

CONSTRUCCIÓN II: APEOS Y ENTIBACIONES

Tema 24

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
2	APEO Y APUNTALAMIENTO DE CONSTRUCCIONES	3
2.1	Sistemas de apeo.....	4
2.2	Tipos de apeos.....	4
2.2.1	Apeos según su función.....	4
2.2.2	Apeos según su forma de trabajo	5
2.2.3	Apeos verticales	5
2.2.4	Apeos horizontales.....	7
2.2.5	Apeos inclinados.....	7
2.2.6	Elementos especiales y uniones.....	8
3	ENTIBACIONES.....	9
3.1	NTP 278. Prevención del desprendimiento de tierras en zanjas.	9
3.1.1	Sistemas de entibación	10
3.2	Partes de una zanja	11
3.3	Ejecución de una entibación.	11
3.4	Elementos de la entibación	12
4	HERRAMIENTAS.....	13
4.1	Herramientas de corte	13
4.2	Herramientas de rotura.....	15
4.3	Herramientas para movimientos de carga.....	15
	BIBLIOGRAFÍA	17

1 INTRODUCCIÓN

La actuación de los servicios de extinción de incendios y salvamentos en la edificación se debe centrar en las **actuaciones de emergencia**, con el objetivo de resolver, en el menor tiempo posible, una situación de peligro.

Las actuaciones más habituales son:

- Delimitación y señalización de áreas de peligro.
- **Desalojo de la edificación.**
- Saneado de construcciones (revestimientos de fachada, muros, etc.).
- **Apeo y apuntalamiento de construcciones.**
- Entibación de zanjas.



Figura 1. Apuntalamiento. Fuente: www.bombersdv.es

2 APEO Y APUNTALAMIENTO DE CONSTRUCCIONES

Se define como apeo a la acción y efecto de apear, es decir, de sostener el todo o parte de un edificio, construcción o terreno con un armazón, madero o fábrica.

Un apuntalamiento es la acción y efecto de apuntalar, es decir, poner puntales con el mismo objetivo que un apeo.

Por tanto, para el personal interviniente, apear y apuntalar son sinónimos y se refieren a la **acción de sostener provisionalmente, con carácter de urgencia, una parte o la totalidad de un edificio, construcción o terreno.**



Figura 2. Apuntalamiento del ERICAM. Fuente: CBCM.

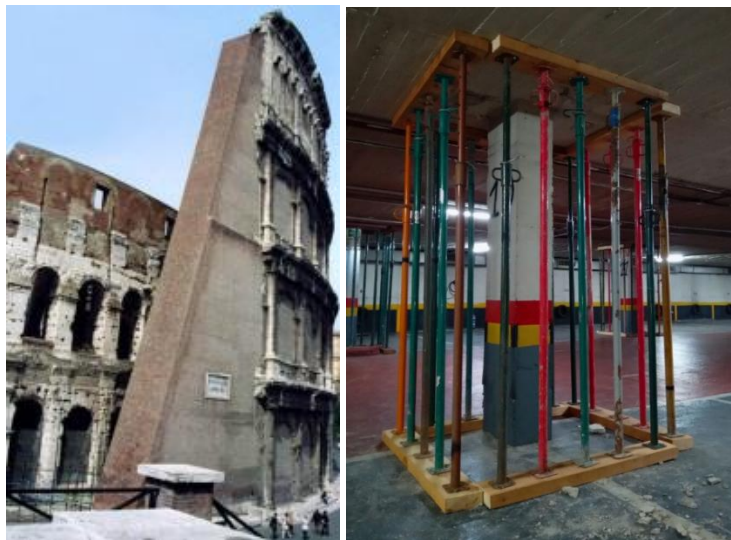
2.1 Sistemas de apeo

La diferente relación entre peso, volumen y capacidad resistente inherente a cada material constructivo repercute en la ejecución de sistemas de apeo o apuntalamiento hasta el punto de llegar a establecerse dos grandes grupos de sistemas:

- **Sistemas pesados:** aquellos en los que el peso de su material interviene de modo fundamental en el sistema de equilibrio.

Los elementos utilizados en los sistemas pesados se ejecutan a partir de la manufactura de piezas de cantería o de albañilería. La entidad constructiva de las fábricas dota a sus elementos de una gran durabilidad por lo que éstos se identifican más dentro del ámbito de los elementos de refuerzo.

