

MANUAL DE INSTRUCCIÓN Y SELECCIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE LA CONSTRUCCIÓN PARA EL DESARROLLO LOCAL

Alfredo Díaz Nimo

MANUAL DE INSTRUCCIÓN Y SELECCIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE LA CONSTRUCCIÓN PARA EL DESARROLLO LOCAL

Alfredo Díaz Nimo

Centro de Desarrollo Local y Comunitario (CEDEL)
Proyecto internacional "Fortalecimiento de Capacidades Locales para el Desarrollo Local" (PRODEL)

Esta publicación ha sido posible a partir del apoyo financiero de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), mediante el proyecto internacional "Fortalecimiento de Capacidades Locales para el Desarrollo Local" (PRODEL).

Coordinación editorial: Maily Castro y Alfredo Díaz Nimo

Kalos Creativos

Dirección: Melissa Pérez Ruiz

Edición y corrección: J. Medina Ríos

Diseño editorial: Dieiker Bernal y Anabel Medina

Producción: Yenie Rodríguez Martínez

© Alfredo Díaz Nimo, 2018

© Sobre la presente edición: CEDEL, 2018

ISBN: 978-959-7113-54-6

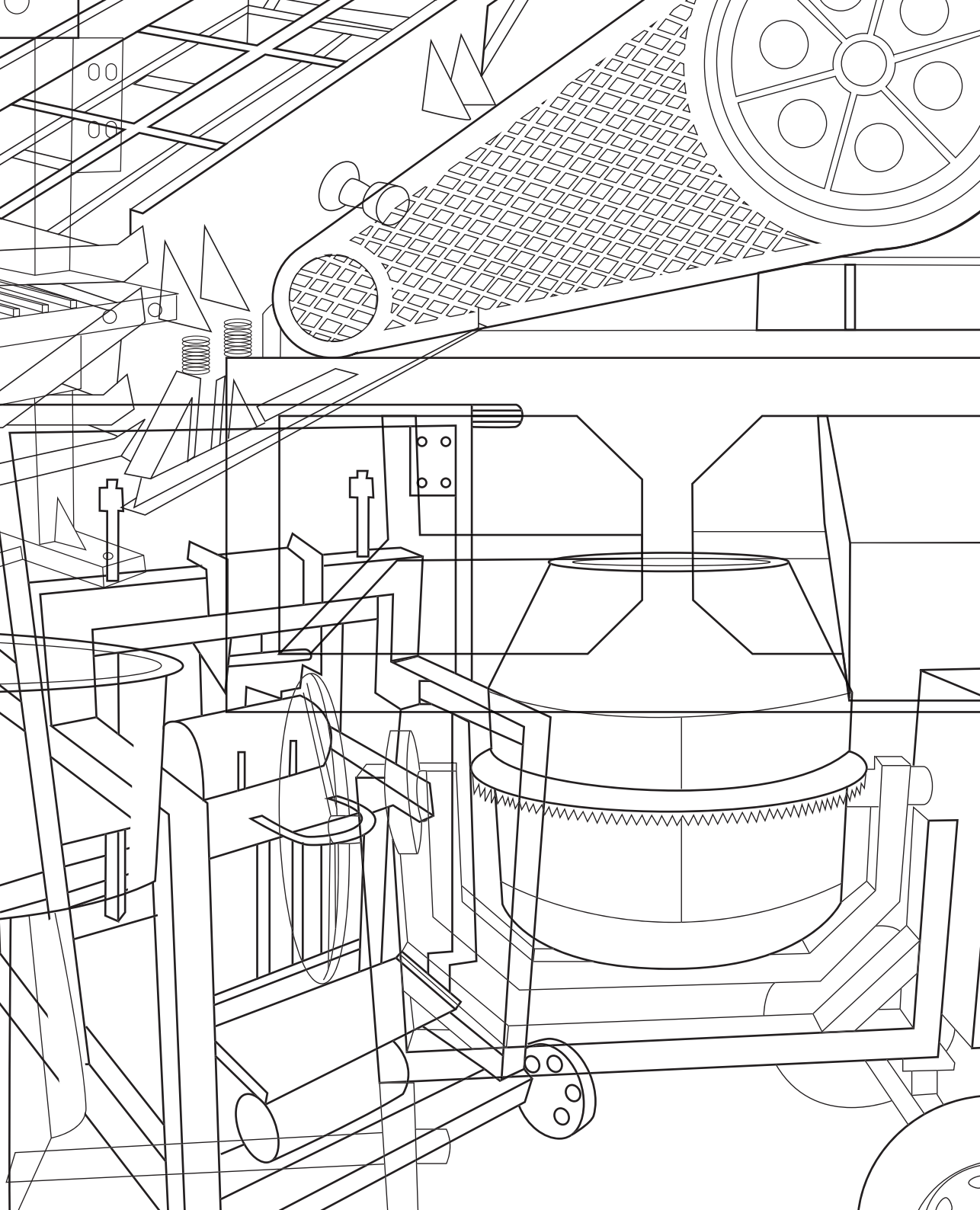
Editorial Cubasolar

Calle 20 n°. 4113, Playa, La Habana.

Centro de Desarrollo Local y Comunitario (CEDEL)

Lombillo n°. 904 entre Bellavista y Panorama, Nuevo Vedado, Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba. CP 10400.

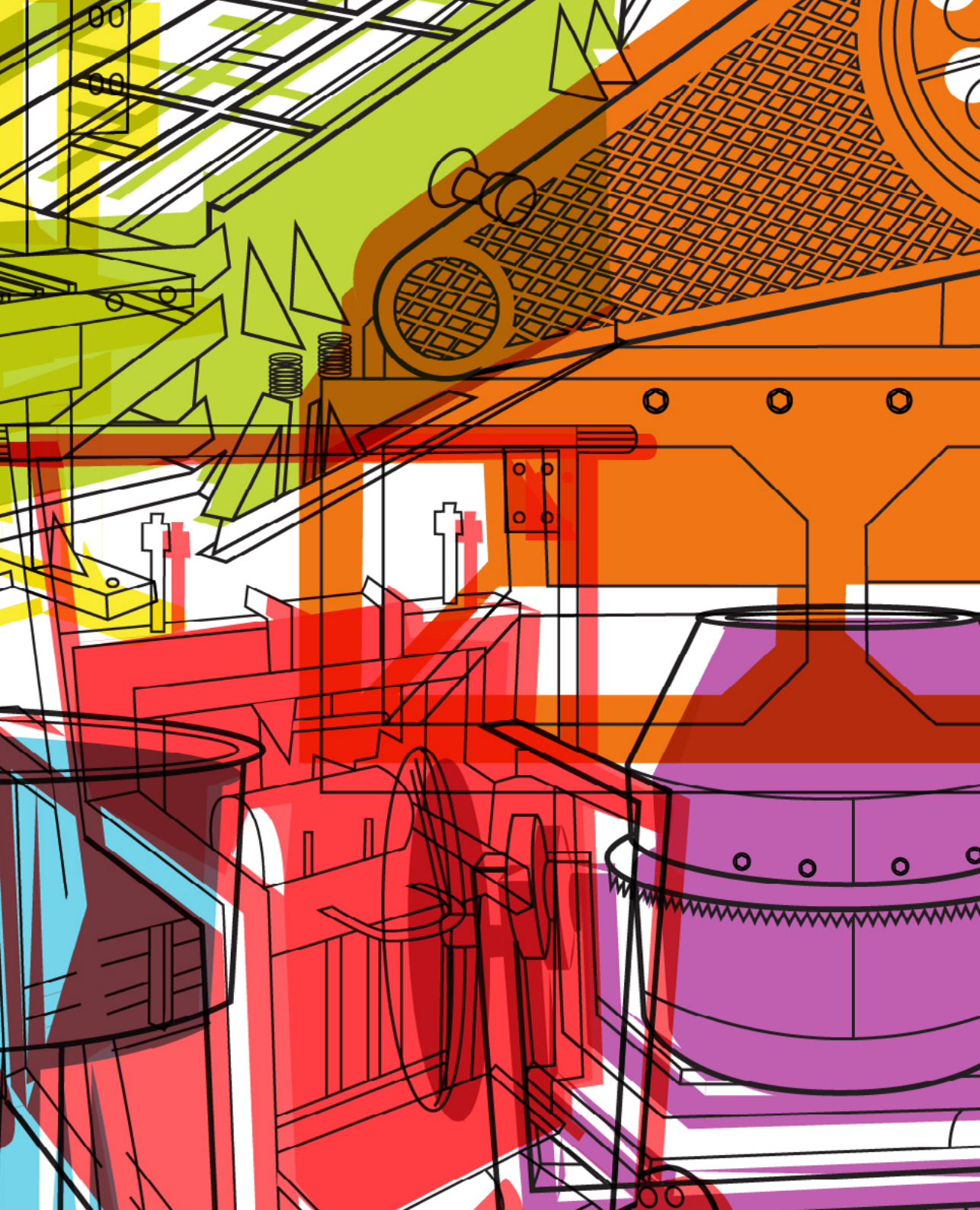
Teléfono: (+53) 7 883 5143.



