubicación de estas tuberías a los propietarios o a las autoridades correspondientes.

Si hubiera tuberías subterráneas u ocultas, se debe determinar su posición en colaboración con el propietario o explotador de las mismas y establecer las medidas de seguridad pertinentes.

Cuando hubiera tuberías o conducciones en la zona de la obra, el empresario o su delegado deben conseguir planos exactos de su situación y ponerlos a disposición de la obra para su consulta.

El recorrido de las tuberías enterradas en la zona de obras debe ser marcado claramente, bajo supervisión, antes de comenzar los trabajos de perforación.

En caso de toparse inesperadamente con conducciones enterradas, el operador de la máquina debe interrumpir inmediatamente los trabajos y avisar al supervisor.

Las conducciones expuestas deben ser sujetadas, soportadas o sostenidas de manera que no puedan oscilar o deslizarse.

Recuerda



En caso de toparse inesperadamente con conducciones enterradas, el operador de la máquina debe **interrumpir inmediatamente los trabajos** y avisar al supervisor.

5.4 TRABAJO CERCA DE CABLES ELÉCTRICOS DE TENDIDO AÉREO

Siempre que las normativas nacionales del país correspondiente no dispongan otra cosa, se deben respetar las siguientes distancias mínimas de seguridad hacia cables eléctricos aéreos bajo tensión y líneas de contacto:

- Como norma general, si se desconoce la tensión del cable, se debe respetar una distancia mínima de **7 m** hasta tener un conocimiento preciso de la tensión de la línea (en el módulo de prevención de riesgos laborales en la Unidad 4. Servicios afectados se verá este tema con más detalle).
- Si no se puede mantener una distancia suficiente, el empresario acordará con el propietario otras medidas de seguridad (como la desconexión de la corriente o cambiar el tendido de conducciones aéreas) para evitar accidentes.

5.5 DESPLAZAMIENTO DE LA PERFORADORA EN PENDIENTES

Cuando haya que desplazarse y trabajar en pendientes con un ángulo de inclinación de más de 20°. La máquina debe ser equipada y asegurada con **cabestrante** de cable (está prohibido utilizar cabestranes de caída libre) para evitar el deslizamiento o el vuelco de la máquina en pendientes. El **cabestrante** debe estar equipado con un sistema de freno de seguridad. El punto del conector del cable debe ser diseñado y probado para fuerzas de carga dinámicas.

Fuerza de tracción f en la tercera capa del **cabestrante**:

$f > 0,50$ para un ángulo de pendiente de $< 40^\circ$

$f > 0,40$ para un ángulo de pendiente de $< 35^\circ$

$f > 0,30$ para un ángulo de pendiente de $< 30^\circ$

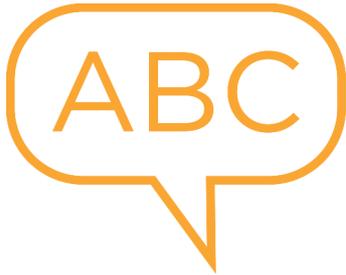
$f > 0,25$ para un ángulo de pendiente de $< 25^\circ$

$$F = \frac{\text{fuerza de tracción}}{\text{masa de máquina}}$$



RESUMEN

- Es muy importante el buen aseguramiento de las caídas de la perforadora manteniendo las orugas alejadas de salientes, zanjas y pendientes.
- En caso de toparse inesperadamente con conducciones enterradas, el operador de la máquina debe interrumpir inmediatamente los trabajos y avisar al supervisor.
- Antes de iniciar las perforaciones, el empresario debe determinar si en la zona de trabajo hay tuberías de gas, agua o electricidad enterradas o no visibles, pues podrían significar peligro para el personal; también debe respetar las distancias mínimas a cables eléctricos de tendido aéreo.



TERMINOLOGÍA

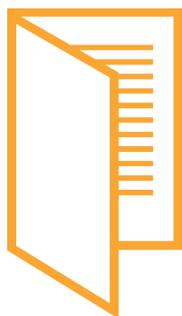
Cabestrante:

Torno generalmente accionado por un motor y destinado a levantar y desplazar grandes pesos.

Oruga:

Cada una de las dos cadenas sobre las que se apoya la máquina y que permiten el movimiento de ésta.

MÓDULO 2: mantenimiento



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el empleo de perforadoras mecánicas y automáticas en el sector de la construcción es muy importante debido a la considerable reducción de mano de obra necesaria, al mismo tiempo que se produce una racionalización en la ejecución de los trabajos de perforación y voladura.

Con esta maquinaria se debe alcanzar el mayor rendimiento posible, debiendo brindar la máxima productividad, al tiempo que se debe procurar que tenga un alto grado de disponibilidad, es decir, seguridad de funcionamiento y bajo nivel de averías.

La disponibilidad de las máquinas y la prevención de paradas no previstas requiere la implantación de una estructura bien organizada para el mantenimiento, desde el fabricante hasta llegar a la empresa usuaria de la máquina.

El objetivo de la realización de un cuidado, un mantenimiento y una conservación sistemáticos es la obtención de una disponibilidad óptima de los equipos perforadores y sus accesorios.



OBJETIVOS

Al finalizar este Módulo, el alumno será capaz de:

- Asumir la necesidad de tener que efectuar un buen mantenimiento preventivo, de forma que se consiga minimizar las averías, alargar su vida útil y mantener la seguridad de la máquina.
- Detectar las posibles anomalías antes de que se produzca una avería, colaborando de esta manera con los técnicos de mantenimiento.
- Conocer el plan de mantenimiento preventivo de la máquina que se maneja y las especificaciones del fabricante.
- Conocer los puntos críticos que deben tener verificaciones periódicas (diarias, semanales, mensuales, etc.).

UD6

ÍNDICE

		Objetivos	110
6.1		Introducción	111
6.2		Medidas de mantenimiento	112
6.3		Trabajos de mantenimiento de los operadores	113
		Resumen	125

**OBJETIVOS**

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer las operaciones de mantenimiento de los equipos.
- Conocer el protocolo de trabajo respecto a las revisiones y el mantenimiento de los equipos.



6.1 INTRODUCCIÓN

La finalidad de esta Unidad es conocer los aspectos más significativos de las revisiones que es necesario realizar a los equipos para mantenerlos en estado óptimo y prolongar al máximo su vida útil, reduciendo averías y consecuentemente costes innecesarios.

6.2 MEDIDAS DE MANTENIMIENTO

Las medidas de mantenimiento son las siguientes:

- **Servicio**

Medidas para mantener el estado inicial de la máquina, como limpieza, **lubricación**, cambios de aceite y ajustes de carácter menor.

- **Inspección**

Medidas para la evaluación y revisión del estado efectivo de la máquina.

- **Mantenimiento preventivo**

Sustitución de componentes desgastados pero todavía capaces de funcionar con objeto de evitar daños mayores.

- **Reparaciones**

Medidas para volver a poner la máquina en su estado inicial.

Un mantenimiento profesional evita un desgaste prematuro y mantiene la capacidad de funcionamiento del equipo.

Además, permite detectar con tiempo suficiente los daños que puedan aparecer y, por consiguiente, permitir a la empresa explotadora ahorrar en los consiguientes gastos por los trabajos de reparación.

Los intervalos de mantenimiento son establecidos por cada uno de los fabricantes.

En caso de utilización del equipo en condiciones de trabajo extremas, tales como mucho polvo, extrema humedad o altas temperaturas, es probable que sea necesario llevar a cabo los trabajos de engrase y de mantenimiento tras intervalos de tiempo menores a los indicados por el fabricante.

Tras la primera puesta en servicio, debe procurarse hacer un buen uso del equipo, es decir, deben respetarse siempre la temperatura de funcionamiento prescrita, así como aquellos parámetros de trabajo límites establecidos por el fabricante.

Todos los trabajos de mantenimiento realizados deberán registrarse e identificarse por el responsable del equipo en el **Libro de mantenimiento y reparaciones**.

Los aceites viejos, mangueras hidráulicas, combustibles, sustancias lubricantes y engrasantes, así como productos de limpieza, baterías, etc. son residuos industriales y habrá que gestionarlos convenientemente con una empresa autorizada para ello.

Las medidas de mantenimiento son las siguientes:

Recuerda

- Servicio.
- Inspección.
- Mantenimiento preventivo.
- Reparaciones.

6.3 TRABAJOS DE MANTENIMIENTOS DE LOS OPERADORES

6.3.1 Modelo de plan de mantenimiento preventivo

A continuación se reproduce un plan de mantenimiento preventivo que puede servir de guía. Es obvio que cada fabricante en su manual de instrucciones fija sus programas de mantenimiento en función del tipo, la marca y el modelo de máquina.

Los intervalos de mantenimiento se suelen fijar en función de las horas de trabajo de la máquina (cada 8, 40, 250 h, etc.) o en función de si el mantenimiento es diario, semanal, mensual, etc.

Tabla de lubricación/intervalos de mantenimiento y servicio	Intervalos de servicio en horas de funcionamiento							
	8	16	40	100	250	500	1.000	2.000
1. Motor diésel								
Comprobar el nivel de aceite del motor	X							
Cambiar el aceite del motor					X			
Limpia las aletas del radiador	X							
Comprobar el nivel del líquido refrigerante	X							
Sustituir los filtros del aceite del motor					X			
Sustituir los filtros del combustible					X			
Comprobar el filtro del aire y limpiarlo si es necesario	X							
Comprobar la tensión de las correas trapezoidales						X		

Tabla de lubricación/intervalos de mantenimiento y servicio	Intervalos de servicio en horas de funcionamiento							
	8	16	40	100	250	500	1.000	2.000
2. Depósito de aceite hidráulico								
Comprobar el nivel de aceite	X							
Comprobar que no hay fugas	X							
Comprobar la temperatura del aceite	X							
Cambiar el aceite (la 1.ª vez después de 500 h) una vez al año								X
Cambiar el filtro						X		
3. Válvulas, racores y mangueras								
Comprobar si hay fugas y eliminarlas	X							
Comprobar el apriete de los racores					X			
4. Enfriador del aceite hidráulico/motor diésel								
Limpiar el bloque del enfriador y los ventiladores de admisión de aire					X			
Comprobar el nivel de líquido refrigerante			X					
5. Bombas y motores hidráulicos								
Comprobar que no hay fugas y las características del ruido	X							
6. Batería								
Comprobar el ácido y el nivel de carga				X				
7. Tren de rodaje								
Comprobar la tensión de las orugas			X					
Comprobar el nivel de valvulina de reductora					X			
8. Mástil de perforación								
Poner grasa en el engrasador, comprobar el nivel de llenado y volver a poner grasa			X					
Comprobar la tensión de la cadena del avance	X							
Comprobar cojinetes y casquillos			X					
Comprobar el desgaste del centrador (ancho interior del centrador = diámetro del varillaje + 4 mm)				X				
Comprobar la perforadora (cabeza de rotación/martillo hidráulico) y la valvulina y rellenar/poner grasa			X					

Tabla de lubricación/intervalos de mantenimiento y servicio	Intervalos de servicio en horas de funcionamiento							
	8	16	40	100	250	500	1.000	2.000
9. Carro de deslizamiento								
Comprobar el desgaste de los rieles de deslizamiento (huelgo lateral máximo = 5 mm, huelgo máximo respecto a la altura de punta = 10 mm)				X				
Comprobar cojinetes y casquillos			X					
10. Cinemática								
Comprobar la lubricación y engrasar los puntos de lubricación			X					
Limpiar el vástago del pistón del cilindro hidráulico	X							
Comprobar y engrasar las guías	X							X
Comprobar los pernos	X							

A continuación señalamos sobre este carro el tipo la localización de los diferentes puntos de mantenimiento de la tabla anterior.

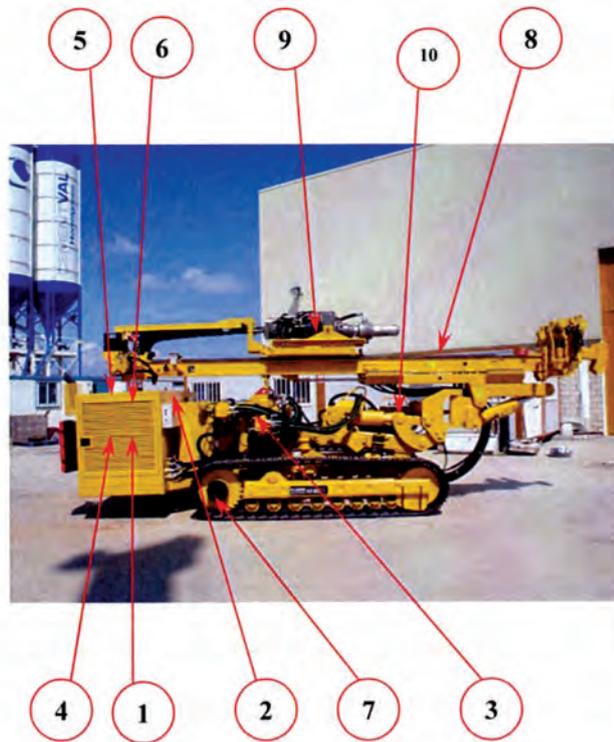


Figura 53. Esquema de una perforadora

1. Motor diésel.
2. Depósito de aceite hidráulico.
3. Válvulas, racores y mangueras.
4. Enfriador del aceite hidráulico/motor diésel.
5. Bombas y motores hidráulicos.
6. Batería.
7. Tren de rodaje.
8. Mástil de perforación.
9. Carro de deslizamiento.
10. Cinemática.

Recuerda



Cada fabricante en su manual de instrucciones fija sus programas de mantenimiento en función del tipo, la marca y el modelo de la máquina.

6.3.2 Mantenimiento de vástagos de cilindros hidráulicos

En cuanto al mantenimiento de los vástagos de los cilindros hidráulicos, se recomienda frotar regularmente éstos cuando no están en posición de reposo, según sea necesario de una a dos veces por semana con aceite hidráulico o similar, y conservar en grasa no ácida cuando se prevean largos períodos de reposo. Además, hay que tener en cuenta que limpiar o frotar los vástagos cromados con aparato de chorro a vapor con productos de limpieza alcalinos daña la capa cromada y destruye la protección contra la corrosión.

Se debe evitar también que los disolventes agresivos entren en contacto con retenes y elementos que sean susceptibles de ser dañados por éstos.

6.3.3 Líquido refrigerante

El control del nivel debe hacerse con el motor frío y teniendo la máquina en posición horizontal. Con el fin de prolongar la vida de aquellas máquinas que cuenten con motor diésel, es imprescindible observar las indicaciones del fabricante sobre líquidos refrigerantes.

Al rellenar el líquido refrigerante para reponer la cantidad evaporada o en caso de una pérdida o después de haber realizado una reparación en el sistema refrigerante, deberá tenerse en cuenta la proporción de la mezcla agua/líquido refrigerante prescrita (algunos fabricantes venden el refrigerante con la mezcla indicada). Este líquido es de vital importancia, ya que protege importantes piezas interiores del motor de la corrosión y de la destrucción. En ningún caso se debe añadir agua sola como sustitutivo del líquido refrigerante.

6.3.4 Cambio de aceite hidráulico

Hay que extraer sólo aceite caliente. Si hubiera partículas metálicas de desgaste en el aceite, se debe controlar y extraer por separado el aceite de bombas o motores.

El desgaste por abrasión produce una pérdida de rendimiento y puede ocasionar un siniestro total a corto plazo. Si hubiera partículas metálicas de desgaste, se deberá sustituir urgentemente la bomba o el motor.

Un alto índice de humedad en el aire junto con unas oscilaciones extremas en la temperatura del aceite provocan la formación de agua de condensación. El agua favorece la degradación del aceite y la formación de espuma, o que implica peligro de **cavitación** y deterioro de las bombas, por lo que habrá que estar pendiente de dicho fenómeno.

Se recomienda la limpieza de los depósitos de aceite en cada cambio de aceite. Se debe limpiar sólo con trapos de limpieza que no dejen residuos en el depósito.

6.3.5 La batería

La disponibilidad operativa de la batería está sujeta a la recarga constante de la misma desde el **alternador**. La capacidad de la batería puede quedar reducida en gran medida a temperaturas ambiente bajas. En caso de que el nivel de carga sea demasiado bajo para poner en marcha el motor, hay que hacer uso de la batería de otro equipo y de un juego de cables para hacer un puente.

Se recomienda proteger los bornes con grasa para baterías para prevenir la corrosión y reducir las pérdidas de corriente por desviación.

6.3.6 Tren de rodaje (orugas)

Durante el funcionamiento de la perforadora hay que procurar que las cadenas mantengan la tensión adecuada.

La tensión de la cadena debe ser tal, que en 1 m de longitud tenga una comba de aproximadamente 2 cm. Si, por ejemplo, la distancia entre el rodillo de apoyo y la rueda guía es de 1,5 m, la cadena debe colgar unos 3 cm en el centro.

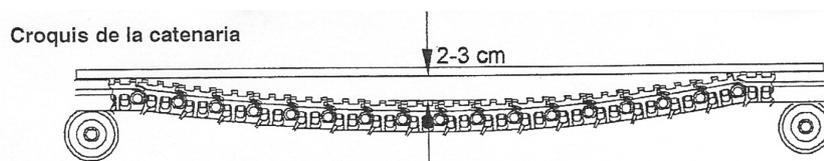


Figura 54. Croquis de la catenaria

Si la comba es de un valor mayor a 3 cm, hay que prensar con grasa (4) la boquilla de **lubricación** (2) del cilindro de tensión (3) hasta que se alcance el valor correcto. Si la cadena de la oruga está demasiado tirante, hay que aflojar la boquilla del adaptador (1) del cilindro de tensión (3) y dejar salir grasa hasta que se alcance el valor correcto. Luego se vuelve a cerrar la boquilla del adaptador.