- **Sistemas ligeros.** Aquellos sistemas en los que la magnitud de su peso carece de incidencia. Son los sistemas utilizados por los servicios de emergencia, realizados a base de madera y elementos metálicos.



Figuras 3 y 4. Sistema pesado (izquierda) y Sistema Ligero (derecha). Fuente: Wordpress y CBCM

2.2 Tipos de apeos

2.2.1 Apeos según su función

En función de su relación con la estructura y su vida estimada se pueden definir los siguientes tipos:

- **Apeo de urgencia.** Complementa la estructura dañada en sus elementos más precarios a corto plazo. Ataja un peligro inminente debido al grado de deterioro del edificio. No supone una solución de apeo definitiva.
- **Apeo complementario.** Complementa la estructura dañada garantizando su estabilidad a medio o largo plazo.
- **Apeo supletorio.** Constituye un sistema estructural de carácter temporal, con autonomía propia.

2.2.2 Apeos según su forma de trabajo

La clasificación de los apeos se realizará en función de los esfuerzos principales a transmitir, por tanto:

- **Apeos verticales:** utilizados para sostener elementos horizontales y transmitir las cargas de forma vertical. Por lo general, la carga debe ser trasladada hasta el terreno formando líneas o planos de descarga.
- **Apeos horizontales:** utilizados para sostener elementos verticales (habitualmente presentan giros o pandeo) y transmitir las cargas de forma horizontal, entre muros se denominan **acodalamientos** y en una zanja se denominan **entibaciones**.
- **Apeos inclinados:** utilizados para transmitir cargas entre elementos verticales y horizontales, bien sea entre elementos constructivos o con el terreno.

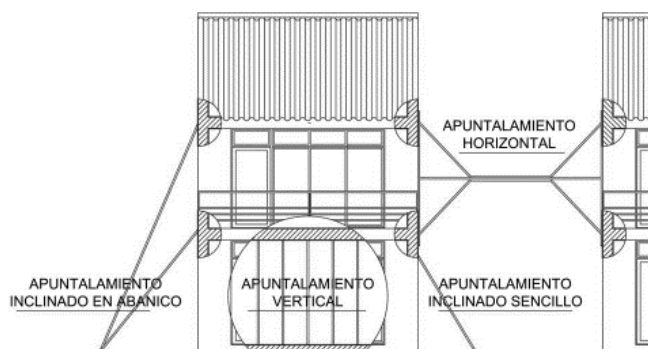


Figura 4. Apeos según su forma de trabajo. Fuente: Miguel Hernández Asensio

2.2.3 Apeos verticales

El apeo vertical puede estar constituido por tablones de madera, normalmente denominado **pie derecho**, o por **puntales metálicos** de obra, **hidráulicos o neumáticos**.

El apeo vertical siempre está ligado a los elementos que le permiten recoger y distribuir las cargas, la **sopanda** (canaliza las cargas a la cabeza del apeo) y el **durmiente** (distribuye las cargas en su base).

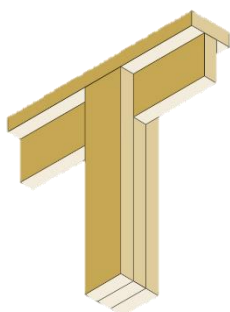


Figura 5. Sopanda. Fuente: CBCM

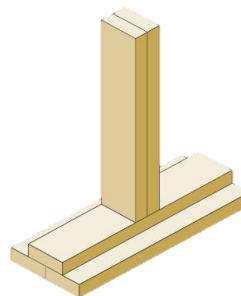


Figura 6. Dormiente. Fuente: CBCM.

La **sopanda** y el **durmiente** serán los elementos clave en el apeo vertical. El buen funcionamiento del apero dependerá de correcta ejecución. Estos dos elementos trabajarán a flexión, mientras que

el elemento vertical trabajará principalmente a compresión. El **principal error** en este tipo de apeos consiste en **infradimensionar** tanto la sopanda como el durmiente.

Es un apeo muy **inestable frente a esfuerzos horizontales**, por lo que es necesario su arriostrado.

Los pies derechos de madera estarán compuestos como **mínimo por 2 tablones** e, independientemente de su material, su distancia al extremo de la sopanda o durmiente **no será mayor de 10 cm**.