ÍNDICE

9	Introducción		
10	Proyectos ejecutados en varios municipios		
21	Requerimientos técnicos de un proyecto		
23	Ejemplos de diseños de instalaciones productivas		
28	EQUIPOS TECNOLÓGICOS		
30	Molino de mandíbulas	78	Taladro
31	Molino de martillos	83	Rotomartillo
32	Criba (zaranda)	88	Cinceles para rotomartillo
33	Transportador de banda	90	Brocas para metales
34	Bloquera	92	Brocas para pared
36	Mezcladora planetaria	93	Discos para herramientas eléctricas
37	Mezcladora de eje horizontal	98	Discos abrasivos
38	Prensa hidráulica para mosaicos o baldosas	104	Cortadora eléctrica de cerámicos
39	Molino de bolas	106	Sierra circular para metal
40	Hormigonera (trompo)	108	Hojas de sierra circular
41	Vibrador de inmersión (de aguja)	114	Sierra de copa
		117	Sierra caladora
		120	Motosierra
50	Equipos tecnológicos de cerámica	124	Sierras y serruchos
51	Alimentador dosificador	127	Sierra manual o segueta
52	Molino desmenuzador	128	Pulidora
53	Molino laminador	131	Lijadora
54	Mezcladora de doble eje	137	Lija
55	Extrusora	139	Pinzas, tenazas y alicates
56	Transportador de cerámica	148	Cinzel manual
57	Cortadora de ladrillos	151	Destornillador
		154	Espátula
		155	Llaves fijas
58	EQUIPOS NO TECNOLÓGICOS Y HERRAMIENTAS	157	Llave Allen
60	Bomba de agua	160	Llaves ajustables
69	Compresor de aire	165	Pico
73	Esmeriladora	167	Nivel de burbujas
75	Tornillo de banco	170	Nivel láser
		176	Cizalla manual





Introducción

Este manual de equipos y herramientas de la construcción busca viabilizar los proyectos de desarrollo local de minindustrias de la construcción diseminadas a lo largo del territorio cubano.

El manual ha sido concebido en dos partes fundamentales. En la primera, se relacionan los equipos tecnológicos utilizados por el Programa para el Fortalecimiento de Capacidades Municipales para el Desarrollo Local (PRODEL), con una breve descripción de las funciones que realizan y de sus características técnicas, y se expone el modo en que deben solicitarse para adquirirlos. En esta primera parte se incluye además un listado de las acciones que se deben ejecutar para garantizar la instalación y la puesta en marcha de las minindustrias de materiales de construcción, y se ilustran los montajes de tales equipos en algunos municipios de Cuba que hoy disponen de esas tecnologías, experiencia que puede ser aprovechada por otros territorios que deseen desarrollar igualmente la producción de materiales constructivos. También se presentan algunos ejemplos de proyectos (con su flujo tecnológico) dedicados a la producción de bloques, mosaicos o baldosas, y cubiertas ligeras (viguetas y bovedillas), en los que se pueden apreciar la ubicación de los equipos, los moldes, los compartimientos para áridos y cemento, así como las áreas de curado y almacenaje. Tales ejemplos nos ilustran sobre cómo es posible instalar las minindustrias en áreas de diferentes dimensiones, y proporcionan ideas y variantes útiles para quienes precisen confeccionar sus propios proyectos de producción de materiales de construcción, tanto en lo concerniente a las áreas como al flujo tecnológico.

En la segunda parte del manual se presentan los equipos no tecnológicos y las herramientas, organizados por el tipo de producción al que corresponden y cómodamente localizables a través del índice. Cada equipo o herramienta se explica detalladamente, lo que enriquecerá el conocimiento que se tenga sobre estos y propiciará su correcta selección y su uso eficaz. Se muestran imágenes y tablas que serán de considerable ayuda para elegir los equipos y las herramientas precisos. En algunos casos se exponen incluso los cálculos básicos que deben realizarse para lograr una selección idónea de equipos como bombas y compresores de aire.

La realización de este libro ha conllevado una búsqueda minuciosa de información a través de diversas fuentes bibliográficas, en lo concerniente a los equipos no tecnológicos y las herramientas, en vispera de ofrecerles a usuarios del manual lo más actualizado y útil sobre el tema.

Línea de áridos en Jagüey



Línea de áridos en Florencia



Línea de áridos en San José



Línea de áridos en Palma Soriano



Producción de bloques en Jagüey



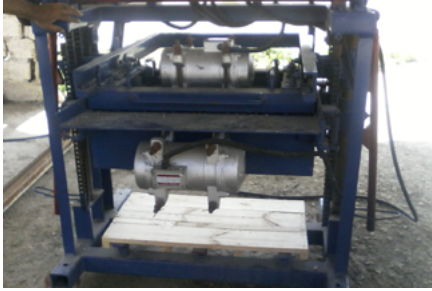
Producción de bloques en Palma Soriano



Producción de bloques en Güira



Producción de bloques en Florencia



Producción de elementos de piso en Palma Soriano



Producción de elementos de piso en Florencia





REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE UN PROYECTO

Al concebir y desarrollar un proyecto de producción de materiales constructivos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- I. Aspectos relacionados con la tecnología
- II. Estudio de factibilidad
- III. Características técnicas de los equipos que se solicitarán.

I. Aspectos relacionados con la tecnología:

- Volumen de producción que se desea alcanzar.
- Cercanía de las fuentes de materias primas y del mercado consumidor.
- Disponibilidad de mano de obra calificada en la tecnología que conlleva el proyecto.
- Locales o áreas destinados a la minindustria:
 - » Área para el flujo de producción.
 - » Área para el almacenaje de las materias primas.
 - » Área para el almacenaje del producto terminado.
 - » Área de laboratorio.
 - » Área de oficina(s).
 - » Área de mantenimiento.
 - » Área de aseo de los trabajadores.
 - » Área para los desechos (en caso de que existieran).
- Disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de apoyo (electricidad, agua potable, energía, comunicaciones, etc.):
 - » Demanda eléctrica del proyecto.
 - » Existencia de banco de transformadores.
 - » Corriente eléctrica disponible (110 V, 220 V, 440 V; 1 F, 2 F, 3 F) y frecuencia de 60 Hz, para todos los casos en Cuba.
 - » Solicitud para el plan del consumo de corriente eléctrica que genera la instalación completa.
 - » Iluminación interior y exterior.
 - » Pizarra general.
 - » Consumo de agua.
 - » Instalación hidráulica.
 - » Abasto de agua.
- Afectación del medio ambiente:
 - » Generación de ruidos.
 - » Generación de desechos.
 - » Generación de polvo.
 - » Generación de gases contaminantes, etc.
- Antecedentes industriales:
 - » Condiciones sociales y culturales.
 - » Consideraciones legales y políticas.
 - » Estudio de factibilidad.
 - » Aplicación de la ciencia a la tecnología precisa.

II. Estudio de factibilidad

El estudio de factibilidad es un aspecto de suma importancia en cualquier proyecto que se quiera acometer. Mediante él podemos comparar y escoger la variante más adecuada que se avenga con nuestras condiciones. Nos permite saber cuándo se recupera la inversión y si realmente es factible realizarla.

Un buen estudio de factibilidad debe incluir un estudio de mercado, y ha de precisar al máximo posible los costos en que incurrirá el proyecto a través de sus fases, en pos de delimitar la fecha del período de recuperación y de analizar la conveniencia de dicho proyecto.

III. Características técnicas de los equipos y las herramientas que se solicitarán:

- Aspectos generales que han de conocerse:
- Corriente eléctrica que se requiere (voltaje, fase y frecuencia).
- Productividad.
- Potencia.
- Condiciones de explotación.
- Uso o destino.
- Otras categorías: material, dimensiones, componentes que lo conforman, capacidad, presión, características especiales, etc.

¿Cómo conocer las características técnicas de los equipos que se solicitarán para cada proyecto?

- En colaboración con:
 - » Universidades municipales.
 - » Centros de investigación relacionados con la temática del proyecto.
 - » Profesionales y conocedores del equipo o de la herramienta solicitados.
 - » Técnicos y obreros que los suelen manejar.
- En visitas a otros municipios con equipamientos similares.
- Investigando en Internet.

Diseños posibles de instalaciones productivas

A continuación, se presentan algunos diseños de instalaciones para la producción de bloques, mosaicos o baldosas y elementos de cubierta (viguetas y plaquetas). Se trata de ejemplos diferentes, que permiten tener una dimensión de las áreas que se precisa destinar a estos tipos de producción, en aras de delinear un proyecto adecuado. El diseño para la producción de bloques se ha realizado teniendo en cuenta una bloquera fija con producción diaria de 1200 bloques de 10 cm y una mezcladora planetaria de 400 litros de capacidad, instaladas en naves de diferentes dimensiones que ilustran tres posibles variantes (figs. 1, 2, 3). La instalación para producir elementos de piso comprende dos prensas hidráulicas, cada una con una producción diaria de entre 800 y 1000 unidades (fig. 4). La producción de cubiertas ha sido diseñada a partir de 30 moldes metálicos, 18 de plaquetas y 12 de viguetas (fig. 5).