Croquis de la tensión de las orugas

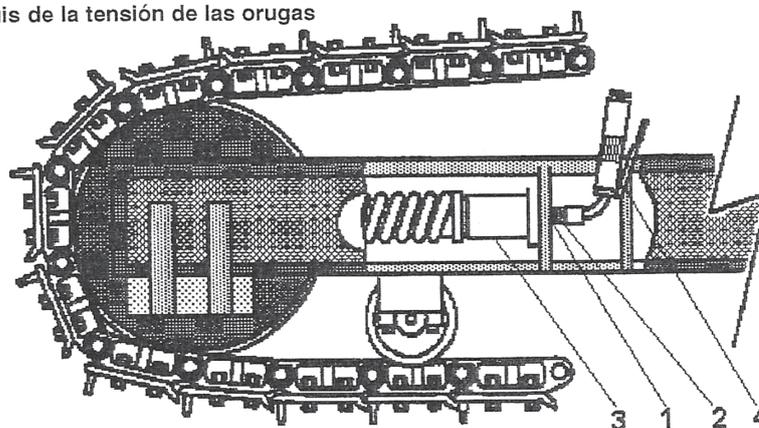


Figura 55. Croquis de las orugas

En cuanto a la reparación de las cadenas, hay que tener en cuenta que los bulones desgastados deben renovarse, así como las zapatas (tejas), ya que no admiten trabajos de soldadura. Antes de cualquier reparación en las cadenas se debe aflojar la tensión en éstas, tal y como se ha explicado anteriormente.

6.3.7 Cabeza de rotación y martillos perforadores

Se deben seguir las indicaciones dadas por cada uno de los fabricantes. A continuación haremos una mención especial para los martillos hidráulicos, que son actualmente los más habituales y de mayor complejidad respecto al mantenimiento en comparación con las cabezas de rotación, de las cuales sólo hay que comprobar el nivel de valvulina y rellenar.

a. Martillos hidráulicos

En caso de tener que realizar alguna reparación, en las piezas hidráulicas se requiere la mayor pulcritud posible y sólo debe ser realizada por personal con la formación adecuada. Antes de empezar con el montaje de cualquier pieza se debe proceder a la limpieza con agentes no explosivos ni agresivos y aire comprimido (no se ha de utilizar agua ya que existe peligro de corrosión).

Los martillos hidráulicos montan **acumuladores de presión** con el fin de mantener en todo momento la presión adecuada en el circuito, siendo vital su correcto mantenimiento tanto para asegurar el buen funcionamiento del martillo como su durabilidad. Así, llevan instalados uno en la percusión y otro en la amortiguación (dumping) y es necesario que tanto su desmontaje como su reparación o sustitución sean realizados por personal cualificado, ya que están rellenos de gas a altas presiones (para evitar explosiones sólo se deben llenar con nitrógeno). En caso de cambiar completamente el acumulador, sólo es obligatorio someter el depósito de presión a una prueba de aceptación antes de su montaje.

b. Acumulador de presión situado en percusión

Cambio de membrana:

Paso 1. Desmontar el acumulador de presión del mecanismo percutor.

Paso 2. Retirar el acumulador de presión con cuidado de su asiento. Para extraerlo, utilizar suavemente un martillo de goma, evitando de esta manera dañar el asiento de centrado y el de obturación del acumulador (no utilizar objetos punzantes para esta operación; de lo contrario se dañará el asiento de obturación).

Paso 3. Extraer el nitrógeno; para ello retirar el tapón de cierre. Aflojar el tornillo de admisión y extraerlo con cuidado hasta que se oiga cómo se escapa el gas. No extraer completamente el tornillo de admisión antes de que el acumulador a presión esté sin presión.

Paso 4. Retirar los tornillos situados en la parte inferior del acumulador.

Paso 5. Separar la cápsula del acumulador y la tapa. Limpiar a fondo las piezas.

Paso 6. Inspeccionar los distintos elementos y en caso de daños visibles cambiar el acumulador por completo.

Paso 7. Cambiar el juego de tornillos, retirar la membrana defectuosa y colocar la nueva de manera limpia; engrasar un poco el canto de obturación y tener en cuenta la posición de montaje.

Paso 8. Atornillar la cápsula del acumulador y la tapa uniformemente en forma de cruz (par de fuerzas de 95 Nm).

Paso 9. Posteriormente se procede al llenado del nitrógeno hasta que el manómetro situado en el equipo indique 63 bar (a 20 °C). Transcurrido un tiempo de espera aproximadamente de 30 min, durante el cual tiene una compensación de la temperatura, volver a comprobar la presión de llenado y corregir si es necesario. A continuación, comprobar la hermeticidad en el acumulador (baño de agua), montar el acumulador de presión en la cabeza del martillo y apretar los tornillos con un par de apriete de 84 Nm.

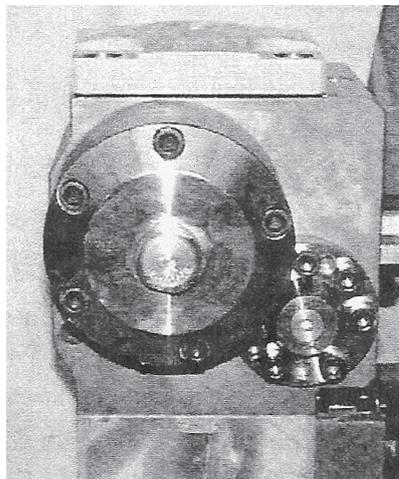


Figura 56. Esquema del cambio de membrana de un acumulador (paso 1)

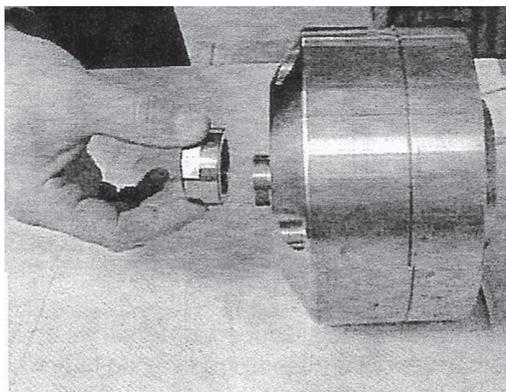


Figura 57. Esquema del cambio de membrana de un acumulador (paso 2)

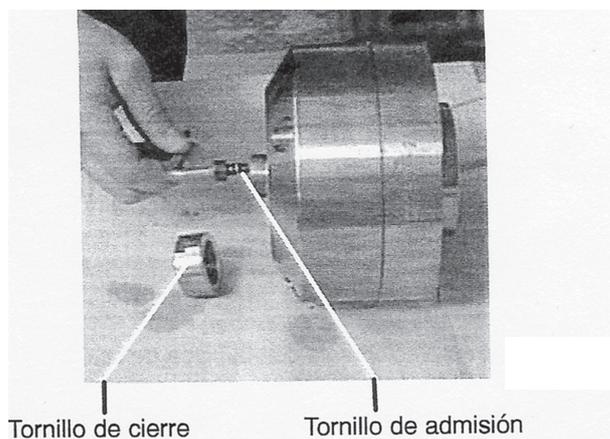


Figura 58. Esquema del cambio de membrana de un acumulador (paso 3)

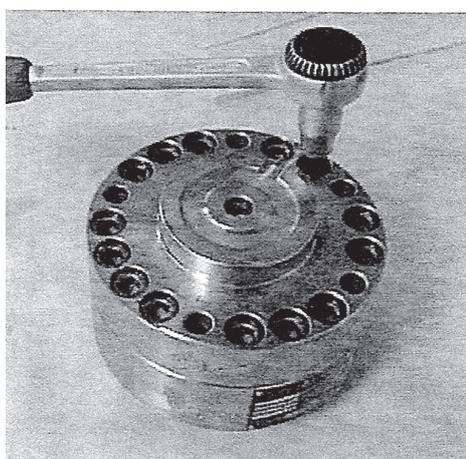


Figura 59. Esquema del cambio de membrana de un acumulador (paso 4)

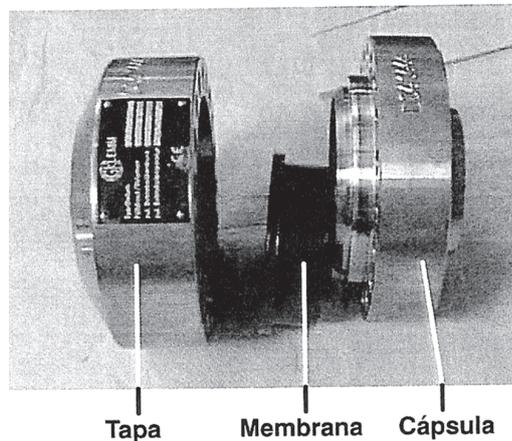


Figura 60. Esquema del cambio de membrana de un acumulador (paso 5)

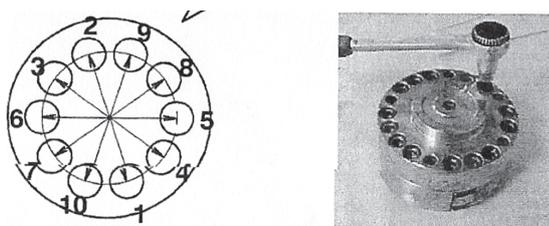


Figura 61. Esquema del cambio de membrana de un acumulador (paso 6)

c. Acumulador de presión situado en la amortiguación

Se ha de seguir el mismo procedimiento descrito para el acumulador de la percusión, a excepción de que la presión de llenado debe ser de 80 bares.

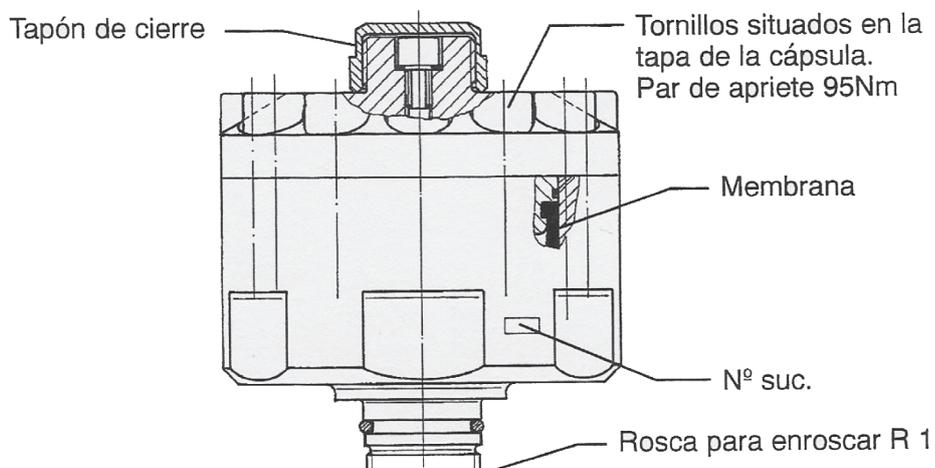


Figura 62. Esquema del acumulador

6.3.8 Dispositivos de seguridad

Los dispositivos de seguridad y los elementos de protección de los componentes móviles de la máquina deben ser abiertos, quitados o desmontados únicamente con el motor de la máquina parado y asegurado contra toda puesta en marcha inadvertida o no autorizada.

Los dispositivos de seguridad son las cubiertas del motor, las tapas, los tapones, las rejillas y los paneles.

Todos los dispositivos de seguridad y elementos de protección deben ser vueltos a instalar de nuevo una vez finalizadas las tareas de mantenimiento, servicio y reparación.

Resulta de vital importancia conocer los elementos que necesitan mantenimiento, así como las operaciones que hay que llevar a cabo, en primer lugar para prolongar la vida de la máquina, en segundo lugar para prevenir posibles averías y, por último, para mantener la seguridad de los equipos evitando riesgos para las personas que los manejan o que están a su alrededor.

Recuerda





RESUMEN

- Las medidas de mantenimiento son las siguientes:
 - Servicio.
 - Inspección.
 - Mantenimiento preventivo.
 - Reparaciones.
- Cada fabricante en su manual de instrucciones fija sus programas de mantenimiento en función del tipo, la marca y el modelo de la máquina.
- Resulta por tanto de vital importancia conocer los elementos que necesitan mantenimiento, así como las operaciones que hay que llevar a cabo, en primer lugar para prolongar la vida de la máquina, en segundo lugar para prevenir posibles averías y, por último, para mantener la seguridad de los equipos evitando riesgos para las personas que los manejan o que están a su alrededor.

UD7

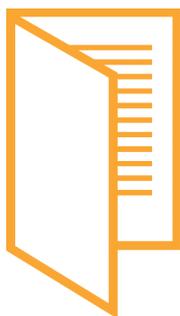
ÍNDICE

		Objetivos	128
7.1		Introducción	129
7.2		Inspección previa al inicio del trabajo	130
7.3		Puesta en marcha (motor diésel)	132
7.4		Normativa aplicable	133
		Resumen	137
		Terminología	139

**OBJETIVOS**

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer las inspecciones previas necesarias antes de arrancar los equipos.



7.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta Unidad es conocer todos aquellos aspectos o comprobaciones previas necesarios para la puesta en marcha de nuestro equipo, evitando de esta manera un riesgo para la integridad del equipo y de quien lo maneja.

7.2 INSPECCIÓN PREVIA AL INICIO DEL TRABAJO

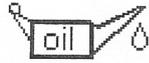
El operador debe hacer una inspección general previa al inicio del trabajo con objeto de identificar cualquier anomalía que pudiera existir, siendo de vital importancia que esta inspección se realice con profesionalidad. Algunos de los puntos que hay que inspeccionar son los siguientes:

- Asegurarse de que todas las palancas de mando se encuentran en la posición neutra de desconexión.
- Comprobar que los **conmutadores de paro de emergencia** que hay tanto en la consola de mando como en la máquina están inactivos.
- Comprobar el llenado del depósito del gasóleo, el nivel del aceite del motor, el nivel del aceite de la transmisión y el llenado del depósito del aceite hidráulico haciendo uso de los indicadores y dispositivos correspondientes y reponiendo los niveles si es necesario.
- Asegurarse de que todos los racores hidráulicos están bien apretados (fugas) y de que los latiguillos no presentan pliegues ni se interfieren entre sí.
- Comprobar el tensado correcto del tren de rodaje. El tensado debe ser tal que en 1 m de longitud tenga una comba de aproximadamente 2 cm; de ser más habrá que prensar con grasa y, de lo contrario, si la cadena está demasiado tirante, dejar salir grasa hasta alcanzar el valor correcto.
- Comprobar el tensado de la cadena del avance.
- Comprobar cabestrante, cable, polea y gancho.

Normalmente, entre los indicadores y dispositivos de control de las perforadoras aparecen los siguientes avisos de error, los cuales previenen de posibles fallos o averías que es necesario que se subsanen en caso de aparecer alguno activo:

1. Insuficiente presión del aceite del motor.
2. Sobrecalentamiento del refrigerante.
3. Tanque de combustible bajo de nivel.
4. Filtro del aire sucio.
5. Nivel del aceite hidráulico demasiado bajo.
6. Nivel del refrigerante demasiado bajo.
7. Rotura de las correas trapezoidales.
8. Sobrecalentamiento del aceite hidráulico.

1. Insuficiente presión de aceite
(con el motor diesel en marcha)



7. Rotura de la correa trapezoidal



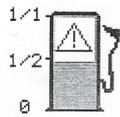
2. Sobrecalentamiento del medio refrigerante



8. Sobrecalentamiento del aceite hidráulico
(se indica solamente si la máquina lleva
la opción de un sensor de la temperatura
del aceite hidráulico)



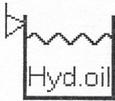
3. El tanque de combustible está
por debajo del 15%



4. El filtro de aire está sucio



5. El nivel del aceite hidráulico es
demasiado bajo



6. El nivel del medio refrigerante es
demasiado bajo



Figura 63. Simbología de las anomalías

7.3 PUESTA EN MARCHA (MOTOR DIÉSEL)

Una vez comprobados los aspectos detallados en el apartado anterior, hay que **certificarse de que si hubiera que reponer el nivel de aceite hidráulico** sería necesario aislar los elementos consumidores de los circuitos hidráulicos (todas las palancas de funcionamiento deben estar centradas en la posición inactiva) asegurando un circuito libre de presión; seguidamente procederemos a la puesta en marcha.

- **Poner el motor en marcha.** En caso de ser diésel, hay que hacerlo girar sin carga durante 2 min, seguidamente aumentar el régimen de giro hasta aproximadamente 1.500 rpm y conectar la rotación lenta del elemento perforador; en caso de que fuera de doble velocidad, 5-10 min esperando a que el aceite hidráulico se caliente.
- **Permitir siempre que el sistema hidráulico se caliente correctamente**, ya que la temperatura de servicio óptima del aceite hidráulico depende de su **viscosidad**. El precalentamiento del aceite garantiza un correcto funcionamiento del sistema hidráulico. Cuando el aceite hidráulico trabaja a bajas temperaturas, es decir, cuando no se ha ejecutado la fase de precalentamiento, las funciones hidráulicas seleccionadas pueden reaccionar con cierto retraso, además de aparecer defectos de **cavitación** en las bombas.

Con el fin de mantener el líquido hidráulico a una temperatura ideal, el circuito de refrigeración lleva instalado un motor de ventilación con regulación térmica. A partir de una temperatura aproximada de 45 °C, el aceite comienza a refrigerarse. La máxima refrigeración se activa cuando la temperatura sobrepasa los 60 °C.