En caso de tener que apuntalar un forjado, el orden de montaje y apriete debe ser **de los extremos hacia el interior** para finalizar en el centro. En voladizos, se colocará en primer lugar el apuntalamiento vertical más cercano al apoyo, avanzando hacia el extremo.

Se generarán **líneas de descarga**, es decir se deberán trasladar las cargas, incluso a través de distintos niveles, desde el elemento a apuntalar hasta el terreno.

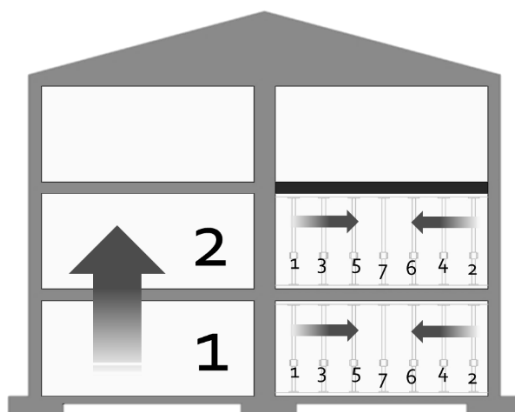


Figura 7. Líneas de descarga. Fuente: CBCM.

2.2.3.1 Zampeado

El zampeado es un apeo vertical compuesto por el apilamiento de **llaves de madera**. Sus principales características son:

- **Rapidez de ejecución:** solo se necesita madera para su ejecución, sin necesidad de elementos auxiliares.
- **Sencillez de ejecución:** se ha de formar una torre con las llaves, admite variaciones geométricas, pero con carácter general será de base cuadrada y las llaves solaparán 10 cm en las esquinas.

La altura máxima para este apeo será de **3 veces su base**, por lo que en caso de necesitar más altura lo que hay que hacer es ampliar su base. Admite el intercalado de cuñas para realizar apeos inclinados.



Figura 8. Zampeado.
Fuente: Pedro Sánchez
Gálvez (Lorca).

2.2.4 Apeos horizontales

El **codal** es el elemento principal del apeo horizontal, trabaja a compresión, principalmente. No obstante, si este elemento es de gran longitud, la flexión debe ser tenida en cuenta.

La **vela** es el elemento que recoge y transmite los esfuerzos laterales hacia el codal.

Cuando el codal es de gran longitud, se ejecutan elementos inclinados (**tornapuntas y jabalcones**) para reducir al máximo la flexión y el posible pandeo.



Figura 9. Apeo horizontal. Fuente: CBCM.

2.2.5 Apeos inclinados

Los apeos inclinados están compuestos por dos elementos principales, **el tornapuntas y el jabalcón**. Ambas piezas trabajan a compresión.

- **Tornapuntas.** Elemento de un apeo que transmite las cargas de un elemento vertical a uno horizontal.

Como elemento resistente trabaja a compresión. El principal problema de este elemento lo constituyen sus extremos, es decir, la correcta recepción y transmisión de cargas.

- **Jabalcón.** Elemento de un apeo que transmite las cargas de un elemento horizontal a uno vertical.

Habitualmente la recepción y entrega de cargas de este elemento se realiza en puntos intermedios de piezas del propio apeo, como pueden ser sopandas o pies derechos.

Es necesario diseñar el correcto contrarresto de los esfuerzos horizontales provocados en las puntas de estos elementos.



Figuras 11 y 12. Tornapuntas (izquierda) y jabalcón (derecha). Fuente: CBCM

2.2.6 Elementos especiales y uniones

Para la ejecución de los apeos se requiere del uso de una serie de elementos auxiliares necesarios para la correcta transmisión de las cargas y su correcto funcionamiento estructural.

- **Bridas.** Elemento principal de unión usado tradicionalmente en apeos. Constituido por dos piezas de pletina de acero que aprisionan entre ellas los tabloncillos de madera, uniéndolos por rozamiento entre sus caras a consecuencia del apriete ejercido por los tornillos.

Las bridas se dispondrán a distancias inferiores a 1 metro entre ellas y a un máximo de 10 cm del borde de la pieza. Asimismo, requerirán de una revisión semanal de su apriete.

- **Cuñas.** Son elementos de ajuste y apriete que se colocan con el fin de ajustar las dimensiones de las piezas y garantizar el contacto firme entre ellas transmitiendo correctamente las cargas. El acuñado se ejecutará mediante la colocación contrapuesta de dos cuñas, golpeándolas sucesivamente hasta que el elemento quede ajustado en o “templado” en una **posición neutra**, es decir, sin modificar el comportamiento estructural de los elementos que están siendo apeados.