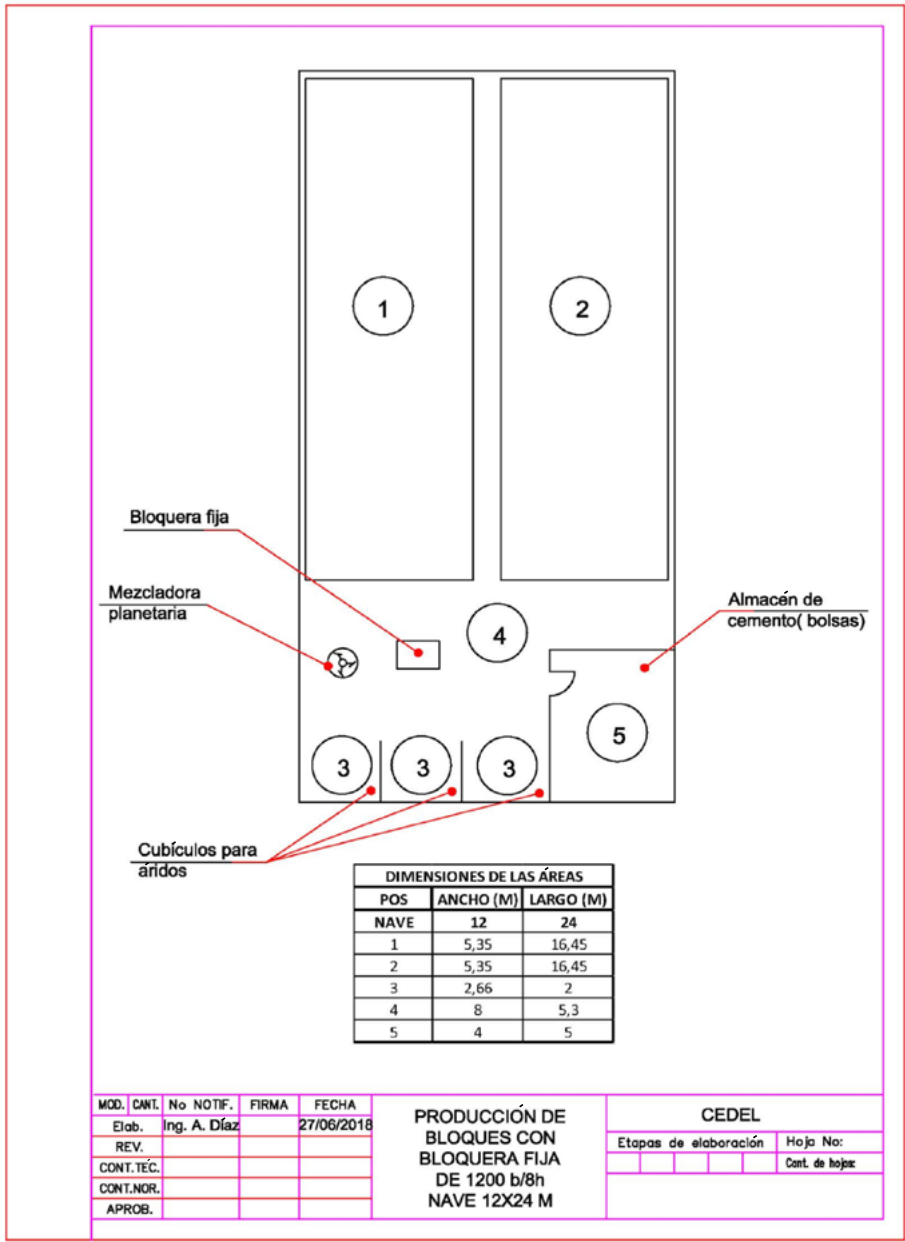


fig. 1

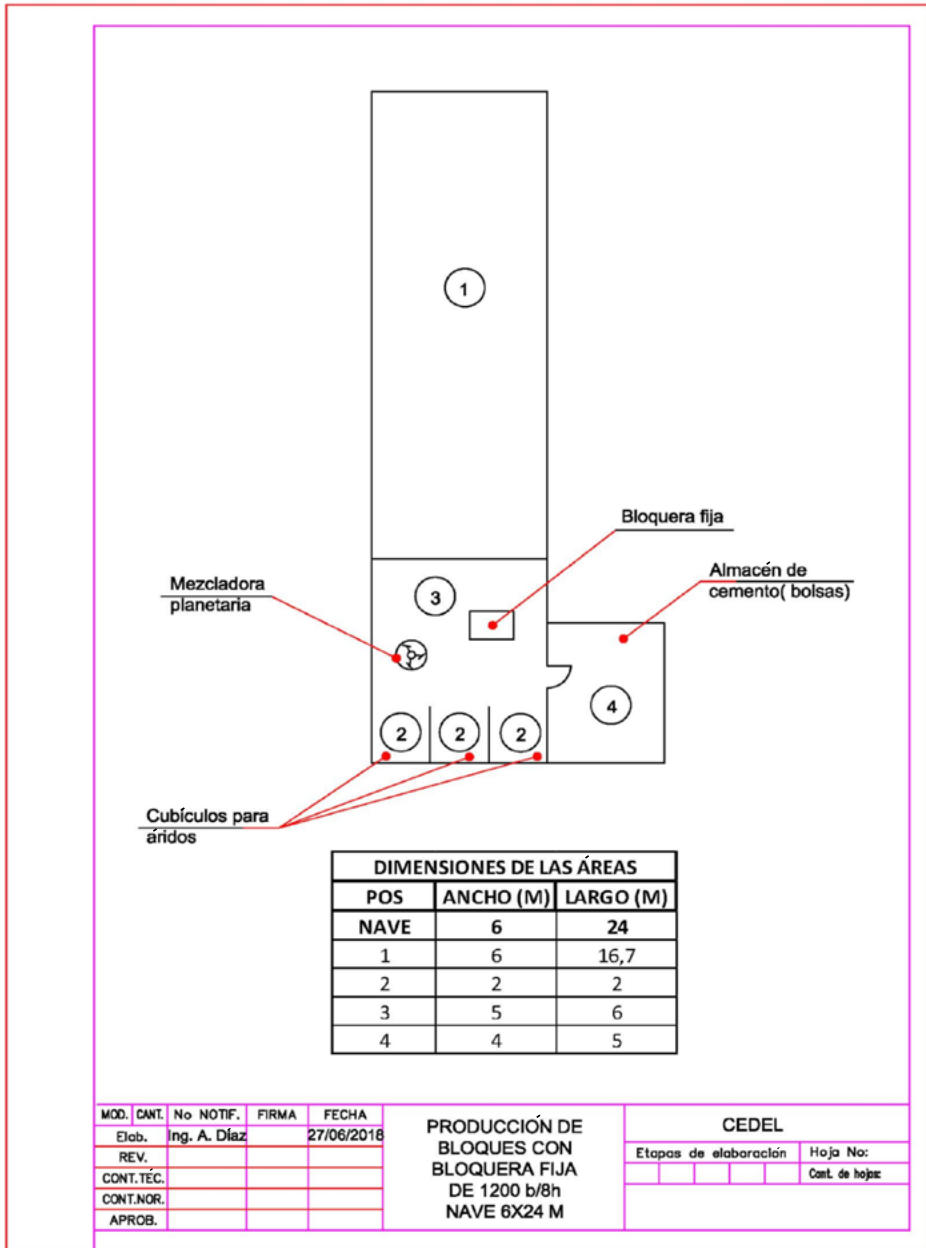


fig. 2

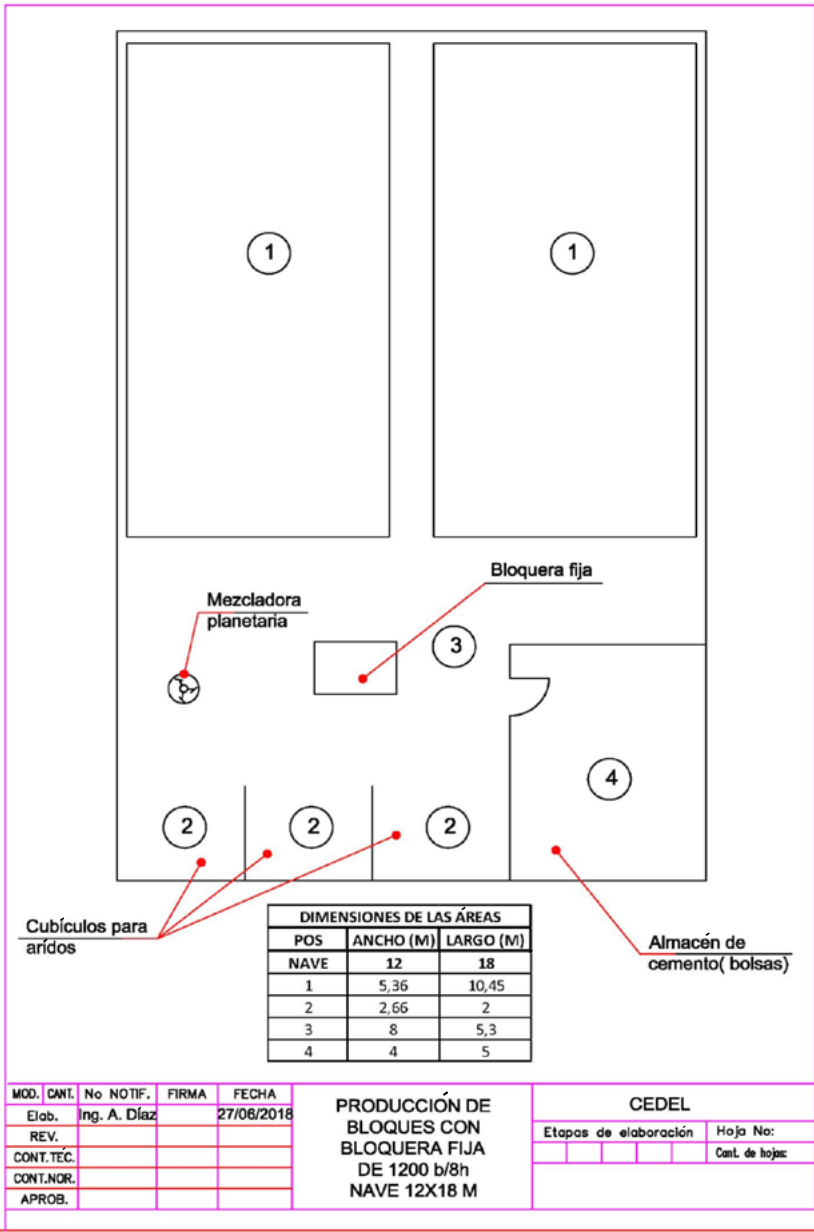
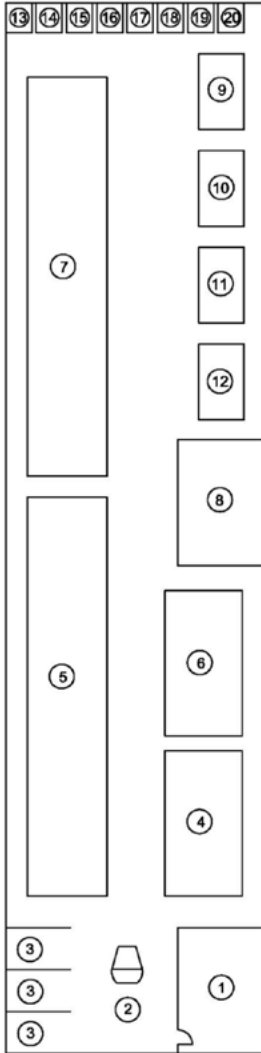


fig. 3



- 1- ALMACÉN DE CEMENTO
- 2- ÁREA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN
- 3- ÁREAS PARA ÁRIDOS
- 4- ÁREA PRODUCCIÓN VIGUETAS PRIMER DÍA
- 5- ÁREA PRODUCCIÓN PLAQUETAS PRIMER DÍA
- 6- ÁREA PRODUCCIÓN VIGUETAS SEGUNDO DÍA
- 7- ÁREA PRODUCCIÓN PLAQUETAS SEGUNDO DÍA
- 8- ÁREA ALMACENAJE Y PREPARACIÓN DE ACEROS
- 9- ÁREA ALMACENAJE VIGUETAS PRIMER DÍA
- 10- ÁREA ALMACENAJE VIGUETAS SEGUNDO DÍA
- 11- ÁREA ALMACENAJE VIGUETAS TERCER DÍA
- 12- ÁREA ALMACENAJE VIGUETAS CUARTO DÍA
- 13- 20 - ÁREAS ALMACENAJE PLAQUETAS PARA 8 DÍAS

DIMENSIONES DE LA NAVE:

- ANCHO: 12 M
- LARGO: 50 M

DIMENSIONES DE LAS ÁREAS		
POS	ANCHO (M)	LARGO (M)
NAVE	12	50
1	4	6
2	5	6
3	3	2
4	4	7
5	4	19
6	4	7
7	4	19
8	4	6
9-12	2,5	18
13-20	11,5	1,5

MOD.	CANT.	No NOTIF.	FIRMA	FECHA
		Elab.	Ing. A. Díaz	27/08/2018
		REV.		
		CONT.TEC.		
		CONT.NOR.		
		APROB.		