Un aceite viejo o un aceite que ha sido utilizado a temperaturas extremadamente altas pierden importantes propiedades de funcionamiento, lo que merma la vida útil de juntas, tubos flexibles, bombas, **cilindros**, etc.

Una vez finalizada la fase de precalentamiento se puede proceder a la ejecución de los trabajos requeridos.

Recuerda



Para poner en marcha el equipo hay que:

- Poner el motor en marcha.
- Permitir siempre que el sistema hidráulico se caliente correctamente.
- Una vez finalizada la fase de precalentamiento, ejecutarse los trabajos requeridos.

7.4 NORMATIVA APLICABLE

Toda máquina debe cumplir el RD 1215/1997, "Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo", de tal manera que, centrándonos en el tema del mantenimiento, también deberemos cumplir lo que el RD especifica en este apartado y que a continuación detallamos:

- 1) Los equipos de trabajo se instalarán, dispondrán y utilizarán de modo que se reduzcan los riesgos para los usuarios del equipo y para los demás trabajadores.

En su montaje se tendrá en cuenta la necesidad de que haya suficiente espacio libre entre los elementos móviles de los equipos de trabajo y los elementos fijos o móviles de su entorno y de que puedan suministrarse o retirarse de manera segura las energías y sustancias utilizadas o producidas por el equipo.

- 2) Los trabajadores deberán poder acceder y permanecer en condiciones de seguridad en todos los lugares necesarios para utilizar, ajustar o mantener los equipos de trabajo.

- 2) Los equipos de trabajo no deberán utilizarse de forma, operaciones o condiciones contraindicadas por el fabricante. Tampoco podrán utilizarse sin los elementos de protección previstos para la realización de la operación de la que se trate.

Los equipos de trabajo sólo podrán utilizarse en la forma, en operaciones o en condiciones no consideradas por el fabricante si previamente se ha realizado una evaluación de los riesgos que ello conllevaría y se han tomado las medidas pertinentes para su eliminación o control.

- 3) Antes de utilizar un equipo de trabajo se comprobará que sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas y que su conexión o puesta en marcha no representa un peligro para terceros.

Los equipos de trabajo dejarán de utilizarse si se producen deterioros, averías u otras circunstancias que comprometan la seguridad de su funcionamiento.

- 5) Cuando durante la utilización de un equipo de trabajo sea necesario limpiar o retirar **residuos** cercanos a un elemento peligroso, la operación deberá realizarse con los medios auxiliares adecuados y que garanticen una distancia de seguridad suficiente.

- 6) Los equipos de trabajo deberán ser instalados y utilizados de forma de que no puedan caer, volcar o desplazarse de forma incontrolada poniendo en peligro la seguridad del trabajador que los utiliza o la de terceros.

7) Las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación que puedan suponer un peligro para la seguridad de los trabajadores se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo, haber comprobado la inexistencia de energías residuales peligrosas y haber tomado las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras esté efectuándose la operación.

Cuando la parada o desconexión no sea posible se adoptarán las medidas necesarias para que estas operaciones se realicen de forma segura o fuera de las zonas peligrosas.

8) Cuando un equipo de trabajo deba disponer de un diario de mantenimiento, permanecerá actualizado.

7.4.1 Recomendaciones de seguridad técnica

Algunos de los accidentes más graves ocurridos con equipos de perforación se han producido durante el **mantenimiento o la reparación** de los mismos. Una buena prevención es que todos los que vayan a intervenir en el mismo conozcan perfectamente los componentes, el funcionamiento de la máquina y sus accesorios. Las precauciones que deben tenerse muy en cuenta en cualquier labor de mantenimiento de un equipo de perforación son las siguientes:

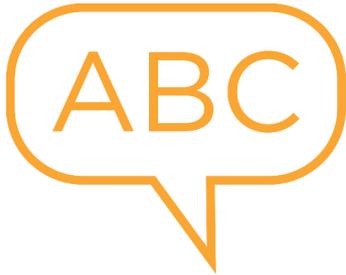
- No olvidar que durante estas operaciones la máquina debe permanecer completamente parada. Evitar que alguien pueda poner el equipo en funcionamiento quitando la llave de arranque.
- Las operaciones más importantes de mantenimiento son una cuidadosa limpieza, el engrase y la **lubricación** de la máquina siguiendo la periodicidad y las instrucciones dadas en el manual del equipo. Si hay alguna duda de cómo realizar alguna operación, ponerse en contacto con el servicio técnico de la empresa.
- Durante el funcionamiento de la máquina el depósito de aceite hidráulico presenta una alta temperatura y puede estar presurizado, incluso después de haber parado el equipo; abrir el tapón lentamente para que se iguale la presión.
- Tener cuidado de no derramar combustible, en especial cuando se trata de superficies calientes de los equipos. Puede sobrepasar el punto de inflamación del gasóleo. No fumar mientras se realiza esta actividad. Se debe disponer de un extintor a menos de 15 m del equipo.
- En general, descargar la presión de los circuitos hidráulicos antes de desmontar cualquier manguito, unión, etc.
- Antes de realizar cualquier tipo de trabajo en las mordazas (limpieza y sustitución de pastillas), soltar la presión de los acumuladores hidráulicos cerrando las llaves de paso habilitadas a tal efecto situadas en las propias mordazas.

- Cada cierto tiempo, examinar la longitud completa del cable de acero del cabestrante, comprobando así su desgaste y la posible existencia de hilos rotos, sustituyéndolo si se da alguna de las siguientes circunstancias:
 - Un desgaste o la corrosión de los hilos es señal de inminente rotura.
 - Cuando el diámetro del cable se haya reducido en un 10%.
 - Cuando el cable presente deformaciones o curvaturas irreversibles.
 - Cuando el alma salga del cable.
- Respecto al circuito eléctrico, mantenerlo limpio para poder detectar posibles defectos de protección eléctrica. Comprobar regularmente el funcionamiento de diferenciales, paradas de emergencia y finales de carrera.
- Al efectuar la limpieza de la máquina con aire comprimido o chorros de agua a presión, llevar gafas de seguridad. No dirigir directamente el agua contra el circuito eléctrico.
- Comprobar el estado de las placas descriptivas del equipo y, si es preciso, repararlas o sustituirlas (en el manual se puede consultarse su ubicación).
- Si para verificar el funcionamiento de la máquina o realizar alguna tarea de mantenimiento o reparación es necesario tener el motor en marcha o piezas móviles en movimiento:
 - Deben estar presentes al menos dos personas; el operador tendrá la función de velar por la seguridad de la persona que se encuentra realizando la operación.
 - El operador y el ayudante deben poder verse el uno al otro para poder comunicarse inmediata y claramente.
 - Antes de poner en movimiento un elemento de la máquina el operador dará instrucciones precisas sobre cómo actuar y se asegurará de que el ayudante se encuentra en una posición segura.
- No utilizar equipos de corte con soplete o de soldadura en piezas o recipientes que contienen o han contenido líquidos inflamables (incluidos los aceites). En caso de duda, no trabajar sobre la pieza y, en todo caso, lavarla bien antes.



RESUMEN

- Antes de la puesta en marcha de cualquier equipo hay que seguir un procedimiento de comprobaciones que asegure que el equipo está en perfecto estado para la realización del trabajo, tanto desde el punto de vista operativo como de la seguridad. De esta manera, habrá que conocer y asumir el funcionamiento de todos los indicadores de seguridad técnica.



TERMINOLOGÍA

Alternador:

Máquina eléctrica destinada a transformar la energía mecánica en eléctrica por la rotación de cuerpos conductores en un campo magnético.

Cabeza de rotación:

Mecanismo acoplado a la perforadora cuya finalidad es transmitir un par de rotación a la herramienta de perforación.

Cavitación:

Formación de burbujas de vapor o de gas en el seno del aceite hidráulico causada por las variaciones que éste experimenta en su presión y que provoca daños irreparables en bombas y motores hidráulicos.

Cilindro hidráulico:

Elemento transmisor de movimiento y fuerza por medio de aceite hidráulico que consta de las siguientes partes: vástago, pistón y camisa.

Conmutador de paro de emergencia:

Dispositivo de seguridad destinado a cortar los movimientos de la máquina en caso de emergencia.

Libro de mantenimiento y reparaciones:

Registro documental de todas las incidencias derivadas de la conservación y reparación de la perforadora.

Lubricación:

Proceso de engrase de piezas metálicas de un mecanismo para disminuir su rozamiento y por consiguiente su desgaste.

Martillo perforador:

Mecanismo acoplado a la perforadora cuya finalidad es transmitir un par de rotación a la herramienta de perforación, así como de percusión, por medio de aceite hidráulico (martillo hidráulico) o aire (martillo neumático).

Residuo industrial:

Residuo que por sus características y componentes debe ser tratado y gestionado de forma especial puesto que genera un peligro medioambiental por sí sólo.

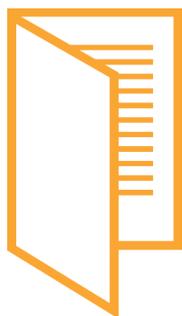
Valvulina:

Lubricante viscoso obtenido del petróleo usado para el engrase de engranajes y caja de cambios.

Viscosidad:

Propiedad de los fluidos que caracteriza su resistencia a fluir debido al rozamiento entre sus moléculas.

MÓDULO 3: prevención de riesgos laborales



INTRODUCCIÓN

La prevención de riesgos laborales es una parte fundamental en el desarrollo del trabajo del operador.

Todos los trabajadores están expuestos a diversos riesgos en su trabajo habitual y, por lo tanto, deben tener la formación necesaria para saberlos identificar y para tomar las medidas preventivas necesarias.

En definitiva, se trata de aplicar aquel refrán castellano que dice que "más vale prevenir que curar".

En este módulo se desarrollan los conocimientos básicos que debe tener el operador en relación con la prevención de riesgos laborales.



OBJETIVOS

Al finalizar este Módulo, el alumno será capaz de:

- Conocer los conceptos generales de la prevención de riesgos laborales.
- Conocer los riesgos y las medidas preventivas que se han de aplicar en el trabajo.

UD8

ÍNDICE

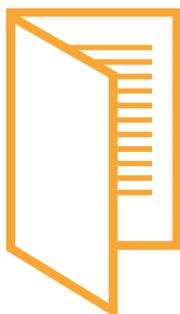
		Objetivos	148
8.1		Introducción	149
8.2		Riesgo laboral	150
8.3		Accidente	150
8.4		Incidente o accidente blanco	151
8.5		Lesión laboral	152
8.6		Gravedad potencial	152
8.7		Concepto de prevención de riesgos	153
8.8		Causalidad de los accidentes	154
		Resumen	157
		Terminología	159



OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer las normas de seguridad aplicables al uso y mantenimiento de las pilotadoras.
- Conocer los riesgos y las medidas preventivas generales de una obra.
- Conocer los riesgos y las medidas preventivas relativas al uso de las pilotadoras en los trabajos de ejecución de pilotes *in situ*.
- Conocer los riesgos y las medidas preventivas relativos al uso de pilotadoras en zonas específicas, así como la manera de actuación ante situaciones de emergencia.



8.1 INTRODUCCIÓN

Todos los trabajadores del sector de la construcción deberían tener la capacitación suficiente para poner en práctica los conocimientos propios de su oficio y evitar, o minimizar, la probabilidad de sufrir daños para la salud como consecuencia del trabajo que desarrollan.

Para conseguir este objetivo es necesario que antes de entrar a estudiar de una forma concreta las diversas situaciones de riesgo que se presentan en la ejecución de micropilotes y anclajes se entiendan perfectamente algunos conceptos fundamentales.

8.2 RIESGO LABORAL

Cualquier actividad de la vida conlleva una serie de riesgos. En una obra de construcción se presentan numerosas situaciones de riesgo.

Pues bien, cada una puede dar lugar a uno o varios accidentes.

Por "**riesgo laboral**" se entiende **la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo.**

Veamos un ejemplo:

Un operario realiza su trabajo sobre un andamio de borriqueta en el borde de un talud sin protección. El operario dispone de poco espacio para trabajar, ya que hay materiales sobre la plataforma de trabajo.

En esta situación se presenta el riesgo de caída a distinto nivel o caída de altura. Esta situación de riesgo no implica necesariamente que se produzca el accidente. De hecho, la mayoría de las veces que se presentan estas situaciones no hay consecuencias dañinas para los trabajadores.

Una situación de riesgo puede producir un accidente, aunque no implica necesariamente que se vaya a producir.

Éste es el motivo principal por el cual éstas, y otras muchas situaciones de riesgo, son irresponsablemente admitidas tanto por los responsables de las obras como por los propios trabajadores.

8.3 ACCIDENTE

Siempre que se produzcan situaciones de riesgo, como las descritas en el punto anterior, existe la probabilidad de que sobrevenga el accidente.

Por "accidente" se entiende **cualquier suceso anormal, imprevisto y no deseado que se presenta de forma brusca, que interrumpe de forma súbita el normal desarrollo del trabajo y que supone daños para los trabajadores; puede además causar daños materiales.**

El accidente ocurrirá cuando a la situación de riesgo se le añada alguna circunstancia adicional desfavorable, del mismo modo que para prender fuego necesitamos tener un combustible y añadirle un foco de calor.

Tratemos ahora de imaginar alguna circunstancia desfavorable, así como el accidente al que daría lugar:

- Imaginemos que el trabajador sobre la borriqueta tropieza con los materiales, se desequilibra y cae por el talud.

El accidente descrito es un ejemplo de un caso real. En él se demuestra cómo la situación de riesgo expuesta ha dado paso a un accidente como consecuencia de haberseles añadido una serie de circunstancias desfavorables.

La circunstancia que ha desencadenado el accidente es producirse un tropiezo por no observar las normas de seguridad en cuanto a mantener ordenada y libre de materiales la zona de trabajo y producirse una caída al vacío al no observar la norma de disponer de protección cuando hay riesgo de caída a desnivel. Para no sufrir el accidente, la plataforma de trabajo tenía que haber estado libre de materiales y disponer de barandilla.

La consideración del accidente de trabajo relatado puede catalogarse de muy grave o mortal.

8.4 INCIDENTE O ACCIDENTE BLANCO

Cuando en el accidente no se han producido daños para los trabajadores, sino sólo daños materiales o paralizaciones de la actividad (pero que, bajo otras circunstancias, podrían haber derivado en lesiones personales), se les denomina "incidentes o accidentes blancos".

Vamos a imaginar ahora un ligero cambio de las circunstancias que ha desencadenado el accidente descrito y analizaremos la posible secuencia de hechos que se produciría con este cambio.

Podría haber sucedido que el trabajador, que está sobre la borriqueta, al tropezar y caerse hubiera caído al suelo, que se encuentra a 1 m de la plataforma, en vez de caer por el talud, de manera que sólo se produce una torcedura de muñeca al tratar de amortiguar la caída al suelo, produciéndose un accidente leve, o incluso un incidente o accidente sin consecuencias.

En prevención se entiende que se deberán analizar e investigarse ambas situaciones: tanto cuando se producen como cuando no se producen daños personales porque el hecho de que un riesgo determinado conduzca a un accidente con lesión depende del azar o de la suerte.

8.5 LESIÓN LABORAL

Por "lesión laboral" se entiende un daño en la salud de un trabajador sufrido en el desempeño de sus trabajos que le incapacita de forma transitoria o permanente para seguir desarrollando normalmente su actividad laboral.

Las lesiones laborales se clasifican, según su grado, en leves, graves o muy graves, según las califique el médico.

Conviene también saber que existen dos tipos de lesiones laborales:

- Las traumáticas que afectan a la integridad física del trabajador. Proviene de un accidente de trabajo.
- Las enfermedades profesionales, que son deterioros paulatinos y progresivos de la salud del trabajador por exposición crónica a situaciones adversas (ruido, vibraciones, polvo, productos químicos, etc.), producidas bien por el ambiente de trabajo, bien por la organización del mismo. El grado de gravedad de las enfermedades profesionales dependerá de la dosis y del tiempo de exposición al contaminante.

Veamos dos ejemplos:

- Un trabajador que utiliza una perforadora sin emplear protección auditiva es probable que termine por contraer una sordera profesional.
- Un trabajador que manipula cemento sin emplear guantes es probable que termine por contraer una alergia o dermatitis de contacto.

8.6 GRAVEDAD POTENCIAL

Recordemos ahora el análisis realizado en el ejemplo del accidente anterior para el trabajo sobre una borriqueta de andamio. Allí pudimos comprobar cómo un ligero cambio de los factores circunstanciales que desencadenaron el accidente variaron las consecuencias en cuanto a las lesiones producidas.

Es aquí donde surge el concepto de gravedad potencial de un accidente.

Por "gravedad potencial de un accidente" se entiende **la consecuencia más grave que ese mismo riesgo podría haber producido en el peor de los casos.**

Este concepto es fundamental en prevención. Por eso los accidentes blancos o leves no pueden admitirse como sucesos normales ya que, en muchos casos, son mensajes sobre la posibilidad de que se produzca un accidente grave, muy grave o mortal. Desgraciadamente, este error se comete con bastante frecuencia en las obras.

Para que se produzca un accidente tiene que darse la conjunción de dos elementos de forma simultánea:

- Situación de riesgo.
- Circunstancias desfavorables.

Eliminando cualquiera de estos elementos, se elimina el accidente.