El acuñado se debe revisar periódicamente, ejecutando retemplados necesarios por la merma de la madera.



Figura 13. Bidas y cuñas. Fuente: CBCM.

- **Ejiones.** Un ejión es la pieza que cosida a un elemento de apeo sirve como tope, apoyo o contención de un segundo elemento que acomete contra el primero.

El ejión trabaja a compresión, pero para su correcto funcionamiento es esencial el correcto dimensionado de los clavos de unión a su pieza de soporte.



Figura 14. Ejión. Fuente: CBCM.

3 ENTIBACIONES

Dentro del marco de las emergencias en la construcción, existe un número elevado de intervenciones por rescates en zanjas o excavaciones.

Debido a las condiciones de confinamiento existentes en estos espacios y a la falta de garantías que ofrece una zanja o una excavación que no haya sido entibada correctamente, se hace especialmente peligroso para los equipos de rescate cualquier tipo de trabajo en estos escenarios.



Figura 15. Entibación. Fuente: Fundación Musaat.

Por tanto, **entibación es la operación destinada a la contención de tierra inestable** que se realiza de manera transitoria, mediante piezas de madera u otros materiales, cuyo sistema varía con arreglo a la clase de excavación de que se trate, así como de la calidad del terreno.

Por defecto, toda actuación de los equipos de rescate en una zona afectada por un posible derrumbe de tierras deberá ser protegida mediante una entibación o elementos auxiliares, a excepción de terrenos de roca compactada o zonas hormigonadas.

3.1 NTP 278. Prevención del desprendimiento de tierras en zanjas.

Las NTP son guías de buenas prácticas, siendo sus indicaciones no obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. No obstante, el CBCM ha adoptado determinadas indicaciones como pertinentes de cara a trabajar con seguridad en este tipo de intervenciones.

De acuerdo con la NTP278, que define el trabajo en zanjas y la prevención frente al desprendimiento de tierras, se entiende por zanja una excavación larga y angosta realizada en el terreno. Esta NTP contempla la excavación de zanjas realizadas con medios manuales o mecánicos que cumplan las siguientes características:

- Anchura ≤ 2 m.
- Profundidad ≤ 7 m.
- Nivel freático inferior a la profundidad o rebajado.
- No se incluyen los terrenos rocosos ni blandos o expansivos.

Con carácter general, se deberá considerar peligrosa toda excavación que, en terrenos corrientes, alcance una profundidad de 0,80 m y 1,30 m en terrenos consistentes.

Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes, debiéndose adoptar como mínimo el criterio de distancias de seguridad indicado a continuación:

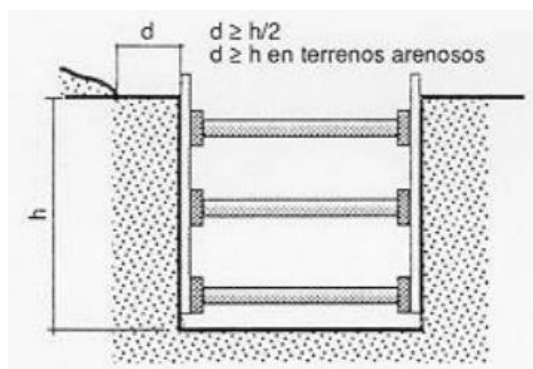


Figura 16. Zanja. Fuente: NTP278

3.1.1 Sistemas de entibación

- **Entibación con tablas horizontales.** Se emplea cuando la excavación se lleva a cabo en un terreno con suficiente cohesión que le permite ser autoestable mientras se efectúa la excavación.
- **Entibación con tablas verticales.** Cuando el terreno no presenta la suficiente cohesión o no se tiene garantía de ello es más aconsejable llevar a cabo la entibación con tablas verticales que, en caso de que el terreno presente una aceptable cohesión y resistencia, se excava por secciones sucesivas.
- **Sistema Quillery.** Entibación formada por **paneles** de revestimiento que se preparan en las proximidades de la zanja y que una vez abierta ésta, se introducen en la misma.



Figura 17. Sistema Quillery. Fuente: CBCM.