**PRODUCCIÓN DE
VIGUETAS Y
PLAQUETAS
NAVE 12X50 M**

CEDEL

Etapas de elaboración		Hoja No:	
Cont. de hojas:			

fig. 4

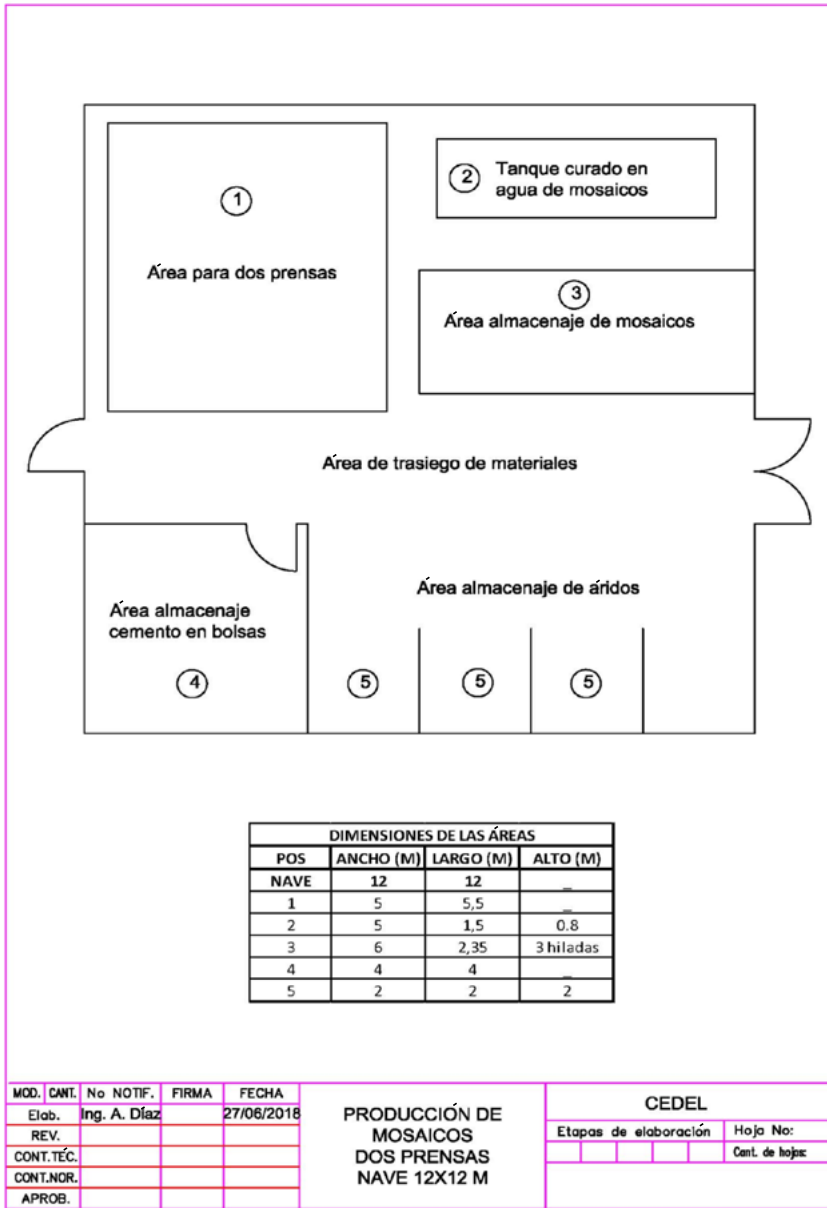
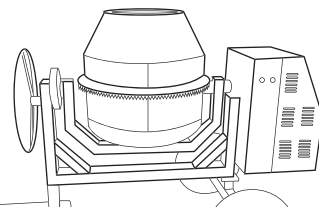
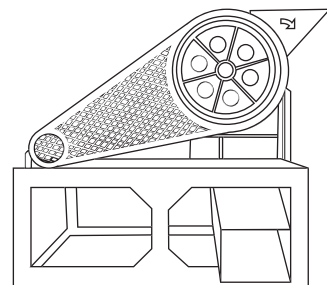
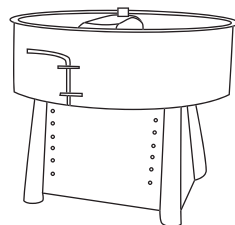
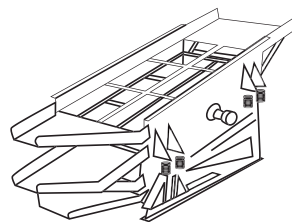
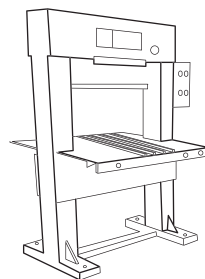
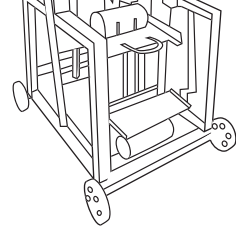


fig. 5



EQUIPOS TECNOLÓGICOS

Se denomina así a los equipos que cumplen un objetivo dentro de una tecnología proyectada para obtener un producto específico. Deben cumplir con parámetros técnicos que garanticen un nivel de producción y calidad según lo requerido. Si obedecen a una tecnología determinada, deben instalarse siguiendo un flujo de producción previamente estudiado, de acuerdo con el tipo de producción y las condiciones de área existente, entre otras circunstancias.

Seguidamente se ilustrarán los equipos más solicitados para los proyectos de minindustrias de la construcción (líneas de producción de áridos, de bloques, de elementos de piso y de cerámica). En cada caso se ofrece una breve descripción del equipo, se exponen sus funciones y sus características técnicas.

Primeramente, se ofrece la lista de equipos tecnológicos que se podrán consultar, organizada según su utilización para producir áridos, bloques, elementos de piso, de hormigón y de barro. Para localizarlos más eficazmente, se recomienda remitirse al índice general.

Trituración de áridos

molino de mandíbulas
molino de martillos
criba (zaranda)
transportador de banda

Producción de bloques

bloquera
mezcladora planetaria

Producción de elementos de piso

prensa hidráulica para mosaicos o baldosas
molino de bolas
mezcladora de eje horizontal

Producción de elementos de hormigón

hormigonera (trompo)
vibrador de inmersión o de aguja

Producción de elementos de barro

alimentador dosificador
molino desmenuzador
molino laminador
mezcladora de doble eje
extrusora
transportador de cerámica
cortadora de ladrillos



MOLINO DE MANDÍBULAS

El molino de mandíbulas (fig. 6) está destinado a romper piedras grandes o de tamaño mediano, mediante la acción de aplastamiento y frotación entre las dos mandíbulas. Su pieza fundamental la conforma, pues, ese par de mandíbulas, hechas de acero aleado. Una es fija y la otra móvil; la que se mueve puede ser ajustada según el rango deslindado por el fabricante, para variar la dimensión de salida del material.



fig. 6

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar el molino de mandíbulas:

- Material por moler (en nuestro caso, especificar si es roca ígnea o calcárea).
- Capacidad o productividad deseada (en m³/h o t/h).
- Tamaño de las piedras al alimentar el molino.
- Tamaño de las piedras a salir.
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Eficiencia del motor y grado de protección.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Embudo de carga y descarga.
- Estructura o no para el apoyo del equipo.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

- Tamaño máximo de material de alimentación: 125 mm de roca ígnea.
- Capacidad de producción: 6-7 m³/h.
- Rango de salida ajustable: 10-80 mm.
- Material de las mandíbulas: ZGMN13.
- Corriente eléctrica: 220 V; 3 F; 60 Hz.
- Motor de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$;
- grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Embudo de carga y descarga.
- Estructura de soporte del molino y del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- *Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*.
- Piezas de repuesto recomendables:
 - » 1 juego de rodamiento
 - » 1 juego de mandíbulas
 - » 1 juego de correas de transmisión.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

MOLINO DE MARTILLOS

El molino de martillos (fig. 7) está destinado a triturar piedras de tamaño mediano, mediante el impacto de los martillos sobre ellas, a altas velocidades. Su pieza fundamental es el martillo, que puede ser de acero aleado o de otro tipo de acero, según la dureza del material que se molerá. Por lo general llevan debajo, en la boca de salida, una malla de acero intercambiable para regular el tamaño del material que será expulsado tras ser molido. El resultado de la trituración poseerá una fracción menor que la dimensión del hueco de la maya que tenga instalada y estará integrado además por una porción de polvo de piedra. De ahí que el material triturado por este molino deberá ser clasificado y separado por una zaranda para su posterior utilización.