- **Riesgo laboral:** posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo.
- **Accidente:** cualquier suceso anormal, imprevisto y no deseado que se presenta de forma brusca, que interrumpe de forma súbita el normal desarrollo del trabajo y que supone daños para los trabajadores; puede además causar daños materiales.
- **Incidente:** accidente sin consecuencias.
- **Lesión laboral:** daño en la salud de un trabajador sufrido en el desempeño de sus trabajos que le incapacita de forma transitoria o permanente para seguir desarrollando normalmente su actividad laboral.
- **Gravedad potencial de un accidente:** consecuencia más grave que ese mismo riesgo podría haber producido en el peor de los casos.

Recuerda



8.7 CONCEPTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

Todo lo anteriormente expuesto conduce al concepto de "prevención de riesgos", entendiéndose por tal el **conjunto de actividades en todas las fases de actuación de la empresa destinadas a:**

- Evitar o disminuir las situaciones peligrosas, las actuaciones inseguras y las circunstancias desfavorables que dan lugar a los accidentes.
- Evitar o disminuir las dosis y los tiempos de exposición a contaminantes (físicos o químicos) que dan lugar a las enfermedades profesionales.

En definitiva, la prevención se ocupa de que los trabajadores no sufran daños en el desempeño de sus actividades laborales.

8.8 CAUSALIDAD DE LOS ACCIDENTES

Con toda probabilidad, después de haber ocurrido el accidente que venimos utilizando como ejemplo muchos de los compañeros y de los mandos de los trabajadores accidentados harían el siguiente comentario: **"qué mala suerte ha tenido"**. Pues bien, esta frase hay que rechazarla de una manera absolutamente radical. El principio más importante y fundamental de la prevención de riesgos laborales es el que dice lo siguiente: **"Todos los accidentes son evitables ya que en ellos han influido CAUSAS que los han provocado. Los accidentes no se deben a la fatalidad"**.

Es totalmente necesario asimilar este concepto y comprender que el accidente no es otra cosa que el efecto producido por unas causas determinadas.

Estas causas se pueden dividir en dos grandes grupos o conceptos:

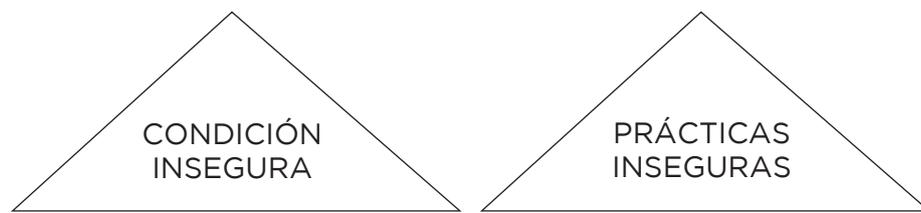


Figura 64. Causas que provocan accidentes

Por **"condición insegura"** se entiende cualquier condición o circunstancia física que puede permitir directamente que se produzca el accidente:

- Falta de protecciones o resguardos de la máquina.
- Saturación de personal en el mismo tajo.
- Falta de orden y limpieza.
- Escaleras o andamios mal colocados.
- Desniveles sin protección.
- Etc.

Por **"práctica insegura"** se entiende el conjunto de actuaciones humanas que pueden ser origen de accidente:

- Realizar tareas sin suficiente conocimiento de cómo se deben hacer.
- No usar los equipos de protección individual.
- Actuar con temeridad y asumiendo riesgos.
- No subsanar los peligros que conocemos o reclamarlo a quien proceda.

- Manejar herramientas inadecuadas.
- Realizar operaciones de mantenimiento o reparación con el equipo funcionando.

- La **prevención** se ocupa de que los trabajadores no sufran daños en el desempeño de sus actividades laborales.
- Por "**condición insegura**" se entiende cualquier condición o circunstancia física que puede permitir directamente que se produzca el accidente.
- Por "**práctica insegura**" se entiende el conjunto de actuaciones humanas que pueden ser origen de accidente.

Recuerda

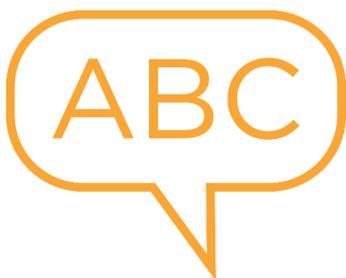




RESUMEN

- Los accidentes leves, e incluso los incidentes que no provocan daños personales, no pueden admitirse como sucesos normales, ya que en muchos casos son mensajes sobre la posibilidad de que se produzcan accidentes graves o mortales. Estos no ocurren debido a la mala suerte, sino que son provocados normalmente por varias causas y circunstancias, las cuales debemos conocer e investigar a fondo con objeto de poder adoptar las medidas necesarias para que no vuelvan a repetirse.
- Se ha hecho mención y definido el concepto de situaciones de riesgo y su prevención:
 - **Riesgo laboral:** posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo.
 - **Accidente:** cualquier suceso anormal, imprevisto y no deseado que se presenta de forma brusca, que interrumpe de forma súbita el normal desarrollo del trabajo y que supone daños para los trabajadores; puede además causar daños materiales.
 - **Incidente:** accidente sin consecuencias.
 - **Lesión laboral:** daño en la salud de un trabajador sufrido en el desempeño de su trabajo que le incapacita de forma transitoria o permanente para seguir desarrollando normalmente su actividad laboral.
 - **Gravedad potencial de un accidente:** consecuencia más grave que ese mismo riesgo podría haber producido en el peor de los casos.
 - **Prevención:** disciplina que se ocupa de que los trabajadores no sufran daños en el desempeño de sus actividades laborales.

- **Condición insegura:** cualquier condición o circunstancia física que puede permitir directamente que se produzca el accidente.
- **Práctica insegura:** conjunto de actuaciones humanas que pueden ser origen de accidente.



TERMINOLOGÍA

Accidente de trabajo:

Materialización de un riesgo laboral. Suceso anormal, imprevisto y no deseado que de forma brusca interrumpe el normal desarrollo del trabajo y puede suponer daños para los trabajadores o daños materiales.

Condición insegura:

Situación de riesgo incontrolado que puede dañar la salud de los trabajadores o producir daños materiales como consecuencia de la aparición de accidentes.

Enfermedad profesional:

Patología desarrollada por el trabajador como consecuencia del trabajo por cuenta ajena.

Gravedad potencial:

Situación de riesgo controlado. Es la consecuencia más grave que ese riesgo puede producir en el peor de los casos.

Incidente o accidente blanco:

Materialización de una situación de riesgo que no ha causado daños personales ni materiales.

Lesión laboral:

Materialización de una situación de riesgo que ha ocasionado lesiones al trabajador y que impide el normal desarrollo de su actividad en la obra.

Medidas preventivas:

Conjunto de normas de actuación para controlar los riesgos no eliminados en la obra.

Práctica insegura:

Conjunto de actividades que originan situaciones de riesgo como consecuencia de realizar la actividad sin observar adecuadamente las medidas preventivas.

Riesgo laboral:

Condición o circunstancia de trabajo que puede originar y favorecer la aparición de accidentes y/o enfermedades profesionales.

UD9

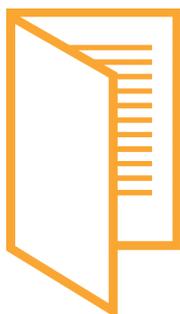
ÍNDICE

		Objetivos	162
9.1		Introducción	163
9.2		Planificación del trabajo	164
9.3		Consideraciones previas	164
9.4		Procedimiento general de ejecución de micropilotes y anclajes	165
9.5		Instrucciones técnicas	166
9.6		Instrucciones preventivas	167
		Resumen	169
		Terminología	173

**OBJETIVOS**

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Desarrollar los conocimientos básicos que el operador debe tener en relación a lo expuesto anteriormente.



9.1 INTRODUCCIÓN

La prevención de riesgos laborales es intrínseca a la propia ejecución de la obra. Esto quiere decir que no se trata de una especialidad separada o independiente de otras especialidades, como son la producción o el medio ambiente. Por lo tanto, cuando hablamos de seguridad en el trabajo nos referimos no sólo a la utilización de equipos de protección colectivos o individuales, sino a la planificación de los trabajos, a la organización de los tajes y a los procedimientos de ejecución.

La complejidad que tiene el manejo de una máquina perforadora hace que la formación del operador deba ser completa, ya que debe dominar aspectos variados. No sólo los derivados del manejo del equipo, sino la planificación del trabajo que se va a realizar, atendiendo a diversos factores, como la zona de trabajo, el tipo de terreno, los útiles y accesorios que se van a emplear, la seguridad en las maniobras, etc.

En esta Unidad se van a desarrollar los conocimientos básicos que el operador debe tener en relación a lo expuesto anteriormente.

9.2 PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

La planificación del trabajo que se va a realizar, junto con el dimensionado del equipo y los accesorios que se van a utilizar, así como un personal bien formado y cualificado, constituyen el fundamento para la seguridad del trabajo con el equipo.

El operario debe recibir toda la información necesaria para el trabajo que va a desempeñar, especialmente la siguiente:

- Lugar de realización del trabajo.
- Alturas y anchuras de paso.
- Situación de las líneas aéreas y su voltaje.
- Condiciones del entorno y del espacio donde se va a trabajar.
- Limitaciones de movimiento de la máquina debidas a edificios colindantes.
- Condiciones especiales del terreno.
- Diámetro y profundidad de la perforación.
- Resistencia del suelo donde se va a trabajar.

9.3 CONSIDERACIONES PREVIAS

Previamente a la ocupación del área de la obra, se hará un detenido reconocimiento, con especial atención a la identificación de tendidos aéreos de electricidad o teléfono o conducciones subterráneas de agua, gas, electricidad, teléfono, etc., que deberán ser desviados o neutralizados antes de comenzar los trabajos. En el caso de que no pueda procederse a su desvío o neutralización, se acotarán y señalizarán, tomándose las medidas complementarias que sean precisas, para evitar riesgos de accidentes por su interferencia con la ejecución de la obra. En la Unidad 4 de este módulo se analizan con más detalle las interferencias con servicios afectados.

Igualmente, se deben conocer las condiciones de estabilidad de la plataforma de trabajo, los taludes próximos y las estructuras inmediatas a la obra, el flujo de tráfico de vehículos y de peatones en su entorno y cualquier otra circunstancia que deba ser tenida en cuenta para evitar riesgos de accidentes, tanto para los trabajadores como para personas ajenas a la obra.

Antes de trabajar con un equipo de estas características, se deben comprobar una serie de puntos que tienen que ver con el buen funcionamiento y la seguridad en el manejo de la máquina. En la unidad 4 se pueden encontrar en detalle estas comprobaciones.

9.4 PROCEDIMIENTO GENERAL DE EJECUCIÓN DE MICROPILOTES Y ANCLAJES

En primer lugar, es muy importante contar con una plataforma de trabajo nivelada donde se puedan llevar a cabo la perforación, la manipulación de tuberías y el uso de medios auxiliares de una forma eficaz y segura.

Una vez replanteados los puntos, inclinación y profundidad que deberán alcanzar los taladros, el oficial maquinista inicia la perforación del terreno añadiendo varillas metálicas a la perforadora hasta alcanzar la cota deseada. En algunos casos y en función de la geología del terreno es necesario utilizar también una tubería de revestimiento para evitar el colapso del taladro. Los sistemas de perforación y los procedimientos detallados de operaciones y maniobras se encuentran descritos en las Unidades 2 y 4.

La manipulación del varillaje y de la tubería de revestimiento se lleva a cabo de alguna de las siguientes formas:

- Manualmente por los ayudantes de la perforación.
- Con el cable de elevación del equipo de perforación.
- Utilizando el cargador de varillas.

Terminada la perforación se extrae el varillaje del taladro y se procede a introducir la **armadura**.

En el caso de los **micropilotes** se suele utilizar el equipo de perforación para el izado y la introducción de la armadura; en otros casos, cuando la longitud de la armadura es superior a longitud de izado libre del mástil de la perforadora, se recurre a otros medios de elevación (camión grúa, etc.). En ambos casos, un ayudante guiará la armadura hasta su emboquille en el taladro.

Respecto a la colocación de los **tirantes de los anclajes**, se puede manipular manualmente o por medios mecánicos para introducirlo en el taladro. Las inclinaciones que se suelen dar a las perforaciones para anclajes no permiten utilizar el cable del equipo de perforación.

A continuación se prepara **lechada o mortero de cemento** con la dosificación adecuada y es bombeada desde el equipo de inyección al taladro. Se puede utilizar un **obturador** en función del tipo de inyección requerida.

Finalmente se colocarán las **placas de reparto y el sistema de retén** para proceder al **tesado** de los anclajes; nunca antes de transcurridos varios días desde la **inyección**, cuando el cemento ha alcanzado el grado de resistencia adecuado.

9.5 INSTRUCCIONES TÉCNICAS

Todo el personal ocupado en el transporte, funcionamiento y mantenimiento de la perforadora debe primero haber leído y comprendido las instrucciones del manual del equipo.

En cuanto a la estabilidad del equipo y el desplazamiento en pendientes, las indicaciones que hay que seguir se describen en las Unidades 4 y 5.

Para descartar los riesgos de caída y de colisión, la perforadora sobre orugas debe mantener en todo momento a una distancia de seguridad respecto a salientes, zanjas y pendientes. Es necesario asegurarse de la capacidad de sustentación de puentes, pisos y estructuras antes de situar la máquina sobre los mismos.

Hay que asegurarse de que no haya nadie dentro de la zona de peligro de la perforadora. La zona de peligro es el área alrededor de la máquina perforadora dentro de la cual las personas están en peligro por causa del margen de giro de la perforadora o por los movimientos de trabajo de los componentes de la misma. El operador sólo debe hacer funcionar la máquina si no hay nadie dentro de la zona de peligro. En caso de peligro, el operador debe dar señales de advertencia, que por lo general se dan con avisadores acústicos. Deben utilizarse señales establecidas de antemano, hechas con las manos si el ruido existente en el lugar de trabajo puede hacer inaudibles las señales acústicas. Si las personas no abandonan la zona de peligro a pesar de haber sido advertidas, el operador debe detener el trabajo de forma inmediata.

Debe mantenerse una distancia de seguridad de 0,5 m como mínimo respecto a edificios, andamios y otros equipos para evitar el peligro de ser aplastado, teniendo siempre presentes las posibilidades de giro de la máquina. Si no se puede cumplir la separación de seguridad, la zona debe ser acordonada.

La multitud de posibilidades cinemáticas de un equipo de perforación implica que la colocación del equipo perforador debe llevarse a cabo con la máxima atención, a una velocidad adecuada y, si es necesario, con la ayuda de una segunda persona. Si la colocación se lleva a cabo sin prestar la debida atención, es posible que se produzcan colisiones o atrapamientos.

Si la visión del operador queda obstaculizada durante el desplazamiento y el trabajo, debe haber alguien que le haga señales para ayudarle o procederse a acordonar el área de desplazamiento o de trabajo. Sólo debe designarse para hacer las señales a las personas en las que se pueda confiar. Dichas personas deben recibir instrucciones acerca de su responsabilidad. La comunicación debe ser coordinada y utilizada de forma exclusiva entre el operador y la persona que le hace las señales. La atención de la persona que le hace señales no debe ser distraída por otras tareas adicionales.

9.6 INSTRUCCIONES PREVENTIVAS

De forma complementaria a todo lo expuesto en esta Unidad, y como prólogo a un análisis de riesgos más exhaustivo de las distintas fases de trabajo en la ejecución de micropilotes y anclajes que veremos más adelante, el operador del equipo no debe olvidar nunca lo siguiente:

- El maquinista no debe permitir el acceso a los controles a personas no autorizadas o inexpertas, pues pueden sufrir daños o causar accidentes a otros operarios. Hay que ser prudente en el manejo de este equipo y seguir estas normas preventivas y las instrucciones del manual.
- Con objeto de evitar cortes o atrapamientos los ayudantes que se acerquen a colocar el varillaje en la corredera no deben coger las varillas por los extremos introduciendo los dedos en su interior y bajo ningún concepto introducirán las extremidades en el radio de acción de las mordazas.
- En perforaciones verticales se puede hacer uso del cable de elevación para llevar las varillas al equipo; no obstante, el ayudante tiene que sujetarla para que no balancee y colocarla en el equipo.
- No se debe permitir que se introduzcan "tochos de hierro" entre las mordazas para ajustar las varillas; esta práctica puede ser peligrosa. Se deben sustituir las pastillas si están desgastadas.
- Hay que utilizar siempre la herramienta adecuada a la operación que se va a realizar. Cuando sea necesario sujetar la maniobra para proceder a su centrado, se deben usar herramientas; de esta forma los ayudantes no situarán las manos cerca de las mordazas.
- En las maniobras de aflojamiento del utillaje empleando llave apoyada en el mástil, no se iniciará el giro hasta que el ayudante no se haya alejado de la máquina (la llave puede salir despedida).
- Si el operario o sus ayudantes deben trabajar al borde del terreno, han de utilizar un cinturón de seguridad pero no amarrarlo a la máquina, sino buscar un punto exterior que ofrezca plena seguridad.
- En ningún caso se puede utilizar la corredera de la máquina como plataforma de trabajo. Se dispondrá de los medios auxiliares necesarios (andamio, plataforma elevadora, etc.).
- Si se dan anomalías importantes en el funcionamiento de la máquina o situaciones de peligro, el operador deberá:
 - Parar la máquina pulsando el botón de emergencia y poner en punto neutro todas las palancas de control.
 - Abstenerse de realizar ninguna tarea que no forme parte de sus responsabilidades y que exceda los límites de sus capacidades técnicas.
 - Informar inmediatamente a su superior.