En función de la superficie cubierta de las paredes se definen los siguientes tipos de entibación:

- **Entibación cuajada:** entibación que cubre totalmente las paredes de la excavación.
- **Entibación semicujada:** entibación que cubre el 50% de las paredes de la excavación o una fracción superior.
- **Entibación ligera:** entibación que cubre menos del 50% de las paredes de la excavación.

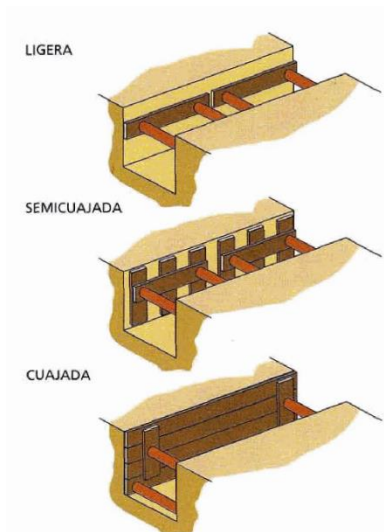


Figura 10. Tipos de entibación. Fuente: Bomberos de Álava

3.2 Partes de una zanja

- **Cabeza:** Lado estrecho más cercano a la víctima.
- **Cola:** Lado estrecho opuesto a la cabeza.
- **Costado:** Pared lateral de mayor longitud.
- **Labio:** Zona superior o arista que rodea el perímetro.
- **Pie:** Arista opuesta al labio.

3.3 Ejecución de una entibación.

En primer lugar, se establecerá un **área de seguridad**. Esta área en torno a una zanja será como mínimo el **doble de la profundidad de la zanja** con un **mínimo de 3 metros** desde el borde de la misma. En esta área no se ubicarán vehículos ni ningún elemento que pueda suponer una sobrecarga sobre los costados de la zanja.

En segundo lugar, se debe dotar de seguridad a los trabajos y no se debe agravar el daño existente. Por tanto, se ejecutará una **balconada**, es decir, una estructura auxiliar que permite trasladar las cargas lejos de los labios de la zanja.



Figura 19. Balconada. Fuente: CBCM.

Una vez asegurado el espacio de trabajo, se procederá a ejecutar la entibación en sí misma, que seguirá como norma general los siguientes pasos:

- Instalación de los paneles o velas contra las paredes de la zanja.
- Colocación de los puntales o travesaños.
- Aseguramiento de la alineación y firmeza de los elementos.

En caso de realizar una entibación progresiva, por avance de tramos, estos pasos se repetirán, siendo el primer tramo el superior que proteja los labios y el último tramo aquel más cercano al pie de la zanja.



Figura 20. Entibación progresiva. Fuente: www.rescateurbanousar.com

Los objetivos de la entibación serán:

- Con carácter prioritario se entibará la zona alrededor de la víctima.
- Protección de la zona de trabajo de los equipos intervinientes.
- Aseguramiento de la ruta de evacuación si es diferente a la ruta de acceso.

3.4 Elementos de la entibación

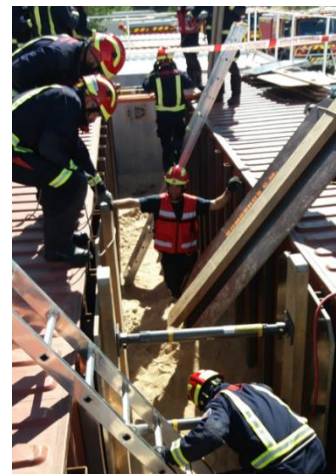
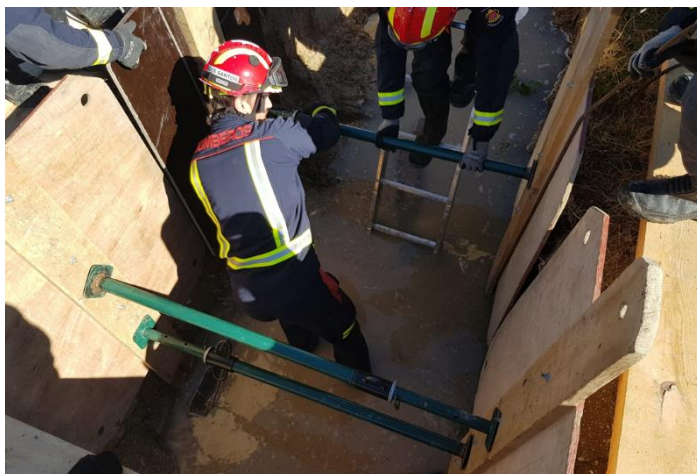
- **Velas de entibación.** Construidas con tableros de madera contrachapada hidrófuga y reforzados con un tablón intermedio. Sus medidas habituales son de 2m x 1m.