fig. 7

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar el molino de martillos:

- Material por moler (especificar si es roca ígnea o calcárea).
- Capacidad o productividad deseada (en m³/h o t/h).
- Tamaño de las piedras al alimentar el molino (boca de entrada).
- Tamaño de las piedras a salir (boca de salida).
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Eficiencia del motor y grado de protección.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Embudo de carga y descarga.
- Estructura o no para el apoyo del equipo.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

- Tamaño de la boca de entrada: 300 x 400 mm de roca ígnea.
- Capacidad de producción: 5-6 m³/h.
- Tamaño máximo de materia de alimentación: 100 mm.
- Tamaño máximo del material a la salida: 10 mm.
- Material de los martillos: ZGMN13.
- Corriente eléctrica: 220 V; 3 F; 60 Hz.
- Motor de alta eficiencia: Cos φ > 90°; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Embudo de carga y descarga.
- Estructura de soporte del molino y del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- *Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*.
- Piezas de repuesto recomendables:
 - » 1 juego de rodamiento
 - » 1 juego de martillos
 - » 1 placa de impacto
 - » 1 juego de correas de transmisión
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

CRIBA O ZARANDA

La criba (fig. 8) está destinada a la clasificación de los áridos en las fracciones que se requieran para el proceso productivo. Según la fracción deseada, así será la dimensión de los agujeros del paño que se emplee; la cantidad de fracciones diferentes requeridas menos 1 será el número de paños a utilizar. Por ejemplo, si se desea obtener tres fracciones diferentes, esto se logra con 2 paños. Existen cribas que funcionan con un movimiento de vaivén, mediante excéntricas movidas provocadas por un motor gracias a un sistema de transmisión de correas. En la actualidad se usan a menudo las que funcionan con movimiento lineal, mediante vibradores adosados al cuerpo de la criba.



fig. 8

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar la criba:

- Material por clasificar (en este caso, áridos).
- Capacidad o productividad deseada (en m³/h o t/h).
- Tipo de criba requerida (en este caso, de vibración lineal con vibradores adosados).
- Cantidad de paños precisa.
- Dimensiones de los agujeros de cada paño.
- Material de los paños (acero, acero inoxidable, polímero).
- Dimensiones aproximadas de los paños (largo por ancho).
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Eficiencia del motor y grado de protección.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Dirección de las descargas, etc.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

- Material por clasificar: áridos.
- Capacidad de producción: 5-10 t/h.
- Criba con vibración lineal mediante vibradores adosados.
- Cantidad de paños: 2 (uno con huecos de 5 mm y otro con huecos de 10 mm).
- Material de los paños: acero inoxidable.
- Dimensión de los paños: 800 mm de ancho x 1200 mm de largo.
- Corriente eléctrica: 220 V; 3 F; 60 Hz.
- Vibrador de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Una descarga en sentido frontal y las otras dos en sentido lateral, opuestas entre sí.
- Plano de cimentación del equipo.
- *Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*.
- Piezas de repuesto:
 - » 1 juego de paños
 - » 1 juego de muelles
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

TRANSPORTADOR DE BANDA

Este equipo (fig. 9) está destinado al transporte de materia prima a través de una banda movida por un sistema de accionamiento mecánico mediante cadena o correas. Para materiales áridos como la arena, el granito y la gravilla se puede montar con un ángulo de hasta 18°, si la banda es lisa; en caso de que la banda sea de estrías en V (o patas de gallina), se puede montar con uno mayor, de hasta 22°. El ancho de banda está normado para 400, 500 y 600 mm entre otras.



fig. 9

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar el transportador de banda:

- Material por transportar (en este caso, áridos).
- Capacidad o productividad deseada (en m³/h o t/h).
- Tipo de banda (en este caso, de goma con relieve en V).
- Ancho de banda (400, 500, 600 mm).
- Longitud de centro a centro de los tambores.
- Apoyos para dar diversa altura al tambor superior (con ruedas, fijos, de tijera).
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Eficiencia del motor y grado de protección.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Altura del eje del tambor superior (motriz) y del tambor inferior (tensor) hasta el nivel de piso terminado, etc.
- Guía de carga superior.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

- Material por transportar: áridos hasta 40 mm.
- Capacidad: 10-15 t/h.
- Banda: de goma, con relieve en V, ancho de 400 mm.
- Longitud de transportadores: uno de 10 m y otro de 4 m.
- Apoyos: con ruedas o fijos, según el proyecto.
- Corriente eléctrica: 220 V; 3 F; 60 Hz.
- Motor de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Altura del tambor superior: de acuerdo con el proyecto.
- Guía de carga superior (embudo de alimentación).
- Plano de cimentación del equipo.
- *Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*.
- Piezas de repuesto:
 - » 1 juego de rodamiento del eje motriz
 - » 5 juegos de rodamiento de rodillos de carga
 - » 1 juego de correas de transmisión.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

BLOQUERA

Como su nombre lo indica, la bloquera está destinada a la producción de bloques de hormigón. Existen bloqueras manuales, mecánicas y automáticas.

Las bloqueras manuales son muy sencillas; las operaciones son, en efecto, manuales y por lo general no tienen sistema de vibrado; la compactación se realiza mediante el esfuerzo del hombre a través de una palanca, por lo que los bloques no alcanzan una gran resistencia.

Las bloqueras mecánicas trabajan con electricidad; poseen un sistema de compactación mediante vibración, de manera que el movimiento del molde se realiza parcial o completamente a través de un mecanismo eléctrico. En cambio, el suministro del material al equipo se efectúa de manera manual. Producen un bloque de mayor calidad y resistencia que los hechos manualmente.

Las bloqueras automáticas, como se desprende de su denominación, realizan sus operaciones de manera automática, desde la alimentación del material hasta la extracción de los bloques. Son equipos de una gran productividad, y logran bloques de alta calidad y gran resistencia.

Todas las bloqueras pueden producir bloques de diferentes formas y tamaños a partir de los moldes requeridos.

Aparte del funcionamiento manual, mecánico y automático ya descrito, estas máquinas pueden ser también fijas o móviles (ponedoras).

En el caso de las bloqueras fijas (figs. 10, 11), los áridos y la mezcladora han de colocárseles lo más cerca posible. Por demás, se requiere una cantidad x de tableros de madera, en dependencia de la producción diaria; y se requiere tanto de un área bajo techo para las primeras 24 horas de almacenaje, como de un área al aire libre donde se llevará a cabo, durante 4 días, el riego con agua de los bloques y donde se almacenará durante una semana la producción, hasta que alcancen su resistencia mínima.

En el caso de las móviles o ponedoras (fig. 12), se requiere ante todo un área techada y con piso de hormigón nivelado, sobre el cual se traslada el equipo mientras va laborando en la producción. El tamaño de esta área estará determinado según la producción de la bloquera durante al menos 2 días, dado que los bloques no deberán trasladarse hacia otra área hasta pasadas 24 horas. En cuanto a los tableros, este tipo de equipo prescinde de ellos, pues elabora los bloques sobre el propio piso por el cual se va trasladando al producir. Los áridos y la mezcladora pueden estar en cualquier lugar dentro del área de trabajo, aunque se debe determinar la posición más adecuada en dependencia del recorrido de la bloquera ponedora, puesto que la mezcla hay que irla trasladando hasta donde se encuentre el equipo, cada vez que precise ser alimentado.

En cuanto a la variedad de artículos producidos a base de hormigón que se pueden fabricar en las bloqueras, obsérvense algunos de ellos en las figs. 13-16:



fig. 10



fig. 11



fig. 12



figs. 13-16 Moldes para elementos de hormigón.

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar la bloquera:

- Tipo de máquina:
 - » Fija (manual-mecánica o automática).
 - » Ponedora (manual-mecánica o automática).
- Si se requiere de vibro-compactación (vibradores en el molde inferior y superior).
- Capacidad o productividad deseada (600-1500 b/8h, según el tipo).
- Dimensiones de los bloques por producir; con/sin pestañas en los extremos (habituales en la norma cubana) y con/sin partidor en el centro (útil al partir el bloque a la mitad, a pie de obra).
- Alimentación del material (manual o mecánica).
- Forma de extracción de los bloques (manual o mediante carretilla).
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Eficiencia del motor y grado de protección.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Planos (de cimentación, eléctrico, etc.).
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

- Bloquera fija mecánica.
- Vibro-compactación (vibradores en el molde inferior y superior; fuerza de excitación: 50-60 kN).
- Productividad: entre 1000 y 1500 bloques/8h.
- Moldes para producir bloques de: 10x20x40, 15x20x40 y 20x20x40 cm, con pestañas a ambos lados y partidor en la mitad.
- Alimentación del material: manual.
- Extracción de los bloques: mediante carretillas.
- 2 tableros.
- 3 carretillas con neumáticos inflables.
- Corriente eléctrica: 220 V; 3 F; 60 Hz.
- Motores y vibradores de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación.
- Plano eléctrico.
- Manuales de operación, despiece y mantenimiento.
- Piezas de repuesto:
 - » 1 vibrador
 - » 1 juego de rodamiento o pedestales
 - » 1 juego de cadenas
 - » 1 juegos de correas de transmisión
 - » contactores de la pizarra eléctrica.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

MEZCLADORA PLANETARIA

Esta mezcladora (figs. 17, 18) está destinada a mezclar y a homogeneizar material semi-seco, mediante paletas sujetas a un eje vertical, diseñadas para obtener una mezcla de los materiales de calidad. Pueden ser automáticas o mecánicas, las cuales se alimentan manualmente y se descargan mediante compuerta accionada manualmente.



fig. 17

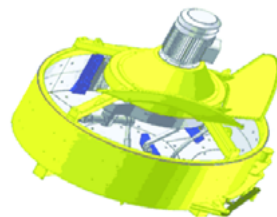


fig. 18

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar la mezcladora planetaria:

- Productividad o rendimiento deseados (en m³/h o t/h).
- Capacidad de cuba (en litros o m³).
- Tipo de accionamiento de la compuerta de descarga: manual o neumática.
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Eficiencia del motor y grado de protección.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