- Unas pequeñas caídas de la cabeza de rotación pueden indicar un fallo en los frenos del reductor; hay que seguir las instrucciones anteriores.
- No hay que olvidar que durante las operaciones de mantenimiento la máquina debe permanecer completamente parada. Hay que evitar que alguien pueda poner el equipo en funcionamiento quitando la llave de arranque. En la Unidad 7 están las instrucciones preventivas sobre el mantenimiento.
- Tanto el operador como los ayudantes deberán llevar casco para proteger la cabeza contra la caída de objetos, gafas de seguridad para protegerse de los fragmentos que puedan salir despedidos, ropa de trabajo ajustada, guantes contra agresiones mecánicas y contacto con aceites o zonas calientes, calzado de seguridad y tapones o cascos de protección auditiva si se superan los niveles acústicos permitidos. Además, si se perfora con aire comprimido para el barrido del detritus se usarán mascarillas de protección respiratoria.
- El transporte de personas en la máquina está prohibido.
- En el transporte del equipo en camión o góndola se seguirán las instrucciones de desplazamiento dadas anteriormente y se utilizarán los puntos de elevación destinados a tal fin.

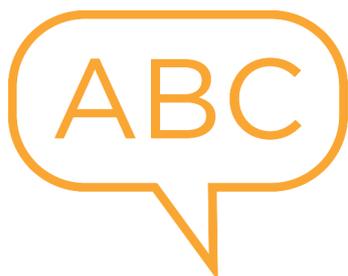


Figura 65. *Puntos de elevación*



RESUMEN

- La planificación del trabajo que se va a realizar, junto con el dimensionado del equipo y los accesorios que se van a utilizar, así como un personal bien formado y cualificado, constituyen el fundamento para la seguridad del trabajo con el equipo.
- Se deben conocer las condiciones de estabilidad de la plataforma de trabajo, los taludes próximos y las estructuras inmediatas a la obra y el flujo de tráfico de vehículos y de peatones en su entorno.
- Es muy importante contar con una plataforma de trabajo nivelada donde se puedan llevar a cabo la perforación, la manipulación de tuberías y el uso de medios auxiliares de una forma eficaz y segura.
- Todo el personal ocupado en el transporte, funcionamiento y mantenimiento de la perforadora debe primero haber leído y comprendido las instrucciones del manual del equipo.



TERMINOLOGÍA

Anclaje:

Elemento capaz de transmitir esfuerzos de tracción desde la superficie del terreno hasta una zona interior del mismo.

Armadura:

Tubo de acero estructural cuyo fin es mejorar las características físico-mecánicas del cemento en el micropilote.

Inyección:

Proceso de la ejecución de un micropilote o anclaje que tiene por objeto garantizar el contacto y la transmisión de esfuerzos entre la armadura o tirante y el terreno.

Lechada o mortero de cemento:

Mezcla de cemento, agua y aditivos, en su caso. Las mezclas que incluyen áridos que superen en peso al cemento o cuyo tamaño de grano sea de 2 mm o más se denomina "mortero de cemento".

Micropilote:

Estructura cilíndrica de diámetro inferior a 300 mm perforada en el terreno, armada con tubería de acero e inyectada con lechada o mortero de cemento.

Obturador:

Dispositivo de inflado mecánico o hidráulico utilizado para la inyección a presión.

Placa de reparto:

Elemento generalmente metálico que reparte los esfuerzos del anclaje a la estructura.

Sistema de retén:

Elemento que sirve de retén del tirante durante el tesado, que pueden constituir tuercas o cuñas, según se trate de un tirante de barra o de cable, respectivamente.

Tesado:

Operación en la cual se transmite una tensión al tirante y de éste al terreno a través del bulbo o de la zona de inyección.

Tirante:

Elemento del anclaje constituido por cables o barra de acero de alta resistencia que transmite la carga desde la cabeza del anclaje hasta el terreno.

UD10

ÍNDICE

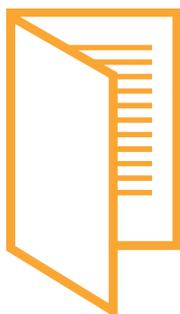
		Objetivos	174
10.1		Introducción	175
10.2		Riesgos generales y medidas preventivas	176
10.3		Equipos de protección individual	177
10.4		Trabajos previos a la ejecución del micropilote y/o anclaje	179
10.5		Ejecución de micropilotes	180
10.6		Ejecución de anclajes	185
		Resumen	191
		Terminología	193



OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer la maquinaria que se va a emplear y los medios auxiliares disponibles para el normal desarrollo de la actividad.
- Conocer los oficios que intervienen en la ejecución.
- Identificar los riesgos y sus causas en la ejecución de los trabajos.
- Saber y aplicar las medidas preventivas que se han de observar durante todo el proceso constructivo.
- Conocer y distinguir las zonas o los elementos de la obra que pueden suponer un riesgo para su salud y la del resto de trabajadores presentes.
- Identificar los equipos de protección individual que se han de emplear en función de los riesgos existentes.
- Colocar y mantener las protecciones colectivas que se van a instalar para eliminar o minimizar riesgos durante el proceso de ejecución.



10.1 INTRODUCCIÓN

En esta Unidad se analizan los riesgos considerados en cada fase de la actividad que se va a realizar, así como las situaciones en las cuales se suelen poner de manifiesto estos riesgos, definiendo a continuación las normas, los medios de protección y las instrucciones necesarias para eliminar, controlar o minimizar el riesgo de accidente laboral.

El objetivo de esta Unidad es mejorar la comprensión de las medidas preventivas en la ejecución de micropilotes y anclajes por parte de los trabajadores del sector. En su realización se han tenido en cuenta el contenido de los mensajes y las ilustraciones de apoyo con el fin de presentar un formato atractivo para el trabajador.

10.2 RIESGOS GENERALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS

A continuación se exponen los riesgos generales, sus causas y las medidas preventivas que se deberán tener siempre presentes durante el desarrollo de los trabajos:

RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caídas al mismo nivel	
Mal estado de la plataforma de trabajo	Mantener orden y limpieza en la obra
Materiales en las zonas de paso	Retirar los restos de los terrenos desalojados y de materiales provenientes de la perforación e inyección
Atropellos con vehículos	
Vehículos a motor (camiones, grúas, dúmpers, etc.)	Mantener el contacto visual entre el maquinista y el ayudante
	Prestar atención a la señalización luminosa y sonora de los vehículos
	No pasar por detrás de las máquinas en movimiento
	Utilizar ropa reflectante
Atrapamiento por vuelco de máquinas	
Cambios de posición en terrenos irregulares, embarrados o blandos	La plataforma de trabajo debe tener las dimensiones necesarias para que la perforadora permanezca estable, segura y pueda trabajar nivelada
Ruido	
Presencia simultánea de maquinaria y vehículos a motor	Utilizar protección auditiva cuando se señalice en la obra
Contacto eléctrico	
Utilización de equipos con tensión	Todos los equipos contarán con toma a tierra e interruptores diferenciales
Operaciones de mantenimiento	Mantener el buen estado de las conexiones y los cables (no usar empalmes no homologados)
Reparaciones de maquinaria e instalaciones	Señalizar y delimitar las zonas de trabajo con riesgo eléctrico
	Hincar perfectamente la pica de tierra en el terreno

10.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

EPI	CUÁNDO	QUÉ EVITA
Ropa de trabajo		
	Toda la jornada	Enganchones, cortes, problemas de movilidad y contactos con sustancias corrosivas
Ropa de alta visibilidad		
	Presencia de vehículos	Atropellos por vehículos y/o maquinaria
Calzado de seguridad		
	Toda la jornada	Cortes con materiales punzantes Golpes por caída de material
Botas de agua		
	Condiciones inadecuadas del suelo (lodos y barro)	Humedad
Casco de seguridad		
	Toda la jornada	Golpes y proyecciones
Protectores auditivos		
	Presencia simultánea de varias máquinas en funcionamiento	Problemas y pérdidas de audición
Guantes de protección		
	Uso de herramientas	Cortes, lesiones y quemaduras
Gafas y pantalla de seguridad		
	Proyección de partículas y salpicaduras	Conjuntivitis y pérdida de visión o del globo ocular

UD10 Equipos de micropilotes y anclajes

EPI	CUÁNDO	QUÉ EVITA (Cont.)
Mascarilla		
	En ambientes con polvo y manipulación de sacos de bentonita	Enfermedades respiratorias
Arnés de seguridad		
	Trabajos en altura a más de 2 m	Caídas en altura

10.4 TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN DEL MICROPILOTE Y/O ANCLAJE

Abarcan:

- **Preparación de la plataforma de los trabajos:**

- **Limitación y señalización** de la obra, la zona de carga y descarga, el acopio de material y el posicionamiento de los equipos.
- Preparación de la **plataforma** de modo que quede estable, horizontal y con el terreno compacto, sin hundimientos ni protuberancias.

- **Carga y descarga de material y maquinaria:**

- Recepción de los equipos mediante góndolas.
- Descarga del material con grúas y elementos de izado apropiados.

- **Montaje y desmontaje de quipos**

- Preparación del equipo para su funcionamiento (comprobación del cableado, latiguillos, válvulas, izado o bajada del mástil, etc.).
- Estas tareas se realizarán por personal cualificado.

10.4.1 Riesgos, causas y medidas preventivas de los trabajos previos a la ejecución de micropilotes y anclajes

A continuación se describen los **riesgos**, sus causas y las medidas preventivas más habituales en esta fase de los trabajos.

10.5 EJECUCIÓN DE MICROPILOTES

RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Desprendimiento de cargas suspendidas	
Carga y descarga del equipo desde góndolas y material de los camiones utilizando grúa	No permanecer en ningún momento bajo cargas suspendidas
	Respetar la carga máxima permitida de los aparatos de elevación
	Revisar periódicamente todos los elementos de izado (cables, eslingas, poleas, ganchos, etc.)
	Usar los puntos de izado adecuados para cargar la maquinaria
Cortes, golpes y atrapamientos	
Manipulación de elementos suspendidos al dirigirse al lugar de acopio Manejo de herramientas manuales (martillos, llaves, etc.) y portátiles (radial y taladro)	Realizar el traslado de la carga mediante cabos guía (nunca con las manos)
	Utilizar los guantes, el casco y calzado de seguridad durante el manejo de herramientas y materiales pesados
	No arrastrar las cargas
Caídas a distinto nivel	
Ascenso y descenso de los equipos	Para todos los trabajos que se realicen a alturas superiores a 2 m sin perímetro de seguridad será obligatorio el uso de arnés de seguridad anclado a un sistema anticaídas
Montaje y desmontaje de los equipos	Hacer el ascenso y descenso de la cabina de frente a ésta y por las escalerillas que lleven incorporadas a los equipos
Reparaciones en la parte superior de la máquina	

10.5.1 Perforación. Riesgos y medidas preventivas

- Se posiciona y estabiliza la máquina colocando el mástil y la sarta de perforación en el punto donde va a realizarse el taladro.
- La perforación se hará emboquillando en los puntos marcados en el replanteo y con las inclinaciones especificadas en el proyecto.
- Los métodos y diámetros de perforación dependen de la naturaleza del terreno, siendo habitual el uso de equipos hidráulicos a rotación o rotopercusión y manteniéndose las paredes de la perforación mediante entubación.

Riesgos y medidas preventivas en la fase de perforación:

RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caídas a distinto nivel	
Al subir y bajar de los equipos	No subir nunca a la máquina para la introducción de las varillas de perforación; utilizar los medios auxiliares: escaleras o plataformas elevadoras
Desde la parte de arriba de las máquinas al hacer reparaciones durante la perforación o al introducir las varillas de perforación	Subir y bajar de los equipos a través de los estribos incorporados y nunca con la máquina en funcionamiento
	Para todos los trabajos que se realicen a alturas superiores a 2 m sin perímetro de seguridad será obligatorio el uso de arnés de seguridad anclado a un sistema anticaída
Proyección de partículas	
Partículas procedentes de la perforación (tierra, agua, etc.)	Mantener la distancia de seguridad adecuada durante la perforación
	Si fuera necesario acortar la distancia de seguridad, utilizar gafas de protección
Desprendimiento de cargas suspendidas	
Traslado del elemento de perforación hacia el cabezal de la máquina	No situarse nunca bajo cargas suspendidas
	Comprobar que los elementos de izado están en buen estado
Atrapamiento	
Colocación de las varillas en la máquina y al desenroscarlas	Perfecta coordinación entre el maquinista y los ayudantes para no realizar ningún movimiento con la máquina hasta que éstos lo indiquen
Atrapamiento con la rotación de la máquina	Alejarse de las varillas de perforación mientras giran
Al limpiar la tierra desalojada estando la máquina en funcionamiento	No situar las manos ni los pies dentro de la mordaza
	Evitar el manejo del varillaje de perforación con los dedos por dentro y agarrarlo por el exterior
	No limpiar la tierra desalojada durante la perforación
Golpes y cortes	
Manipulación de los elementos de perforación	Utilizar las herramientas adecuadas para cada tarea y mantenerlas en buen estado
Golpes con las varillas de perforación durante su introducción	Perfecta coordinación entre el maquinista y los ayudantes para introducir y extraer las varillas de perforación
Movimientos de la máquina	Eliminar las rebabas en las rocas de las varillas
	Utilizar cuerdas de retenida colocada en los extremos de la varilla para su guiado, nunca con las manos

RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS (Cont.)
Sobreesfuerzos	
	El personal debe estar formado con respecto al manejo manual de cargas y seguir las indicaciones recibidas
	La manipulación de las varillas se hará entre dos operarios
	Disponer de borriquetas para la instalación del utillaje de perforación lo más cerca posible del equipo
	No realizar esfuerzos innecesarios; siempre que sea posible utilizar medios mecánicos para los movimientos de las armaduras y varillas de perforación
	Usar cabos de gobierno para el manejo de los elementos suspendidos

10.5.2 Introducción de la armadura. Riesgos y medidas preventivas

- Una vez terminada la perforación y limpia de detritus, se coloca la armadura tubular del micropilote.
- La armadura de los micropilotes está formada por tubos de acero que se unen por tramos mediante roscas macho-hembra o manguitos roscados.
- Los riesgos más frecuentes que nos encontramos en esta fase de los trabajos son:

Riesgos y medidas preventivas en la introducción de la armadura:

RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Atrapamientos, golpes y cortes	
Manipulación de la armadura	Mantener una perfecta coordinación entre el maquinista y sus ayudantes
Herramientas manuales	No realizar movimientos hasta no ser indicados
Empalme de partes de la armadura	Evitar el manejo de la armadura con los dedos en el interior
Izado, traslado, colocación e introducción de la armadura	Utilizar cabos guía para direccionar las armaduras suspendidas. Usar guantes de seguridad
	Permanecer alejados de las armaduras mientras giran
	No situar las manos ni los pies dentro de la mordaza
Desprendimiento de cargas suspendidas	
Traslado de las armaduras hacia el cabezal de la máquina	No situarse bajo cargas suspendidas
	No abandonar los mandos de la máquina con cargas suspendidas
	Eslingar correctamente la armadura, con los aparejos adecuados y según las normas de seguridad
Caída a distinto nivel	
Desde escaleras u otras superficies para acoplar bien la armadura	Utilizar los medios adecuados (escaleras, elevadores, etc.)
	No subirse a la máquina para acoplar y enroscar la armadura
	Para todos los trabajos que se realicen a alturas superiores a 2 m sin perímetro de seguridad, será obligatorio el uso de arnés de seguridad anclado a un sistema anticaídas

RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS (Cont.)
Proyección de partículas	
En la limpieza del hueco durante la perforación y después de la perforación	Utilizar gafas protectoras
	No situarse cerca del hueco perforado al realizar la limpieza
Desprendimiento de objetos suspendidos	
Durante el izado, traslado e introducción de la armadura	No situarse bajo cargas suspendidas
	El gruista nunca abandonará los mandos de la máquina con cargas suspendidas
	Eslingar correctamente la armadura y comprobar que los elementos de izado son adecuados a su peso
	Comprobar que no haya barras u otros elementos sueltos en la armadura antes de izarla
	No situarse bajo cargas suspendidas

10.5.3 Inyección. Riesgos y medidas preventivas

- Se rellena el hueco comprendido entre el taladro de la perforación, la armadura tubular y su interior.
- La inyección puede realizarse antes o después de introducir la armadura.

Riesgos y medidas preventivas de la fase de inyección:

RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Proyecciones de partículas	
Durante el llenado del micropilote	Utilizar gafas de seguridad para evitar salpicaduras a los ojos
Durante la formación de la mezcla	No quitar las protecciones de seguridad de la mezcladora
Contacto con sustancias nocivas e inhalación de polvo	
Contacto del cemento con la piel	No tocar el hormigón con las manos
Al añadir los sacos de cemento	Utilizar siempre guantes de protección
	Utilizar mascarillas protectoras
Caídas a distinto nivel	
Al introducir la manguera de inyección en la perforación en altura	Utilizar escaleras o plataformas de seguridad adecuadas
	Para todos los trabajos que se realicen a alturas superiores a 2 m sin perímetro de seguridad, será obligatorio el uso de arnés de seguridad anclado a un sistema anticaídas

RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS (Cont.)
Caídas al mismo nivel	
Terreno embarrado y con restos de cemento	Mantener la plataforma de trabajo limpia de agua y cemento, reconduciendo los restos líquidos hasta una balsa de decantación
Cortes, golpes y atrapamientos	
En la limpieza de la mezcladora y al realizar la mezcla	No eliminar las protecciones de seguridad de la mezcladora
Con el obturador	No introducir la mano mientras esté en funcionamiento
Al desenroscar la manguera después de la lechada	Realizar la limpieza de la mezcladora (para quitar las manchas y los restos de hormigón) con la máquina parada y sin tensión
	No situarse nunca encima del obturador durante la inyección de lechada ni desmontar la manguera de inyección hasta comprobar la ausencia de presión; tratar siempre como si estuviera con presión

10.6 EJECUCIÓN DE ANCLAJES

10.6.1 Perforación. Riesgos y medidas

- Se posiciona y estabiliza la máquina, colocando el mástil y la sarta de perforación en el punto donde va a realizarse el taladro.
- La perforación se hará emboquillando en los puntos marcados en el replanteo y con las inclinaciones especificadas en el proyecto.
- Los métodos y diámetros de perforación dependen de la naturaleza del terreno, siendo habitual el uso de equipos hidráulicos a rotación o rotopercusión y manteniéndose las paredes de la perforación mediante entubación.