Su función principal es transmitir las presiones del terreno a los elementos horizontales (puntales o travesaños) para evitar el colapso.

- **Puntales o travesaños:** elementos horizontales que trabajan a compresión acodalandos los costados de la zanja.

En el CBCM se utilizan puntales ordinarios de obra y puntales de aproximación neumática que permiten su accionamiento a distancia.

La principal característica de los puntales neumáticos es su resistencia a la compresión a pesar de que no desarrollan grandes fuerzas de empuje.



Figuras 21 y 22. Entibación por paneles (izquierda) y entibación con puntales neumáticos (derecha).
Fuente: CBCM

4 HERRAMIENTAS

A continuación, se van a detallar algunas de las herramientas que se utilizan para la búsqueda y rescate de personas en estructuras colapsadas (BREC) y para la ejecución de apeos y entibaciones. Muchas de estas herramientas son polivalentes y también sirven en otras intervenciones (ej. los equipos de excarcelación), por lo que algunas de ellas ya aparecen descritas en otros temas.

4.1 Herramientas de corte

- **Equipos de excarcelación.** Los equipos de excarcelación son las herramientas usadas para liberar a personas atrapadas en situaciones de emergencia. Su principal función es crear espacio y cortar o separar partes de un vehículo o de la estructura para poder extraer a las víctimas. El equipo básico incluye un separador, una cizalla y cilindros de extensión, operados habitualmente por un sistema hidráulico.



Figura 23. Fuente: www.weber-rescue.com

- **Amoladora o motorradial.** Herramienta eléctrica (con cable o inalámbrica mediante batería) que utiliza un motor para hacer girar un disco a altas revoluciones, y sirve para cortar, lijar, desbastar, pulir y decapar materiales como metal, piedra, madera, azulejos y cerámica. Para los trabajos específicos de rescate en la edificación, se utilizan motorradiales específicas de doble disco.



Figuras 24 y 25. Amoladora (izquierda) y Sierra de sable (derecha). Fuente: Bosch

- **Sierra de sable.** Herramienta eléctrica (con cable o inalámbrica mediante batería) que utiliza una hoja larga y flexible para cortar una gran variedad de materiales, como madera, metal, plástico y tuberías, mediante un movimiento de vaivén.
- **Motosierra.** Herramienta de corte que utiliza un motor de gasolina o eléctrico, para hacer girar una cadena afilada con dientes alrededor de una barra metálica llamada espada. Su propósito principal es cortar madera o árboles, aunque se han desarrollado cadenas especiales para cortar metales y hormigón.



Figura 26. Fuente: www.stihl.es

- **Equipos de corte por plasma.** Herramienta de corte que utiliza un chorro de plasma a alta temperatura para cortar metales. El proceso implica ionizar un gas, como puede ser el nitrógeno o el oxígeno, con un arco eléctrico, creando plasma a altas temperaturas capaz de derretir y expulsar el metal mientras se realiza el corte.



Figura 27. Fuente: www.castolin.es

4.2 Herramientas de rotura

- **Maceta.** Herramienta de albañilería similar a un martillo, pero más grande y pesada, con una cabeza de metal cuadrada en ambos lados.
- **Almádena.** Herramienta manual de rotura similar a un martillo grande o mazo pesado, pero con una cabeza de acero maciza y un mango largo, generalmente de madera o fibra. Sus usos principales son la rotura de materiales pétreos para realizar trabajos de demolición y la hincada de estacas o varillas.
- **Puntero, cortafríos o cincel.** Herramientas manuales metálicas de rotura, corte y perforación, accionadas por un martillo o mazo, que se usan para trabajar materiales como metal, piedra, ladrillo y hormigón.
- **Taladro percutor.** Herramienta eléctrica (a cable o batería) que combina la rotación de una broca con un movimiento de martilleo para perforar materiales duros como el hormigón, ladrillo o piedra, también utilizada como un taladro convencional al desactivar la función de percusión.
- **Martillo percutor.** También denominado como martillo rompedor o demoledor, es una herramienta eléctrica usada para perforar materiales duros como hormigón, piedra o mampostería y para trabajos de demolición. Su mecanismo de percusión ofrece un impacto mayor que el de un taladro percutor normal.