- Mezcladora fija.
- Capacidad de cuba: 400-500 litros.
- Accionamiento de la compuerta de descarga del material: manual.
- Corriente eléctrica: 220 V; 3 F; 60 Hz.
 - » Motor de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- *Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*.
- Piezas de repuesto:
 - » 1 juego de rodamiento de apoyo del eje
 - » 1 juego de correas de transmisión.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

MEZCLADORA DE EJE HORIZONTAL

Este tipo de mezcladora (fig. 19) se destina a mezclar y homogeneizar el material mediante paletas sujetas a un eje horizontal, con una geometría diseñada para que la acción del mezclado se realice con calidad. Se suelen emplear en mezclas secas y semisecas. Pueden ser mecánicas o automáticas. Las mecánicas se alimentan manualmente por la parte superior y se descargan manualmente también, al accionar una compuerta ubicada en la parte inferior.



fig. 19

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar la mezcladora de eje horizontal:

- Productividad o rendimiento deseados (en m^3/h o t/h).
- Capacidad de cuba (en litros o m^3).
- Mezcladora fija o móvil.
- Tipo de accionamiento de la compuerta de descarga: manual o neumática.
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Eficiencia del motor y grado de protección.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

- Mezcladora montada sobre ruedas (portátil).
- Capacidad de cuba: 400-500 litros.
- Accionamiento de la compuerta de descarga del material: manual.
- Corriente eléctrica: 220 V; 3 F; 60 Hz.
- Motor de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- *Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*.
- Piezas de repuesto:
 - » 1 juego de rodamiento de apoyo del eje.
 - » 1 juego de correas de transmisión.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

PRENSA HIDRÁULICA PARA MOSAICOS O BALDOSAS

La prensa hidráulica (fig. 20) se utiliza en la fabricación de mosaicos o baldosas, a partir de la compactación del material dentro de un molde metálico. Esta compactación se realiza mediante la acción de un pistón hidráulico. En el equipamiento básico de la prensa no están comprendidos hasta ahora los moldes, las cubetas de pigmentos ni las cubetas para áridos, accesorios que se fabrican en el país.



fig. 20

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar la prensa hidráulica:

- Productividad (cantidad de unidades en jornadas de 8h).
- Dimensiones de las unidades por fabricar.
- Presión de compactación de la prensa.
- Número de operarios simultáneos.
- Sistema de palanca o botonera y posibilidades de accionamiento.
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Manómetro con escala en MPa y Bar, por ambas caras de la prensa.
- Eficiencia del motor y grado de protección.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Planos (de cimentación, eléctrico, etc.).
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

- Productividad: 900-1100 u/8h.
- Dimensiones: 25x25 cm y 30x30 cm.
- Presión de compactación: 50 t.
- Posibilidad de trabajo de dos operarios, uno por cada lado de la prensa.
- Sistema de accionamiento por botonera, manejable por ambos operarios.
- Corriente eléctrica: 220 V; 3 F; 60 Hz.
- Manómetro con escala en MPa y Bar, por ambas caras de la prensa.
- Motor de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación.
- Plano eléctrico.
- *Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*.
- Piezas de repuesto:
 - » 1 juego de juntas del pistón
 - » 1 válvula de accionamiento.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

MOLINO DE BOLAS

El molino de bolas (fig. 21) se utiliza para triturar áridos hasta obtener una finura que no sobrepase el milímetro. Tal calidad se logra mediante bolas de acero (u otro material) que rotan dentro del cilindro a la par que trituran el material. Existen molinos de alimentación continua y discontinua; en el primer caso, se alimentan generalmente a través de transportadores, y en segundo caso, se alimentan manualmente por una compuerta que se cierra antes de ponerlo en funcionamiento. La carga de las bolas se calcula sobre la base de la cantidad de material por triturar, en relación con su dureza, tamaño, entre otras características.



fig. 21

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar el molino de bolas:

- Tipo de molino: de alimentación continua o discontinua.
- Material por moler.
- Capacidad o productividad deseada (en m³/h o t/h).
- Tamaño del material al alimentar el molino.
- Tamaño del material al salir.
- Tamaño aproximado del diámetro y de la longitud del tambor.
- Carga aproximada de las bolas (en kg).
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Eficiencia del motor y grado de protección.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

- Tipo de alimentación: discontinua.
- Material por moler: caliza.
- Capacidad de producción: 1-2 t/h.
- Tamaño máx. de alimentación: hasta 20 mm.
- Tamaño de salida del material: 0.075-0.89 mm.
- Diámetro del tambor: 800 mm.
- Longitud del tambor: 1000 mm.
- Carga aproximada de las bolas: 1000 kg.
- Corriente eléctrica: 220 V; 3 F; 60 Hz.
- Motor de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Estructura de soporte del molino y del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- *Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*.
- Piezas de repuesto:
 - » 1 juego de rodamiento
 - » 1 juego de bolas.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

HORMIGONERA (TROMPO)

La hormigonera (fig. 22) está destinada al mezclado y a la preparación del hormigón a través de la acción de sus paletas interiores y del movimiento rotacional de su tambor. Su uso es más apropiado para mezclas húmedas pues exigen menos potencia para el mezclado y se facilita el vertimiento del hormigón con el propio giro del trompo durante su funcionamiento. Por lo general son portátiles, en pos de facilitar su traslado.



fig. 22

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar la hormigonera:

- Productividad o rendimiento deseados (en m³/h o t/h).
- Capacidad de cuba (en litros).
- Mezcladora fija o móvil.
- Sentido de rotación de la cuba: hacia un lado o hacia ambos.
- Si la máquina se requiere fija o montada sobre ruedas para su traslado.
- Si se requiere barra para la tracción con vehículo motor.
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Eficiencia del motor y grado de protección.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación, Manual de despiece y Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

- Rendimiento: 4-7 m³/h.
- Capacidad de cuba: 350 litros.
- Mezcladora montada sobre ruedas (portátil).
- Sentido de rotación de la cuba: hacia ambos lados.
- Barra para la tracción con vehículo motor.
- Corriente eléctrica: 220 V; 3 F; 60 Hz.
- Motor de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- *Manual de operación, Manual de despiece y Manual de mantenimiento*.
- Piezas de repuesto:
 - » 1 rodamiento (para soportar la cuba)
 - » 1 juego de correas de transmisión.
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

VIBRADOR DE INMERSIÓN (DE AGUJA)

Este acápite no puede comenzar directamente explicando qué es un vibrador de aguja, sin antes exponer la importancia de la compactación del hormigón, cuáles son los tipos de compactación aplicados al concreto, en los que el vibrador entra a tomar parte y otros asuntos relacionados con la necesidad de realizar el procedimiento de vibración.

Vibración y compactación del hormigón

La compactación o la consolidación del concreto es la operación por medio de la cual se trata de densificar la masa, todavía blanda, a la par que se reduce a un mínimo la cantidad de vacíos. Estos vacíos en la masa provienen de varias causas, de las cuales las dos más importantes son el llamado *aire atrapado*, y las vacuolas producidas por la evaporación de parte del agua del amasado.

Después de que el concreto ha sido mezclado, transportado y colado, contiene aire atrapado en forma de vacíos. El objeto de la compactación es eliminar la mayor cantidad posible de este aire indeseable; lo ideal es reducirlo a menos del 1 % (esto no procede, por supuesto, cuando hay inclusión deliberada de aire, pues en ese caso, el aire es estable y está distribuido uniformemente).

La cantidad de aire atrapado guarda relación con la trabajabilidad; los concretos con 75 mm de revestimiento contienen alrededor del 5 % de aire; en tanto que los concretos con 25 mm de revestimiento contienen alrededor de 20 %; razón por la cual el concreto de revestimiento bajo requiere más esfuerzo de compactación –ya sea más tiempo o más atizadores– que el concreto con revestimiento elevado.

El aire atrapado es consecuencia inevitable del manejo de la propia masa blanda de concreto que, al ser mezclada, transportada y colocada, incorpora estos volúmenes de aire en su interior. La evaporación de parte del agua de amasado se genera porque no toda ella toma parte en la reacción con el cemento. En realidad, esa masa de agua reactiva solo viene a ser un poco más del 25 % en peso del cemento. El resto del agua no se combina químicamente, sino que cumple funciones de lubricación al favorecer la trabajabilidad. El exceso de agua y el aire atrapado es lo que tratamos de eliminar cuando compactamos el concreto recién colocado. El agua no reactiva que pueda quedar en el interior de la masa no participa de la función resistente del concreto, y si se deseca, produce vacíos en forma de burbujas o de canales. Esos vacíos internos son, además de volúmenes sin resistencia mecánica, puntos débiles para la durabilidad.

Es importante extraer este aire atrapado (vacíos) por las siguientes razones:

- Los vacíos reducen la resistencia del concreto. Por cada 1 % de aire atrapado, la resistencia se reduce en un 5 o 6 %, así pues, un concreto con, digamos, 3 % de vacíos, será del 15 % al 20 % menos resistente de los que debería ser.
- Los vacíos incrementan la permeabilidad que, a su vez, reduce la durabilidad. Si el concreto no es compacto e impermeable, no será resistente al agua, ni capaz de soportar líquidos más agresivos, además de que cualquier superficie expuesta sufrirá más los efectos de la intemperie y aumentará la probabilidad de que la humedad y el aire lleguen al acero de refuerzo y causen corrosión.
- Los vacíos reducen el contacto entre el concreto y el acero de refuerzos y otros metales ahogados; por lo que no se obtendrá la adherencia requerida y el elemento reforzado no será resistente como debiera.

- Los vacíos producen defectos visibles, como cavidades y alveolado en las superficies trabajadas, lo que implica a la larga costosas reparaciones.