Riesgos y medidas preventivas en la fase de perforación:

RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Proyección de partículas	
Partículas procedentes de la perforación (tierra, agua, etc.)	Mantener la distancia de seguridad adecuada durante la perforación
	Si fuera necesario acortar la distancia de seguridad, utilizar gafas de protección
Caída de personas a distinto nivel	
En el posicionamiento y la retirada del varillaje en la perforadora	No utilizar la corredera de la máquina a la hora de insertar las camisas y varillas de perforación
Atrapamientos, golpes y cortes	
Rotación de la máquina, operaciones de transporte y colocación de camisas y varillas de perforación en las máquinas	Utilizar las herramientas adecuadas para cada tarea y mantenerlas en buen estado
	Perfecta coordinación entre el maquinista y los ayudantes para la señalización de las maniobras
	Permanecer fuera del radio de acción de la máquina
	Eliminar las rebabas en las rocas de las varillas
	Evitar el manejo del varillaje de perforación con los dedos por el interior; siempre se agarran y colocan por el exterior
Sobreesfuerzos	
Traslado, manipulación manual y colocación del utillaje de perforación (camisas o varillas de perforación)	Seguir las indicaciones recibidas para el manejo manual de cargas
	La manipulación manual de las varillas, si fueran necesarias, se realizará entre dos operarios
	Disponer de borriquetas para la instalación del utillaje de perforación lo más cerca posible del equipo
	No realizar esfuerzos innecesarios. Siempre que sea posible, utilizar medios mecánicos para los movimientos de armaduras y varillas
	Utilizar cabos de gobierno para el manejo de los elementos suspendidos

10.6.2 Introducción del anclaje. Riesgos y medidas preventivas

- Durante la carga y descarga, el transporte y la puesta en la obra de los anclajes se deberán tomar las precauciones necesarias para no deformar o dañar sus componentes, así como los elementos de protección contra la corrosión.
- Al soltar el anclaje, el operario deberá situarse en su interior para evitar posibles golpes.
- El traslado del anclaje hasta la zona de inyección se realizará por un número de operarios adecuado a las cargas que se van a manipular.
- A continuación se introduce el anclaje en la zona donde se ha realizado la perforación.

Riesgos y medidas preventivas en la fase de introducción del anclaje:

RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de objetos por manipulación	
En el transporte y la introducción del anclaje	Los anclajes se manipularán al menos entre dos trabajadores
	Usar guantes para coger el anclaje
Sobreesfuerzos	
En el transporte y la introducción del anclaje	El transporte del anclaje se realizará entre dos o más personas
	Los trabajadores deben coordinarse durante el transporte y la introducción del anclaje
Cortes, golpes y atrapamientos	
Manipulación del anclaje, al soltarle de sus protecciones y al desenrollarlo	Soltar el anclaje desde el interior
Durante el transporte y su introducción	Utilizar herramientas manuales adecuadas para cortar el anclaje
Caídas al mismo nivel	
Terreno embarrado al transportar el anclaje	Mantener la plataforma de trabajo limpia y reconducir los restos líquidos hasta una balsa de decantación

10.6.3 Inyección de lechada. Riesgos y medidas preventivas

Una vez colocado el anclaje en el taladro se procede a inyectar la lechada de cemento

Los riesgos y medidas preventivas en la fase de inyección son:

RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Proyecciones de partículas	
Durante el llenado del anclaje	Utilizar gafas de seguridad para evitar salpicaduras a los ojos
Durante la realización de la mezcla	No eliminar las protecciones de seguridad de la mezcladora
	No situarse cerca de la manguera durante la inyección
Contacto con sustancias nocivas e inhalación de polvo	
Contacto del cemento con la piel	No tocar en ningún momento el hormigón con las manos
Al añadir los sacos de cemento	Utilizar guantes de protección y mascarillas
Cortes, golpes y atrapamientos	
En la limpieza de la mezcladora y al realizar la mezcla	No desacoplar la manguera de inyección sin antes comprobar la ausencia de presión
Con el obturador	No eliminar las protecciones de seguridad de la mezcladora
Al desenroscar la manguera después de la lechada	No introducir la mano en la mezcladora mientras esté en funcionamiento
	La limpieza de la mezcladora se realiza con la máquina parada y sin tensión
	No situarse nunca encima del obturador durante la inyección de lechada
Caídas al distinto nivel	
Al introducir la manguera de inyección en la perforación en altura	Mantener la plataforma de trabajo limpia de agua y cemento, reconduciendo los restos líquidos hasta una balsa de decantación

10.6.4 Tesado. Riesgos y medidas preventivas

Es el conjunto de operaciones necesarias para poner en tensión los anclajes. Se inicia cuando el cemento ha alcanzado cierto grado de resistencia, especificado en proyecto. La tensión del anclaje se realiza lenta y progresivamente hasta alcanzar los valores buscados.

Los riesgos y medidas preventivas en la fase de tesado son:

RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Agrupamientos, golpes y cortes	
Durante la colocación del equipo de tesado (gato y partes fijas de la cabeza del anclaje)	Efectuar el tesado por operarios cualificados y con experiencia
	Apoyar el gato perpendicularmente y centrado sobre el anclaje
	Colocar protecciones resistentes por detrás de los gatos
	No pasar por detrás del gato durante el tesado
	Proteger el sobrante de los cables con setas de plástico
Proyecciones	
Durante la operación de tesado	Mantener la distancia de seguridad
	No situarse en los laterales ni pasar por detrás del gato
	Antes de poner en funcionamiento el equipo, comprobar que los mandos están en posición de parada y los latiguillos hidráulicos conectados correctamente
	Utilizar gafas de protección
Sobresfuerzos	
En la colocación del gato en el anclaje	Utilizar medios mecánicos
Al bajarlo del camión	Manipular el equipo de tensado entre dos o más operarios

10.6.5 Destesado. Riesgos y medidas preventivas

- Operación por la cual se deja de transmitir tensión a los anclajes.
- Antes de realizar el destesado se comprueba que el cemento ha alcanzado la resistencia necesaria para soportar las tensiones que le transmitirá la armadura.

Los riesgos y medidas preventivas en la fase del destesado son:

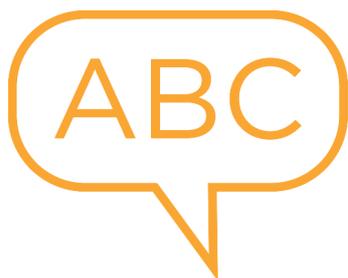
RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Proyecciones	
Al destesarse los anclajes	Situarse siempre a un lado o por encima del anclaje
	Realizar el destesado de modo lento, gradual y uniforme, sin sacudidas bruscas
	Utilizar los EPI necesarios
Quemaduras	
Al realizar el corte de los anclajes	Emplear los EPI adecuados (careta, mandil, manguitos, guantes, etc.)
	El corte nunca se realizará por debajo del anclaje para evitar que caiga sobre el soplete encendido
	Mantener en buen estado el equipo de oxicorte
	No encender nunca el soplete antes de estar colocado junto al anclaje que se va a destesar



RESUMEN

- No se debe permanecer nunca bajo cargas suspendidas.
- Hay que utilizar correctamente los EPI.
- Hay que ponerse la ropa de alta visibilidad en presencia de equipos en movimiento.
- Se deben respetar siempre la señalización y las normas internas de la obra.
- Se ha de mantener el orden y la limpieza en el lugar de trabajo.
- Los movimientos de la máquina deben ser lentos.
- Debe haber buena coordinación entre el maquinista y el ayudante.
- No hay que situarse en el radio de acción de la máquina durante la perforación, la introducción de la armadura y la inyección de lechada.
- Hay que retirar la tierra manualmente sólo cuando el equipo está parado y hacerlo del lado de la cabina de la máquina.

- Se debe utilizar un medio mecánico para el transporte y la colocación de las varillas de perforación y la armadura. Una vez izadas, se deben dirigir con cuerdas de retenida, nunca con las manos.
- No hay que subirse a la corredera de la máquina para insertar las varillas de perforación.
- No hay que introducir las manos ni los pies dentro de la mordaza al colocar las tuberías.
- No hay que quitar el obturador ni la manguera de inyección de cemento hasta comprobar que no hay presión.
- No hay que situarse por detrás del gato durante la operación de tesado.



TERMINOLOGÍA

Arnés de seguridad:

Equipo de protección individual contra riesgos de caída. Se compone de un cinturón, unas cinchas de extremidades inferiores y en espalda y pecho, de forma que garanticen una completa sujeción del trabajador. Dispone de un enganche para fijación a la línea de vida o sistema anticaídas (figuras 66 y 67).



Figuras 66 y 67. Arnés de seguridad. Fuente: Aetess

Balizamiento:

Protección colectiva destinada a señalar riesgos o zonas de riesgo (figura 68).



Figura 68.
Balizamientos. Fuente: Aetess

Barandilla:

Protección colectiva destinada a proteger de caídas en altura. Tiene una altura de 0,90 m, está dotada de pasamanos, listón intermedio y rodapié y aguanta 150 kg por metro lineal.

Dispositivos de seguridad:

Elementos incorporados a la maquinaria y medios mecánicos auxiliares para conseguir una actividad segura. Los más importantes son: parada de emergencia, señales acústicas de traslación, luces de señalización y limitadores de movimientos y de carga de los equipos.

Obstáculos:

Unidades de obra, instalaciones u objetos que interfieren en el normal desarrollo de la actividad de los trabajadores o la maquinaria. Pueden estar ubicados a nivel de terreno o aéreos (figura 69).



Figura 69.
Obstáculos. Fuente: Aetess

Protección auditiva:

Equipo de protección individual obligatorio cuando el nivel de ruido en la zona de trabajo supera los 85 dBA. Los protectores pueden ser de cascos o tapones de material sintético.

Servicios afectados:

Diversas instalaciones industriales afectadas por los trabajos que se van a realizar objeto del proyecto. Pueden ser servicios de agua, electricidad, alcantarillado, gas, telefonía, etc. y serán desviados o protegidos previo a la realización del trabajo.

Sistema anticaídas:

Elemento de seguridad para trabajos en altura compuesto por un carrete de cable de acero arrollado amarrado a un punto fijo de la obra sobre el cual se enganchará el arnés de seguridad (figura 70).



Figura 70.

Sistema anticaídas.

Fuente: Aetess

Zona de paso:

Zona habilitada para el paso de trabajadores o maquinaria libre de obstáculos en el suelo o aéreos. Para los trabajadores tendrán una anchura mínima de 0,60 m y para la maquinaria la dimensión será acorde con las características de ésta (figuras 71 y 72).



Figura 71.
Zonas de paso.
Fuente: Aetess.

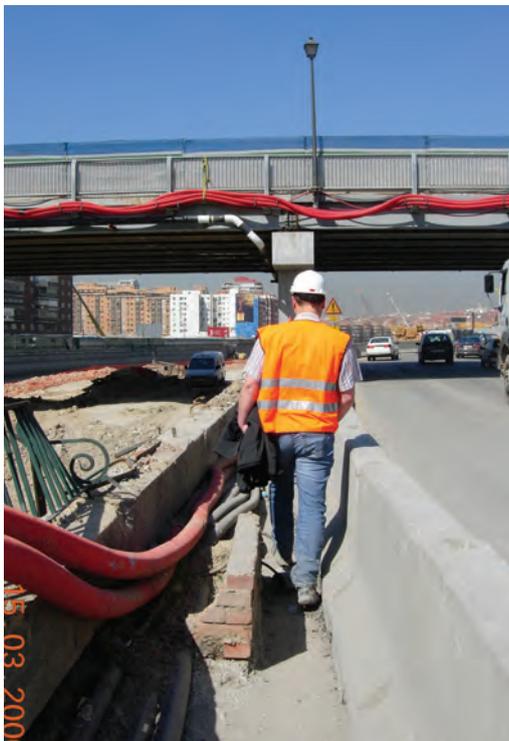


Figura 72.
Zonas de paso. Fuente: Aetess

Zona de riesgo:

Área de influencia de equipos de trabajo (grúas), instalaciones (sala de lodos) o actividades (proceso constructivo de muro pantalla) que representa un riesgo para los trabajadores que se encuentran en ella (figura 73).



Figura 73.
Zona de riesgo.
Fuente: Aetess

UD11

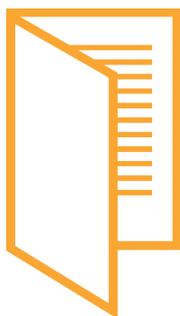
ÍNDICE

	 Objetivos	200
11.1	 Introducción	201
11.2	Ocupación de vías públicas	202
11.3	Procedimiento de trabajo en la proximidad de líneas eléctricas aéreas	202
11.4	Conducciones subterráneas de gas o energía eléctrica	205
	 Resumen	207
	 Terminología	209

**OBJETIVOS**

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer los procedimientos de actuación en presencia de líneas eléctricas aéreas, conducciones subterráneas de gas o energía eléctrica y trabajos en viales públicos..



11.1 INTRODUCCIÓN

La ejecución de una obra supone en muchos casos interferencias con servicios existentes, algunos de los cuales pueden suponer un riesgo para los operarios que trabajan en la misma y para personas ajenas a la obra. En nuestro caso, este riesgo se puede ver acrecentado en la ejecución de perforaciones en presencia de canalizaciones subterráneas.

El objetivo es que los operadores de equipos de perforación conozcan los procedimientos de actuación en presencia de líneas eléctricas aéreas, conducciones subterráneas de gas o energía eléctrica y trabajos en viales públicos.

11.2 OCUPACIÓN DE VÍAS PÚBLICAS

La ocupación de vías públicas (calles, aceras, carreteras, etc.) no puede llevarse a cabo sin una señalización, **balizamiento** y, en su caso, **defensa**, previa autorización al respecto del organismo administrativo del que dependa la vía.

Los citados medios de señalización y protección deberán ser modificados e incluso retirados por quien los colocó tan pronto varíe o desaparezca el obstáculo a la libre circulación que originó su colocación, cualquiera que sea el período de tiempo en el que no resulten necesarias, especialmente en horas nocturnas y días festivos.

Una vez terminada la obra, y antes de su recepción provisional, se procederá a su limpieza general, debiendo quedar el área ocupada en situación análoga a como se encontraba antes de la obra.

11.3 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO EN LA PROXIMIDAD DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

El riesgo de accidente eléctrico en los trabajos realizados en la proximidad de instalaciones eléctricas en tensión puede aumentar considerablemente cuando se manipulan elementos de gran longitud, como perfiles o tubos metálicos, o se utilizan equipos de trabajo como escaleras, grúas y vehículos con brazos articulados o prolongaciones de longitud suficiente para entrar en zonas de peligro o en contacto con líneas eléctricas aéreas en las que, habitualmente, el sistema de protección general está confiado a la distancia a la que se sitúan los conductores respecto al suelo, las edificaciones, etc.

11.3.1 Inspección previa de la zona de trabajo

Siempre que se vayan a realizar trabajos en un lugar en el que existan líneas de alta tensión la persona responsable de la obra debe contactar con la compañía propietaria de las mismas. La solución pasa por desviar las líneas en la zona de trabajo o por quitar la corriente de las líneas. Cuando no puedan desviarse o dejarse sin tensión, han de seguirse los procedimientos que se indican a continuación.

Se debe inspeccionar la situación antes de comenzar el trabajo por parte del responsable de la obra, del propietario de las líneas (o una persona representante de la compañía eléctrica), del operador del equipo y de todo el personal involucrado en la obra (personas que señalicen, ayudantes, etc.) a fin de establecer los procedimientos de trabajo que se han de seguir.

Cualquier persona implicada ha de conocer estos procedimientos, así como los riesgos existentes cuando se trabaja cerca de líneas de alta tensión, y la forma de evitarlos.

11.3.2 Mantener las distancias de seguridad

Es importante mantener las distancias de seguridad (figura). Ninguna parte del equipo debe entrar dentro de la zona de seguridad alrededor de las líneas de alta tensión porque se podría producir una descarga eléctrica por inducción (**arco voltaico**). Esta zona aumenta de tamaño en función del **voltaje** de las líneas. Las distancias de seguridad vienen definidas en el RD 614/2001; en todo caso, la distancia mínima que hay que dejar si se desconoce la tensión de la línea es de 7 m. Bajo determinadas condiciones, como niebla, humo o lluvia, deberá aumentarse la distancia de seguridad.

UN: TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN (V)	DISTANCIA DE SEGURIDAD (m)
< 66.000	3
220.000	5
380.000	7

Las distancias para valores intermedios se calcularán por interpolación lineal



Figura 74. Distancia de seguridad

Hay que considerar la posibilidad de instalar dispositivos que eviten el contacto con las líneas de alta tensión y, si no es posible, usar balizas de colores llamativos u otros elementos que recuerden la peligrosidad de las líneas.