Figuras 28 y 29. Taladro percutor (izquierda) y martillo percutor (derecha). Fuente: Bosch

4.3 Herramientas para movimientos de carga

- **Poleas.** Máquina simple compuesta por una rueda con un canal en su borde, por donde se desliza una cuerda o cadena, que se utiliza para transmitir fuerza y mover objetos pesados. Sirve para cambiar la dirección de una fuerza, y en sistemas de poleas (polipastos) también puede reducir el esfuerzo necesario para levantar una carga.
- **Cuerdas (polipastos).** Un polipasto es una combinación de poleas fijas y móviles para conseguir la capacidad para mover la carga deseada, realizado con poleas y cuerdas que se utiliza para elevar y mover cargas pesadas en situaciones de rescate o emergencia, como mover escombros o elevar a personas en alturas. Reduce el esfuerzo físico necesario, permitiendo manipular grandes cargas con una fuerza menor.
- **Tráctel.** Herramienta manual de fuerza para tensar, arrastrar y elevar cargas mediante un cable de acero que pasa rectilíneamente por dos mordazas, en lugar de enrollarse en un tambor. Se caracteriza por su sistema de anclaje, una palanca de tracción para mover la carga, y un dispositivo de seguridad que limita la sobrecarga.



Figura 30. Tráctel. Fuente: www.tractel.com

- **Gato de vehículos.** Herramienta utilizada para la elevación de cargas pesadas mediante el accionamiento manual de una manivela o una palanca, o bien mediante un sistema de accionamiento asistido por un motor eléctrico o por un compresor de aire.
- **Camión grúa.** En el CBCM, algunos camiones FSV (furgón de salvamentos varios), están equipados con una grúa utilizada para intervenciones de asistencia técnica y rescates.
- **Cojines neumáticos.** Los cojines neumáticos de elevación son utilizados para la elevación y el desplazamiento de cargas muy pesadas, como vehículos o elementos constructivos. Se fabrican en diferentes tamaños y cuentan con una superficie provista de botones especiales contra el resbalamiento de las cargas.



Figura 111. Cojín neumático. Fuente: Weber

- **Cabestrante o cabrestante.** Dispositivo mecánico que levanta, arrastra o desplaza cargas pesadas al enrollar un cable o cuerda alrededor de un tambor giratorio. En el caso del CBCM, diferentes vehículos disponen del cabestrante como pueden ser las BRP (bombas rurales pesadas) o FSV entre otros.



Figura 32. Cabestrante. Fuente: CBCM

- **Monópode, bípode o trípode (mediante puntales neumáticos).** El CBCM dispone de puntales neumáticos utilizados tanto para el apeo de elementos constructivos como para la realización de monópodes (imagen), bípodes o trípodes de rescate.

Estos elementos están diseñados para el levantamiento de cargas, así como para hacer que el acceso y la evacuación en espacios confinados sean más seguros y eficaces. Se utiliza como punto de anclaje para el personal de rescate, permitiendo el descenso o ascenso de personas mediante el uso de un cabrestante o de dispositivos anticaídas. Están indicados en operaciones de rescate en pozos, alcantarillas, zanjas y otros lugares de difícil acceso.



Figura 33. Paratech monópode. Fuente: Paratech

BIBLIOGRAFÍA

Administración de la Comunidad Autónoma del País Vasco (2011). *Manual del Bombero. 3.4. Principios de construcción y estabilización de estructuras*. <https://suhiltzaileak.araba.eus/es/manual-bomberos-bomberos>

Archivo documental del CBCM.

CEIS Guadalajara (2015). Manual 3. Riesgos tecnológicos y Asistencias técnicas. <https://www.ceisguadalajara.es/documentacion/manual-3-riesgos-tecnologicos/>

Espasandín López, J., García Casas, J.I. (2009). *Apeos y refuerzos alternativos. Manual de cálculo y construcción*. Munillaleria Editorial.

Fundación MUSAAT. <https://fundacionmusaat.musaat.es/>

Hernández Asensio, M. (2017). *Patología de las estructuras en las edificaciones*.

Manual de Bomberos Diputación de Albacete. <https://www.dipualba.es/publicaciones/librospapel/librosred/actuales/libros/sepei.pdf>

Vieitez Martín, A. (2016) *Rescate en zanjas vaciados y taludes*. Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid. Editorial Frida.