Como se ha mencionado, la presencia dentro de la mezcla de concreto se puede deber a la evaporación del agua de amasado, pero también puede provenir de un ineficiente mezclado o del agregado de aditivos. Inevitablemente, durante los procesos de mezclado, transporte y colocación, se incorporará aire a la mezcla, que puede llegar a un nivel tal que disminuya la resistencia del elemento, por lo que el objetivo principal del vibrado es reducir su porcentaje a menos del 1%. La relación del aire en la mezcla con su trabajabilidad es directa. Por ejemplo, un revenimiento de 7,5 cm en la mezcla se asocia a un 5 % de aire atrapado, en tanto que los concretos de 2,5 cm de revenimiento pueden contener un 20 %, razón por la cual se requiere de un mayor esfuerzo para compactarla.

El concreto completamente compacto será: denso, resistente, durable e impermeable. El concreto mal compactado será: débil, poco durable, alveolado y poroso; en otras palabras, bastante ineficaz.

Procedimientos de compactación

La selección del método de compactación depende de las características del concreto y de la obra que se esté construyendo. Los métodos de densificación del concreto pueden ser de dos tipos:

- manuales
- mecánicos o por vibrado.

La compactación manual es la forma más antigua de densificación. Se realiza con barras o pisones que golpean verticalmente el concreto, para penetrarlo o aplastarlo, según el elemento que se emplee. Es claro que estas formas no son las más eficientes; sin embargo, bajo condiciones limitadas, se sigue recurriendo a ellas.

La compactación por vibrado aprovecha la disminución de la viscosidad del concreto cuando está en movimiento para volverlo momentáneamente más moldeable y expulsar gran cantidad de aire atrapado.

El vibrado y el paleado –incluso el apisonamiento con el pie– son medios útiles para eliminar el aire del concreto y compactarlo, pero la mejor manera y la más rápida es la **vibración**.

Cuando una mezcla de concreto es vibrada, se “fluidifica” y se reduce la fricción interna entre las partículas de agregados –de la misma manera que el azúcar o la arena seca en un frasco no muy lleno se asientan al golpearlo ligeramente, haciendo que las partículas se aprieten más una con otra. Esta fluidificación hace que el aire atrapado salga a la superficie, y que el concreto se compacte.

Con una mezcla cohesiva y apropiadamente diseñada, se minimizan la segregación y el sangrado. En una mezcla excesivamente húmeda, los trozos grandes de agregado pueden asentarse durante la compactación, dando como resultado una capa débil de lechada en la superficie; cuando esto ocurre, la lechada debe ser retirada. Por lo tanto, es redituable verificar que la mezcla esté correctamente dosificada desde el principio.

La vibración se puede producir por varios procedimientos:

- Vibrado interno, por medio de vibraciones de inmersión, o pre-vibradores.
- Vibrado externo, por medio de vibradores de contacto con el encofrado.
- Vibrado por el uso de mesas vibratoras.
- Vibrado superficial.

El vibrado del concreto por cualquiera de estos métodos permite alcanzar una mayor compactación del material que la que se lograría con cualquier procedimiento manual. Veámoslos en detalle.

Vibración interna

La mayoría de los concretos se compactan por inmersión o mediante atizadores vibradores. Este método se considera generalmente el más satisfactorio y es el más utilizado, pues al atizar se trabaja directamente sobre el concreto y se puede cambiar rápida y fácilmente de una posición a otra. Se lleva a cabo introduciendo en la masa un vibrador (cfr. *infra*: fig. 23) que consiste en un tubo, de diámetro externo variado entre los 4 y los 10 cm, dentro del cual una masa excéntrica gira alrededor de un eje. Esta masa es movida por medio de un motor eléctrico y su acción genera un movimiento oscilatorio, de cierta amplitud y frecuencia, que se transmite al concreto. En situaciones en que se puede disponer de una fuente de aire comprimido, el motor del vibrador puede ser movido neumáticamente, y se llama entonces vibrador neumático o de cuña.

La vibración que recibe el concreto hace que su masa, inicialmente en estado semiplástico, reduzca su fricción interna como resultado de la licuefacción tixotrópica del mortero. En ese nuevo estado semilíquido el material se desplaza y ocupa todos los espacios del encofrado, mejorando su densidad al ir eliminando los vacíos existentes entre los agregados, o en el seno de la masa, en forma de aire atrapado. En un momento de este proceso, que es relativamente rápido, se produce un flujo de agua y cemento hacia la superficie, que adquiere una apariencia acuosa y abrigantada. Ese momento se toma como indicación práctica de que la masa logró la densificación esperada en esa zona, y de que se debe proceder a extraer el vibrador lentamente del lugar, y trasladarlo a la zona contigua.

De acuerdo al tamaño, a las características del vibrador interno y a las condiciones de plasticidad del concreto, la zona de influencia de aquel es mayor o menor. Cuanto más seco y áspero el material, menor la zona de influencia. Si se ha seleccionado un vibrador pequeño para las condiciones del caso, se necesitará más tiempo para lograr la compactación, pero si, por el contrario, el vibrador resultara grande, se corre peligro de producir segregación o de dañar los encofrados.

El vibrador deberá insertarse en posición vertical dentro de la capa recién vaciada, en puntos que formarían una cuadrícula hipotética, separados entre sí a una distancia aproximada de una vez y media el radio de acción del vibrador, lo cual genera, en las áreas perimetrales de esas zonas de influencia, una doble vibración.

El tiempo que debe permanecer el vibrador sumergido en cada punto se determina en la práctica, mediante la observación directa de la superficie en las cercanías del punto de penetración. Cuando cese el escape de burbujas de aire y aparezca una costra acuosa y brillante, se debe retirar el vibrador. Al introducir el vibrador se lo debe llevar rápidamente hacia el fondo, para evitar que compacte la zona superior y se impida la salida de las burbujas de abajo. Al concreto no le conviene la falta de vibración ni el exceso. En el primer caso le pueden quedar a la masa demasiados vacíos, no eliminados. Estos vacíos significan puntos sin resistencia mecánica y con riesgo de penetración de agentes agresivos. Si se genera un exceso de vibración en una zona, se corre riesgo de producir segregación, haciendo que los grandes gruesos se vayan hacia el fondo y que los finos y el cemento queden sobrenadando en la superficie.

La frecuencia a la cual trabaja un vibrador es, a menudo, un factor importante. Para materiales fluidos o de granulometrías finas son preferibles las altas frecuencias, mientras que las bajas son recomendables en materiales gruesos.

El espesor de las capas a vibrar dependerá de la geometría del elemento y de las características del vibrador. Se recomienda entre 30 y 45 cm. En caso de que el elemento sea profundo y deba ser vaciado en dos o más capas, al vibrar la segunda el vibrador debe haber penetrado en la capa inferior unos 10 o 15 cm, con lo que se trata de evitar una simple superposición de una capa sobre la otra, y propiciar que se fundan en una sola masa las superficies de

contacto. Esto exige una cierta celeridad en el proceso de vibrado ya que la capa inferior debe estar fresca todavía para que se pueda producir esa fusión.

Cuando se vibra concreto masivo, generalmente con una batería de vibradores simultáneos, hay que coordinarlos en su funcionamiento para que actúen separadamente.

La práctica de arrastrar el vibrador para acarrear material de una zona a otra genera segregación de la mezcla. La colocación del vibrador en contacto con alguna de las barras metálicas de la armadura es cierto que transmite la vibración a lo largo del refuerzo, pero en las zonas ya vibradas esa sacudida tardía lo que hace es aislar la barra y restarle adherencia al mortero.

Entre los **vibradores internos** existen dos tipos básicos de atizadores vibradores:

- Los que tienen en la cabeza solamente el mecanismo de vibración, el cual opera mediante una flecha flexible, activada ya sea por un motor de gasolina o diésel, uno eléctrico o uno neumático. Este tipo es el más común y tienen la ventaja de que es fácilmente portátil con todo y motor.
- Los que tienen tanto el motor como el mecanismo de vibración en la cabeza. Los vibradores de motor en la cabeza pueden ser eléctricos o neumáticos. Los que operan eléctricamente requieren una intensidad de corriente especial (frecuencia de 200 ciclos por segundos) y no deben conectarse directamente a la toma de corriente. El voltaje, la frecuencia y las fases deben verificarse constantemente.

En cuanto concierne a la efectividad de los atizadores, hay poca diferencia entre ambos. La elección se hace, por lo general, sobre la base de otras razones, como la disponibilidad, la facilidad de transporte o la disponibilidad del suministro adecuado de electricidad o aire comprimido.

Vibración externa

En este procedimiento, el equipo vibrante se coloca sobre una o varias caras del molde o encofrado que, en esa forma, recibe directamente las ondas y las transmite a la masa de concreto. Su campo de acción más frecuente es en la prefabricación donde se emplean en general concretos de resistencias secas. Ante la vibración del encofrado, que debe ser metálico, fundamentalmente, la masa de concreto responde en función de su granulometría y de la cantidad de agua que contenga. El mortero acepta los pequeños movimientos de acomodo de los granos gruesos, pero restringe los desplazamientos excesivos. Si la viscosidad del mortero no fuera la adecuada, el agregado grueso podría llegar a segregarse.

La efectividad de este procedimiento de vibración depende de la aceleración que sea capaz de transmitir el encofrado a la masa de concreto. Existen algunas relaciones empíricas que permiten determinar la **fuerza centrífuga** que deberá ser capaces de desarrollar los vibradores de encofrado, para garantizar una adecuada compactación. En el *ACI Manual of Concrete Practice*, de 1994 se señala:

Para mezclas de consistencia plásticas, en encofrado de vigas o muros:
fuerza = 0,5 (peso del encofrado + 0,2 peso del concreto).

Para mezclas secas en prefabricación:
fuerza = 1,5 (peso del encofrado + 0,2 peso del concreto).

Admitiendo que, en general, los vibradores externos se colocan con una separación entre 1,5 y 2,5 m podemos calcular para cada caso las características requeridas de frecuencia y amplitud.

El **vibrador externo o de abrazadera** consta de un motor eléctrico y un elemento no balanceado. Se fija en la cimbra para que las vibraciones sean transmitidas al concreto a través de ella. Aunque se emplea principalmente en trabajos de concreto precolado, a veces es necesario en construcciones comunes, cuando no es posible insertar un atizador, como en el caso de secciones muy esbeltas o con demasiado acero de refuerzo. Estos vibradores compactan solamente concreto en secciones de menos de 300 mm de espesor.