Ejemplos de dispositivos de seguridad en trabajos en proximidad:

- Colocar un tope para impedir que durante el desplazamiento de la máquina rebase la distancia de seguridad.
- Colocar una protección o barrera física delante de la línea que impida que durante la operación la carga o la propia máquina invada la distancia de seguridad.

11.3.3 Colaboración de un señalista

Cuando exista la posibilidad de invadir accidentalmente la distancia de seguridad, se deberá contar con otra persona para señalar (**trabajador autorizado** según el RD 614/2001). La responsabilidad de esta persona no es otra que avisar al operador cuando alguna parte del equipo o la carga se aproximen a la zona prohibida.

Si el operador se encuentra próximo a la zona prohibida y tiene dudas, cuando la persona que señala le indique que puede seguir trabajando es porque la distancia de seguridad se está cumpliendo.

11.3.4 Trabajos con viento

Hay que tener precaución cuando existan grandes distancias entre los apoyos de las líneas, puesto que éstas pueden moverse incluso con viento ligero. Hay que aumentar en este caso las distancias de seguridad. Bajo determinadas condiciones meteorológicas, como niebla, humo, viento o nieve, se precisará tomar mayores precauciones.

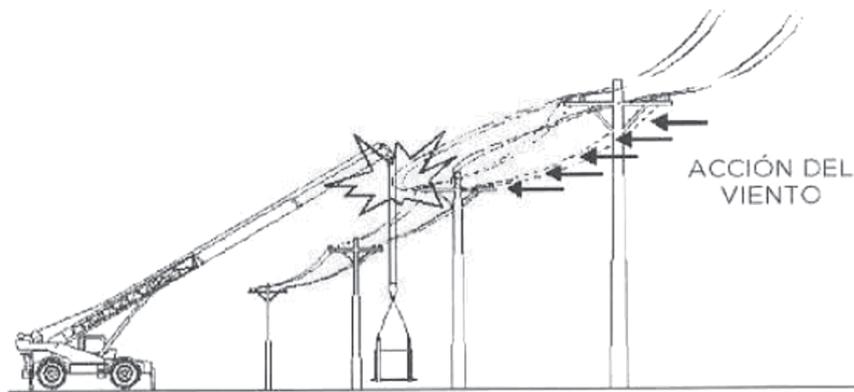


Figura 75. *Acción del viento*

Cuando se eleven, giren las cargas o se mueva el equipo de perforación, se deberá realizar la maniobra lentamente y con extrema precaución.

11.4 CONDUCCIONES SUBTERRÁNEAS DE GAS O ENERGÍA ELÉCTRICA

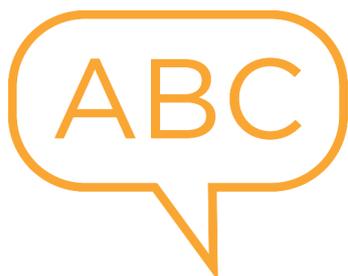
Finalmente, para prevenir el riesgo de accidente eléctrico o de explosión durante los trabajos realizados con la perforadora, en zonas donde pueda haber canalizaciones subterráneas es preciso investigar la existencia y el trazado de las mismas (por ejemplo, consultando los archivos municipales y solicitando información a la compañía propietaria), procediendo a su desvío en caso de que haya riesgo de alcanzar la conducción durante la ejecución del trabajo. Si no existiera ese riesgo por haber una distancia holgada hasta la canalización, bastará con señalar el trazado de la misma con objeto de que los trabajadores conozcan perfectamente su situación.

A veces puede suceder que la información suministrada por los archivos municipales, e incluso por la compañía propietaria, no es precisa debido a la escala de los planos o no existe la certeza de que el trazado corresponda con la realidad; en estos casos se recurre a la realización de catas con la finalidad de dejar al descubierto la propia conducción subterránea y conocer su ubicación exacta. Se recomienda dejar sin servicio la canalización antes de iniciar la excavación. Con máquinas excavadoras no es aconsejable llegar a menos de 1 m de la conducción y con martillos neumáticos hasta 0,5 m, concluyendo los últimos centímetros con el auxilio de herramientas manuales (de mango no metálico) para reducir el riesgo de perforar la conducción.



RESUMEN

- La ocupación de vías públicas (calles, aceras, carreteras, etc.) no puede llevarse a cabo sin una señalización, balizamiento y, en su caso, defensa, previa autorización al respecto del organismo administrativo del que dependa la vía.
- Siempre que se vayan a realizar trabajos en un lugar en el que existan líneas de alta tensión se debe inspeccionar la situación antes de comenzar el trabajo por parte del responsable de la obra, del propietario de las líneas (o una persona representante de la compañía eléctrica), del operador del equipo y de todo el personal involucrado en la obra (personas que señalicen, ayudantes, etc.) a fin de establecer los procedimientos de trabajo que se van a seguir.
- Para prevenir el riesgo de accidente eléctrico o de explosión durante los trabajos realizados con la perforadora en zonas donde pudieran existir canalizaciones subterráneas, es preciso investigar la existencia y el trazado de las mismas (por ejemplo, consultando los archivos municipales y solicitando información a la compañía propietaria), procediendo a su desvío en caso de que haya riesgo de alcanzar la conducción durante la ejecución del trabajo.



TERMINOLOGÍA

Arco voltaico:

Descarga que se produce al cebarse el aire debido a las características del mismo (humedad, partículas en suspensión) y a la proximidad de la línea al punto de descarga.

Balizamiento:

Utilización de determinados elementos fácilmente perceptibles por el conductor con objeto de destacar la presencia de los límites de las obras y de las ordenaciones de la circulación a las que den lugar.

Defensa:

Barrera de seguridad destinada a delimitar y proteger las vías de circulación.

Trabajador autorizado:

Trabajador que ha sido autorizado por la empresa para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico basándose en su capacidad para seguir los procedimientos de forma correcta.

Voltaje:

Tensión o potencial eléctrico que tiene una línea o un aparato eléctrico.

UD12

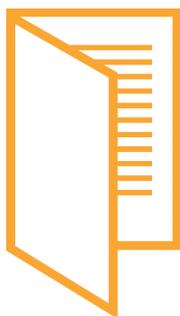
ÍNDICE

	 Objetivos	212
12.1	 Introducción	213
12.2	Prevención y extinción de incendios	214
12.3	Primeros auxilios	214
12.4	Auxilio a los accidentados por electrocución	226
	  Resumen	227

**OBJETIVOS**

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer las actitudes y los comportamientos para la prevención y extinción de incendios, así como las conductas de actuación en caso de tener que asistir a un accidentado.



12.1 INTRODUCCIÓN

Durante el empleo de un equipo de perforación se pueden dar principalmente dos tipos de emergencia. Por un lado el incendio del equipo de perforación o de los medios auxiliares empleados, como el depósito de combustible, el compresor de aire comprimido, el grupo electrógeno, etc. Por otro lado, se puede producir un accidente laboral del propio operador o de los ayudantes que intervienen en el proceso.

En esta Unidad daremos unas breves pero importantes recomendaciones para la prevención y extinción de incendios, así como sobre las conductas de actuación en caso de tener que asistir a un accidentado.

12.2 PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS

El entorno de un equipo debe estar limpio y de ello debe cuidar expresamente el operador. Si hubiese que cambiar el aceite de un reductor, cuidará de que no lo derrame en el suelo y, si no pudiera evitarlo, deberá proceder a su limpieza de forma inmediata. Es importante disponer de recipientes cerrados para depositar en ellos el aceite usado.

Queda terminantemente prohibido el almacenamiento de trapos, desperdicios, aceites y cualquier producto inflamable en los equipos y en su entorno inmediato. A tal efecto y a suficiente distancia se dispondrá un bidón vacío u otro tipo de recipiente adecuado para recibir este tipo de productos convenientemente señalizados, gestionando su transporte y tratamiento con un gestor autorizado de residuos.

Estos consejos no sólo son válidos para prevenir contra la posibilidad de incendio, sino que están de acuerdo con las nuevas tendencias de respeto al medio ambiente y al tratamiento de residuos.

Hay que tener cuidado de no derramar combustible, en especial cuando se trata de superficies calientes de los equipos; se puede sobrepasar el punto de inflamación del gasóleo. No se puede fumar mientras se realiza esta actividad.

Los puestos de mando de los equipos estarán provistos de extintores que llevarán claramente indicada la fecha de caducidad y de revisión.

12.3 PRIMEROS AUXILIOS

12.3.1 En caso de accidente

Los tres pasos básicos que deberán cumplirse en caso de accidente son:

1. Proteger

Comprobar que no existen otros riesgos y colocar al herido en un lugar seguro. Es necesario proteger para evitar accidentes a terceros (¡hay que desconectar las máquinas!).

2. Avisar

Al responsable y a los servicios de urgencia si fuera necesario.

3. Socorrer

No mover al accidentado, pues se pueden agravar sus lesiones.

12.3.2 Esquema de actuación ante un herido

RESPONDE	NO RESPONDE
Evaluación secundaria	
1. Valoración de hemorragias 2. Valoración de heridas o quemaduras 3. Valoración de fracturas 4. Posición del herido 5. Movilización del herido 6. Reevaluación periódica	1. Protección del herido 2. Valoración de respiración y pulso Respira: - Posición de defensa y evaluación secundaria No respira pero tiene pulso: - Abrir la vía aérea - Ventilación boca a boca (10 ventilaciones por minuto, evaluar el pulso y repetir las ventilaciones sino respira) No respira y no tiene pulso: - Masaje cardíaco extremo y ventilación pulmonar - Evaluación secundaria

12.3.3 Evaluación primaria del accidentado

a. Conciencia

Para confirmar la pérdida de conocimiento hay que gritar a la víctima mientras se la sacude por los hombros con suavidad.

• Cuando el herido responde

Si el herido responde y está consciente, el procedimiento será:

- **Eliminar** cualquier peligro.
- **Aflojar las ropas del accidentado** y comprobar que las vías respiratorias están libres de cuerpos extraños.
- **Evitar que el herido realice movimientos innecesarios** y, si se sospecha de lesiones de columna, no se dejar moverse al accidentado.
- **Evaluar otros daños:** sangrado, fracturas, quemaduras, etc. y tomar las medidas adecuadas en cada caso.
- **Vigilar** mientras llega la ayuda y reevaluar la situación periódicamente.

Es importante:

- No dar nunca de beber al herido ni administrar medicamentos.
- Abrigar ligeramente.
- Vigilar constantemente y poner especial cuidado en el ritmo de su respiración y pulso.
- Tranquilizar a la víctima y no hacer comentarios sobre su estado.

• **Cuando el herido no responde**

Si el herido no responde:

- Colocar a la víctima con la **boca abierta** sobre una superficie dura, lisa y firme y con los brazos a lo largo del cuerpo.
- Solicitar **ayuda**.
- Comprobar si **respira**.

b. Respiración

Se determina si la víctima respira observando primero si su pecho se mueve o acercando las mejillas a su boca para sentir el aire exhalado o para escuchar ruidos.

• **El herido respira**

Si respira pero no está consciente, se coloca al herido en **posición lateral** de seguridad: cabeza echada hacia atrás y cara inclinada hacia abajo (libre de flujo en la boca).

Posición lateral de seguridad

1. Colocar a la persona tumbada boca arriba.
2. Flexionar el brazo del lado interno para formar un ángulo recto con su cuerpo.
3. Con la pierna del lado interno recta, flexionar la pierna del lado externo hasta formar un ángulo con el cuerpo.
4. Girar el cuerpo hasta que quede de lado.
5. Colocar el dorso de la mano del lado externo bajo la mejilla.

Es importante recordar que:

- No se dará de beber al herido.
- Es necesario abrigale.
- Hay que vigilarle constantemente y poner especial cuidado en el ritmo de su respiración y pulso.
- Se debe buscar ayuda.

- **Si el herido no respira**

Si el herido está inconsciente y no respira significa que sus pulmones no funcionan y que habrá que conseguir que le llegue oxígeno de forma artificial. En este caso habrá que:

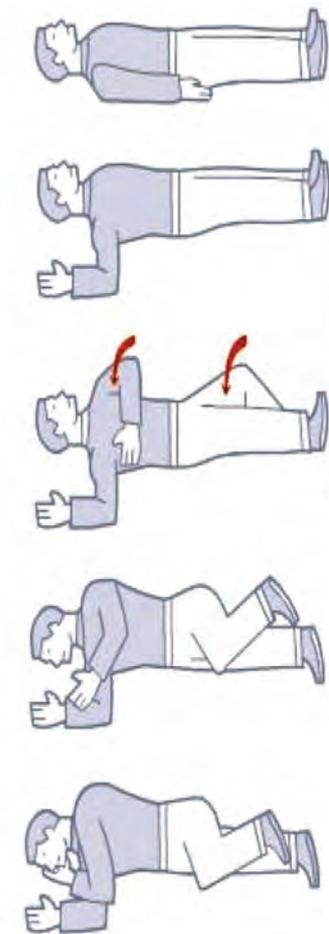


Figura 76. Esquema de la posición lateral de seguridad

Abrir la vía aérea

1. Colocar una mano en la frente del paciente ejerciendo presión para extender la cabeza hacia atrás.

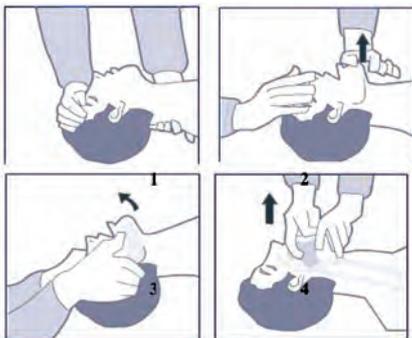


Figura 77.

Esquema de la posición lateral de seguridad

2. Simultáneamente, empujar con la yema de los dedos índice y medio de la mano la parte ósea del mentón.
3. Elevar el mentón para contribuir a la extensión del cuello.
4. Comprobar que no hay cuerpos extraños en la vía: secreciones, vómitos, etc. Si hubiera cuerpos extraños, hay que extraerlos.

Con este método puede ser suficiente para que la víctima recobre la respiración.

Si no la recobra, se procede a la **ventilación boca a boca**.

Ventilación boca a boca

- Comprobar que la víctima está acostada boca arriba sobre una superficie dura y lisa.
- Mantener la vía aérea abierta y limpia.
- Realizar una inspiración profunda y colocar los labios alrededor de la boca del paciente sellándola mientras se le cierra la nariz con los dedos.
- Insuflar aire suficiente hasta ver que el tórax se eleva.
- Cada vez que se introduzca aire, retirar la boca para facilitar la respiración pasiva.
- Estar atento a la restauración espontánea de la respiración del paciente y **comprobar el pulso** cada dos ventilaciones.

Si tiene pulso habrá que continuar con la ventilación boca a boca a razón de **12 insuflaciones por minuto**.



Figura 78. Ventilación boca a boca

c. Pulso

Para determinar si el corazón del herido sigue latiendo y por tanto tiene pulso, se colocan los dedos índice y corazón a un lado del cuello cerca de la nuez y se presiona ligeramente hasta notar el pulso.



Figura 79. Pulso

Otra forma de comprobar el pulso es ver la disminución del diámetro de la pupila a la luz.

• Si el herido tiene pulso

Si tiene pulso y no respira se deberá continuar con la **ventilación boca a boca** a razón de 12 insuflaciones por minuto (1 cada 12 s).

Si el herido **no reacciona** hay que:

- Comprobar la existencia de cuerpos extraños en la vía respiratoria y eliminarlos.
- No interrumpir o abandonar la respiración artificial hasta que el herido no respire de nuevo normal y regularmente.

Si el herido **reacciona** se debe:

- Colocar al herido en posición lateral de seguridad.
- Avisar y vigilar al herido.
- Observar otros síntomas: sangrado, fracturas, quemaduras, etc. y tomar las medidas oportunas.
- Si el herido no tiene pulso

Masaje cardíaco extremo

Si no respira quiere decir que el corazón no funciona, por lo que habrá que iniciar urgentemente el **masaje cardíaco extremo**:

- Comprobar que la víctima está acostada boca arriba sobre una superficie dura y lisa.
- Colocarse de rodillas a la altura de los hombros de la víctima.

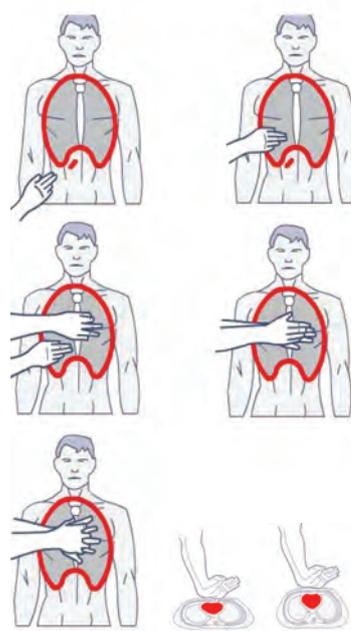


Figura 80. Masaje cardíaco extremo

- Colocar el talón de una mano sobre el esternón 4 cm por encima de la "boca del estómago" y la otra mano encima de ésta entrelazando los dedos.
- Ejercer una fuerza firme y vertical hacia abajo con un ritmo aproximado de **una compresión por segundo**.

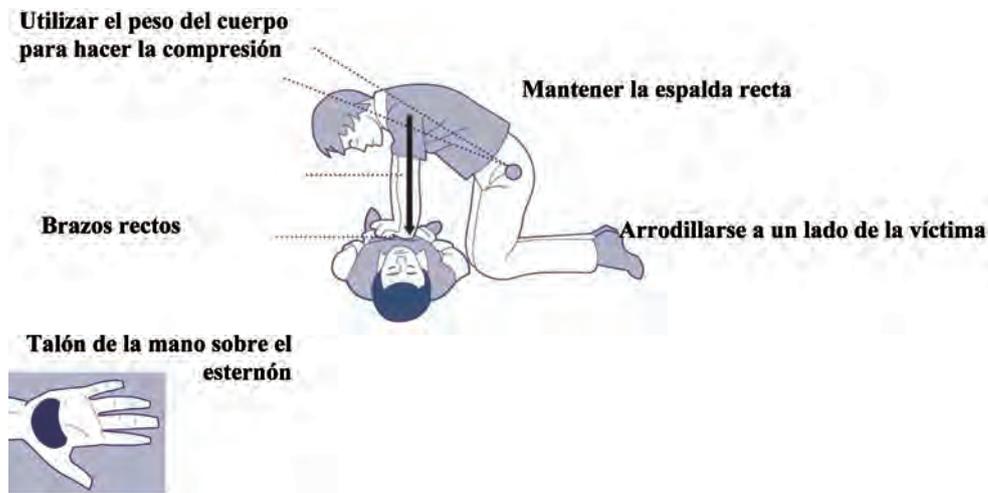


Figura 81. Esquema del masaje cardíaco extremo

Sincronización entre masaje cardíaco extremo y ventilación

- Si hay un único reanimador: 15 compresiones y 2 insuflaciones.
- Cuando hay dos reanimadores: 5 compresiones y 1 insuflación.

12.3.4 Evaluación secundaria

Se aplicará sobre los heridos que responden normalmente a nuestras preguntas o sobre los que ya se ha dado una atención primaria.

- Valoración de hemorragias: externas e internas.
- Valoración de heridas o quemaduras.
- Valoración de fracturas.
- Posición del herido.
- Movilización del herido.
- Reevaluación periódica.

a. Valoración de hemorragias: externas e internas

Las hemorragias pueden ser:

Externas:

- **Arteriales:** sangre de color rojo vivo que sale con fuerza. Son más urgentes.
- **Venosas:** sangre de color rojo oscuro.

Internas: no son perceptibles a primera vista; la sangre se vierte en el interior. Se pueden intuir:

- Piel fría, pálida y sudorosa.
- Respiración superficial y rápida.
- Pulso rápido y débil e inquietud.
- Empeoramiento creciente del estado de conciencia o del estado general.

Actuación ante las hemorragias externas:

- **Presionar directamente con la mano o con el puño sobre la herida** con una gasa estéril, si es posible, o con un pañuelo o trozo de tela o plástico.
- **Mantener elevada la zona** de la hemorragia.
- **Las hemorragias por orificios naturales, oídos y nariz** sobre todo, son indicios de gravedad y **no deben ser taponadas**.
- **Presionar** sobre el lugar sangrante **en el trayecto de la arteria**.
- **El torniquete** es una **medida extrema** que sólo debe utilizarse en caso de que no haya sido efectivo otro método. Consiste en la aplicación de pañuelo, venda, tela o gasa ancha (de 5 a 6 cm), nunca un alambre o algo muy estrecho que comprima la arteria sobre el hueso para que impida el paso de la sangre por ella.
- Colocar con la ayuda de un palo, destornillador u objeto rígido.
- Vigilar constantemente y apuntar la hora a la que se puso.
- El torniquete nunca debe ser aflojado sin la presencia médica oportuna.

Actuación ante las hemorragias internas:

- **Acostar** al herido. Si está consciente, boca arriba y con las piernas sobreelevadas.
- **Aflojar** cualquier prenda apretada.
- **Abrigar** para que se mantenga caliente.
- **Tranquilizar**.
- **Vigilar** estado de conciencia, respiración y pulso.

b. Valoración de heridas y quemaduras

- Las heridas no se deben manipular ni intentar limpiar; tampoco se deben retirar los posibles restos adheridos. En todo caso, se usarán apósitos estériles.
- Las zonas quemadas deben mantenerse tapadas y humedecidas y evitar el uso de pomadas o cremas. La zona quemada debe mantenerse elevada.

- A un herido que sufre quemaduras se le puede dar agua bicarbonatada a pequeños sorbos si está consciente y no vomita.

c. Valoración de fracturas

Como norma general, ante las fracturas no será necesario actuar, sino esperar a la ayuda médica adecuada teniendo en cuenta que:

- En fracturas en las extremidades superiores se puede colocar el brazo en cabestrillo con un trozo de tela o pañuelo de un tamaño aproximado de 1 m doblado en forma diagonal.
- En fracturas de las extremidades inferiores habrá que tener gran precaución por la posibilidad de estar asociadas a otras lesiones, por lo que no se podrán mover las piernas.

d. Posición de los heridos

- Para los heridos que por hemorragias o quemaduras han perdido líquidos corporales, una posición correcta es elevar sus piernas por encima del nivel de la cabeza para permitir la aportación de sangre al encéfalo.

e. Movilización de heridos

- El transporte de heridos debe hacerse en vehículos especiales para ese fin y por personal profesional.
- Si la asistencia médica adecuada no puede acceder, se debe trasladar al herido en una furgoneta, camioneta o similar colocándole en una posición adecuada.
- Hay que circular a velocidad moderada y sin brusquedades, acompañando al herido para tranquilizarle y observar la evolución de su estado.

f. Reevaluación periódica

- La situación de un herido puede cambiar en pocos minutos; por ello la evolución periódica debe mantenerse en todo momento hasta que reciba la asistencia sanitaria.

12.3.5 Clasificación de síntomas y tratamientos

EN CASO DE	SÍNTOMAS	TRATAMIENTO
Asfixia	<ul style="list-style-type: none"> - Inconsciencia - Labios y lóbulos de las orejas azules - Respiración interrumpida 	<ul style="list-style-type: none"> - Exponer al aire libre - Respiración boca a boca - Desobstruir las vías respiratorias
Choque eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> - Inconsciencia - Respiración interrumpida - Quemadura en el punto de contacto 	<ul style="list-style-type: none"> - Aislarse al rescatar al accidentado - Respiración boca a boca - Masaje cardíaco
Envenenamiento y/o alcoholismo	<ul style="list-style-type: none"> - Náuseas, dolores, cólicos, vómitos, vértigos, síncope, delirios y pérdida de conciencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Provocar el vómito - Abrigar al accidentado - Averiguar el producto causante
Fractura abierta	<ul style="list-style-type: none"> - Impotencia al movimiento - Herida viendo el hueso roto - Hemorragia 	<ul style="list-style-type: none"> - Cubrir la herida - Entablillar el miembro roto - No tratar de enderezarlo - Aplicar un torniquete
Fractura de cráneo	<ul style="list-style-type: none"> - Hundimiento de la caja craneal - Hemorragia de nariz y/u oído - Convulsiones - Coma 	<ul style="list-style-type: none"> - Inmovilizar la cabeza - Acostar, tapar y abrigar al accidentado - Nunca dar bebidas
Hemorragia arterial	<ul style="list-style-type: none"> - Salida a chorro intermitente de sangre de color rojo brillante 	<ul style="list-style-type: none"> - Cura compresiva en las pequeñas - Cura las grandes, torniquete entre herida y cuerpo
Hemorragia venosa	<ul style="list-style-type: none"> - Flujo continuo de sangre de color rojo oscuro 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar gasa esteril o pañuelo limpio comprimiendo la herida o aplicar torniquete
Heridas y pinchazos	<ul style="list-style-type: none"> - Hemorragias y ruptura de tejidos o pinchazos en la piel 	<ul style="list-style-type: none"> - Cubrir con gasa estéril o pañuelo limpio - Asistencia médica en heridas grandes o profundas o pinchazos
Insolación	<ul style="list-style-type: none"> - Dolor de cabeza, vahídos y vómitos - Pérdida del conocimiento - Aspecto rojizo - Inconsciencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Cabeza elevada - Reducir la temperatura del cuerpo - Compresas frías en la cabeza - Bebidas frías
Lesiones en los ojos	<ul style="list-style-type: none"> - Dolor y lagrimeo - Posible herida, irritación o cuerpo extraño 	<ul style="list-style-type: none"> - Lavar con agua - Extraer con gasa el cuerpo extraño - Nunca extraer cuerpos extraños enclavados
Lesiones en los órganos internos	<ul style="list-style-type: none"> - Dolor agudo y punzante - Abatimiento - Ganas de vomitar - Postura antidolorosa 	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar al accidentado boca arriba - Rodillas levantadas - No dar alimentos ni bebidas

EN CASO DE	SÍNTOMAS	TRATAMIENTO
Luxaciones/roturas	<ul style="list-style-type: none"> - Comparación de la longitud del miembro herido con el no herido - Dificultad de movimiento - Dolor 	<ul style="list-style-type: none"> - No intentar reducir la luxación - Inmovilizar - No dar masajes - Ante la duda, actuar como si fuera fractura - Trasladar de inmediato
Quemaduras	<ul style="list-style-type: none"> - Causadas por calor, productos químicos, radiaciones o electricidad 	<p>Superficiales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lavar con agua fría (mínimo 10 min) - Cura estéril - Bebidas azucaradas - No dar alcohol - Toda quemadura requiere atención médica excepto si es superficial (superficie menor de 2 cm) <p>Extensas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cubrir con toallas, pañuelos, sábanas que estén siempre LIMPIAS y trasladar urgentemente a un centro sanitario - Productos químicos o líquidos hirvientes y quitar inmediatamente las ropas impregnadas
Shock	<ul style="list-style-type: none"> - Cara pálida - Párpados caídos - Sudor frío - Pulso débil y rápido - Inconsciencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Bajar la cabeza - Abrigar - Bebida estimulante caliente (si está consciente) - No dar alcohol

12.4 AUXILIO A LOS ACCIDENTADOS POR ELECTROCUCIÓN

12.4.1 En líneas de alta tensión

- Únicamente cuando el contacto con la línea haya cesado.
- Si hay cables caídos cerca del accidentado, únicamente cuando la compañía eléctrica la haya desconectado.

Aunque aparentemente la corriente haya cesado (al no apreciarse chisporroteos en los cables), volverá a aparecer al cabo de pocos minutos, puesto que automáticamente las líneas vuelven a conectarse después de un fallo.

12.4.2 En líneas de baja tensión

Si persiste el contacto o hay cables caídos, podrá socorrerse usando objetos aislantes: palos de madera, improvisando guantes aislantes mediante bolsas de plástico, etc.



RESUMEN

- El entorno de un equipo debe estar limpio y de ello debe cuidar expresamente el operador.
- Queda terminantemente prohibido el almacenamiento de trapos, desperdicios, aceites y cualquier producto inflamable en los equipos y en su entorno inmediato.
- No se debe fumar mientras se realiza el repostaje del equipo o cualquier otra operación en presencia de productos inflamables.
- Los puestos de mando de los equipos estarán provistos de extintores que llevarán claramente indicada la fecha de caducidad y de revisión.
- En caso de accidente hay que seguir los siguientes pasos:
 - PROTEGERSE a uno mismo y a los accidentados para evitar nuevos accidentes y/o empeorar el existente.
 - AVISAR a los servicios sanitarios de URGENCIA para el traslado rápido al hospital más cercano, dando la situación exacta, el número de heridos y explicando lo mejor posible qué tipo de lesiones tiene.
 - SOCORRER iniciando la exploración de acuerdo con los conocimientos en primeros auxilios y actuar en consecuencia con lo que se vaya encontrando.

NO HAY QUE OLVIDAR APLICAR EL PAS

P:

A:

S:

ÍNDICE DE FIGURAS

MÓDULO 1: manejo

UNIDAD 1. Equipos de micropilotes y anclajes

- Figura 1: Equipo de perforación. Pág. 14
- Figura 2: Orugas. Pág. 15
- Figura 3: Equipo añadido. Pág. 16
- Figura 4: Mástil de perforación. Pág. 17
- Figura 5: Equipo pequeño de perforación. Pág. 19
- Figura 6: Equipo mediano de perforación. Pág. 19
- Figura 7: Equipo grande de perforación. Pág. 21

UNIDAD 2. Sistemas de perforación, útiles, componentes y sistemas de revestimiento

- Figura 8: Equipo de micropilotes. Pág. 26
- Figura 9: Partes de una perforadora. Fuente: Aetess. Pág. 28
- Figura 10: Gráfico de los sistemas de perforación. Pág. 29
- Figura 11: Útil de corte. Pág. 30
- Figura 12: Barrena helicoidal. Pág. 31
- Figura 13: Herramientas de corte. Pág. 31
- Figura 14: Martillo en cabeza con sistema DEPS incorporado. Pág. 32
- Figura 15: Esquema de martillo en cabeza. Pág. 33
- Figuras 16 y 17: Velocidad de barrido. Pág. 37
- Figura 18: Partes de una perforadora. Pág. 38
- Figura 19: Varillaje. Pág. 39
- Figura 20: Sistemas de martillo en fondo. Pág. 40
- Figura 21: Esquema del martillo de fondo. Pág. 40
- Figura 22: Trialetas. Pág. 42
- Figuras 23, 24 y 25: Partes de un tricono. Pág. 43
- Figura 26: Tipos de tallante. Pág. 45
- Figura 27: Áreas potenciales de desgaste y distancia entre el casquillo de rotación y la superficie de precarga. Pág. 46
- Figura 28: Perfiles de las zonas de corte de los tallantes del martillo de fondo. Pág. 46
- Figura 29: Orificios de barrido. Pág. 47
- Figuras 30 y 31: Partes principales de un tallante de perforación de martillo de fondo. Pág. 48
- Figuras 32 y 33: Rotura del varillaje. Pág. 49
- Figuras 34 y 35: Rotura en la rosca del varillaje. Pág. 50

Equipos de micropilotes y anclajes

- Figuras 36 y 37: Golpeo en el varillaje. Pág. 51
Figura 38: Sistema de seguridad de una manguera de aire. Pág. 53
Figuras 39: Calderín. Pág. 53
Figura 40: Calderín de engrase. Pág. 55
Figura 41: Método OD. Pág. 55
Figura 42: Método ODEX. Pág. 57
Figura 43: Esquema del sistema ODEX. Pág. 58
Figura 44: Sistema DEPS. Pág. 59
Figura 45: Esquema del sistema DEPS. Pág. 60

UNIDAD 4. Procedimiento de operaciones y maniobras

- Figura 46: Vista general de los mandos de la perforadora. Pág. 80
Figura 47: Cuadro de mandos de las mordazas y el cabezal. Pág. 80
Figura 48: Mandos de colocación de la perforadora. Pág. 81
Figura 49: Mandos de las mordazas. Pág. 82
Figura 50: Mandos del cabezal. Pág. 82
Figura 51: Perforadora. Pág. 84
Figura 52: Cuadro de mandos y cuerpo de mordazas. Pág. 86

MÓDULO 2: mantenimiento

UNIDAD 6. Mantenimiento y conservación de los equipos

- Figura 53: Esquema de una perforadora. Pág. 116
Figura 54: Croquis de la catenaria. Pág. 118
Figura 55: Croquis de las orugas. Pág. 118
Figura 56: Esquema del cambio de membrana de un acumulador (paso 1). Pág. 120
Figura 57: Esquema del cambio de membrana de un acumulador (paso 2). Pág. 121
Figura 58: Esquema del cambio de membrana de un acumulador (paso 3). Pág. 121
Figura 59: Esquema del cambio de membrana de un acumulador (paso 4). Pág. 121
Figura 60: Esquema del cambio de membrana de un acumulador (paso 5). Pág. 122
Figura 61: Esquema del cambio de membrana de un acumulador (paso 6). Pág. 122
Figura 62: Esquema del acumulador. Pág. 122

UNIDAD 7. Inspecciones y verificaciones

- Figura 63: Simbología de las anomalías. Pág. 131

MÓDULO 3: prevención de riesgos laborales

UNIDAD 8. Conceptos generales de la prevención

Figura 64: Causas que provocan accidentes. Pág. 154

UNIDAD 9. Procedimientos e instrucciones de trabajo

Figura 65: Puntos de elevación. Pág. 168

UNIDAD 10. Micropilotes y anclajes. Riesgos y medidas preventivas en la ejecución de los trabajos

Figuras 66 y 67: Arnés de seguridad. Fuente: Aetess. Pág. 193

Figura 68: Balizamientos. Fuente: Aetess. Pág. 194

Figura 69: Obstáculos. Fuente Aetess. Pág. 194

Figura 70: Sistema anticaídas. Fuente: Aetess. Pág. 195

Figura 71: Zonas de paso. Fuente: Aetess. Pág. 196

Figura 72: Zonas de paso. Fuente Aetess. Pág. 196

Figura 73: Zona de riesgo. Fuente Aetess. Pág. 197

UNIDAD 11. Servicios afectados

Figura 74: Distancia de seguridad. Pág. 203

Figura 75: Acción del viento Pág. 204

UNIDAD 12. Emergencias y primeros auxilios

Figura 76: Esquema de la posición lateral de seguridad. Pág. 217

Figura 77: Esquema de la posición lateral de seguridad. Pág. 217

Figura 78: Ventilación boca a boca. Pág. 218

Figura 79: Pulso. Pág. 219

Figura 80: Masaje cardíaco extremo. Pág. 220

Figura 81: Esquema del masaje cardíaco extremo. Pág. 221