Cuando se emplean en vibradores externos, la cimbra deberá ser diseñada y construida para soportar las repetidas revisiones de esfuerzo, y para ser capaz de extender uniformemente las vibraciones sobre un área considerable. Para sostener el vibrador, se fijan en la cimbra soportes especialmente diseñados. Puesto que, generalmente, los vibradores se mueven hacia arriba o a lo largo de la cimbra conforme esta se va llenando, el número de soporte debe ser mayor que el de los vibradores disponibles.

Cabe señalar lo siguiente, que se deberá considerar al ejercer la vibración:

1. Se verificará que todas las juntas, tanto dentro como entre los tableros, estén apretadas y selladas. La cimbra se mueve más que cuando se emplean atizadores, y la lechada puede escurrir por la más pequeña de las aberturas.
2. Se comprobará que los vibradores estén firmemente sujetos o atornillados a los soportes y se vigilarán constantemente durante su empleo, para asegurarse de que no se hayan aflojado; de lo contrario, las vibraciones no se transmitirán completamente a la cimbra y al concreto.
3. El concreto se alimentará en pequeñas cantidades dentro de las secciones, para que quede en capas uniforme de aproximadamente 150 mm de espesor; esto evita la inclusión de aire conforme se eleva la carga.
4. Se mantendrán en observación continua todos los accesorios, que deben estar atornillados en vez de clavados, especialmente las tuercas de los pernos, que pueden aflojarse fácilmente por la vibración intensa. Se vigilarán también las pérdidas de lechada de concreto y se tapan las fugas siempre que se pueda.
5. Cuando sea posible, se compactarán mediante un atizador los 600 mm superiores del concreto en un muro o una columna; si esto no es factible, se compactará por varillado manual o paleando hacia abajo sobre la cara de la cimbra. Los vibradores externos tienden a crear espacios entre la cimbra y el concreto; en las capas inferiores, este espacio se cierra gracias al peso de las capas superiores de concreto, pero en la última capa puede no cerrarse y desfigurar la superficie.

Mesa vibrante

Es un procedimiento de compactación utilizado, fundamentalmente, en las plantas de prefabricación. El movimiento de la mesa se logra por medio de la acción de un conjunto de vibradores sincronizados. De la misma publicación *ACI* recién citada, tomamos una fórmula empírica que permite calcular la fuerza centrífuga que debería desarrollar cada vibrador, en función del peso de la mesa, del encofrado y de la masa del material:

$$\text{fuerza} = (\text{de } 2 \text{ a } 4) [(\text{peso de la mesa}) + (\text{de } 0,2 \text{ a } 1,0 = (\text{peso del encofrado})]$$

Téngase en cuenta que los rangos de los factores dependen de la rigidez de la mesa y de la vinculación del encofrado a ella.

Reglas vibratorias

Para ciertos tipos de obras, especialmente pavimentos, se suele emplear el sistema de vibrado por circulación de reglas vibratorias que, al deslizarse al ras de la superficie, transmiten el movimiento al resto de la masa y generan los efectos beneficiosos del escape del aire y de la densificación. Este procedimiento puede transmitir su acción a capas de hasta 20 cm de espesor. Las reglas vibratorias deben correr apoyadas sobre rieles y no apoyadas directamente sobre la masa blanda. El manejo de los equipos requiere la pericia de los operarios, pero la eficacia del sistema ha sido demostrada en los miles de kilómetros de vías y autopistas de concreto construida en Europa y los Estados Unidos.

Otros métodos

Hay otras formas de vibración entre las cuales quizás la que resulta más conocida es la **centrifugación**, empleada en la fabricación de algunos postes, tubos, etc.

Revibrado

La revibración, como su nombre los indica, es la operación de volver a vibrar una masa de concreto, vibrada ya hace un cierto tiempo. Lo más frecuente es producir la nueva vibración cuando ya se ha iniciado el fraguado del cemento, pero aún no ha concluido, y la masa se encuentra todavía en cierta condición plástica. Esto suele suceder entre la hora y media y las 4 h después de la vibración anterior. Además de saber aprovechar la oportunidad del momento idóneo, hay también que conocer el tiempo de duración de la nueva vibración. Un error en cualquiera de esos aspectos puede dañar irreparablemente el concreto. Por el contrario, si el proceso ha sido el adecuado, el material puede ganar entre un 10 y un 40 % de resistencia mecánica adicional.

Siempre que el concreto presente un estado aún trabajable, no se le ocasiona daño alguno si se le vuelve a vibrar una vez que ha sido compactado. De hecho, se ha demostrado mediante pruebas que la resistencia se incrementa ligeramente si se le vuelve a vibrar tiempo después de la compactación inicial.

En columnas y muros en los que el acabado de la superficie tiene importancia, suele aumentar la tendencia a la formación de cavidades en los últimos 600 mm de espesor de su superficie; esto se debe a que, al contrario de las capas inferiores, la última capa no cuenta con la ventaja del peso del concreto adicional, el cual aumenta la compactación. Con frecuencia es útil revibrar estos últimos 600 mm, durante 30 minutos o 1 hora, después de la compactación inicial.

En secciones gruesas de losas y vigas, y especialmente si se trabaja con mezclas que tienden al sangrado, existe el peligro de que aparezcan grietas por asentamiento plástico sobre la línea de acero de refuerzo de la parte superior. Generalmente estas grietas se forman una vez transcurridas 1 o 2 h después de la compactación; si son descubiertas durante ese tiempo, y el concreto es aún trabajable, pueden revibrarse 75 o 100 mm de la parte superior para que se vuelva a cerrar.

Vibradores de inmersión

¿Qué hormigones se pueden compactar con vibradores de inmersión?

La mayoría de los hormigones se pueden compactar con vibración interna, aunque se debe tener cuidado en los siguientes casos:

- En hormigones con asentamiento de cono menor a 3 cm y consistencia muy firme. Es el caso de hormigones para algunos elementos prefabricados o para pavimentos. Para prefabricados se suele usar vibración externa (mesas vibradoras) y para pavimentos se utiliza una mezcla de vibración interna y vibración externa (vibradores de inmersión [fig. 23] y cerchas vibradoras) o una batería de vibradores de inmersión (trenes pavimentadores).
- En hormigones con asentamiento de cono superior a unos 12 cm. En este caso la compactación debe ser cuidadosa; un exceso de vibrado puede producir efectos adversos, como lo es la segregación.



fig. 23

¿Qué características debe tener el vibrador de inmersión?

Básicamente, los equipos de vibración interna deben considerar lo siguiente:

- Un **diámetro de la aguja** o cabezal vibrador de hasta un $\frac{1}{3}$ del espesor de los elementos del hormigón a compactar y nunca mayor que 12 cm.
- Una **frecuencia** media a alta (de 9000 a 12000 rpm). Estas frecuencias excitan las partículas más finas (de las arenas), que se mueven y se acomodan rápidamente, permitiendo el acomodo de las partículas más grandes (de las gravillas o gravas) y reducen la viscosidad de la pasta de cemento, a la par que otorgan fluidez y movilidad al hormigón. Por su lado, las amplitudes más pequeñas asociadas a frecuencias medias y altas tienen un efecto más suave sobre los moldes.

¿Cómo se utiliza el vibrador de inmersión?

- Insertar rápidamente el vibrador en forma vertical hacia el fondo de la capa de hormigón fresco y mantenerlo en esa posición 5 a 15 segundos, mientras se evita que tope el fondo.
- Observar el diámetro efectivo de vibrado alrededor de la botella del vibrador para determinar su diámetro de acción. Esta efectividad varía según el tamaño del vibrador, del asentamiento del cono y de la dosificación del hormigón.
- Como regla general el diámetro de acción del vibrador es aproximadamente 8 veces el diámetro de la botella vibradora.
- Extraer lentamente el vibrador a una velocidad de no más de 6 cm/s. El agujero que deja el cabezal debe cerrarse detrás del vibrador después de su extracción total. De no ser así, significa que el hormigón está demasiado "seco" o que la frecuencia del vibrador es muy baja.
- Las siguientes inserciones del vibrador deben ser tales que los diámetros de acción se traslapen y no queden zonas sin compactar.
- El vibrador se debe extraer a no menos de 5 cm de la distancia del moldaje para evitar daños en el molde o dejar marcas de contacto que se notarán en la superficie del hormigón a desmoldar.
- Evitar que el vibrador entre en contacto con las armaduras. Cuando se aplica una nueva capa de hormigón, la botella del vibrador se debe sumergir unos 10 cm en la capa anterior.
- No compactar capas de hormigón de más de 50 cm de profundidad.

¿Cómo elegir su aguja?

Seleccione su aguja según el diámetro y el volumen a vibrar, teniendo en cuenta que las agujas vibran 10 veces su diámetro. Por ejemplo, una aguja de 50 mm de diámetro tiene un diámetro de acción de 50 cm.

Se debe también prever un empalme suficiente de las zonas de acción para asegurar la completa vibración del hormigón (fig. 24).

Generalmente se elige el mayor diámetro posible permitido por la armadura: el vibrador debe poder pasar entre las barras de la armadura, pero no debe tocarlas ni separarlas. Así se optimiza el rendimiento.

Se puede establecer una relación entre el diámetro de la aguja y el radio de acción del vibrador (cfr.: fig. 25).

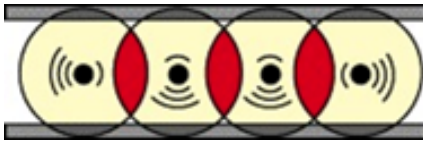


fig. 24 Empalme entre las zonas de acción para no dejar ningún espacio sin vibrar.

Diámetro de aguja (mm)	Radio de acción (m)
30	0,10
50	0,25
75	0,40
100	0,50
140	0,85

fig. 25 Relación diámetro-radio de acción.

¿Cómo se compactan las losas?

En elementos de baja profundidad como losas, la compactación es más eficiente si los vibradores internos se utilizan en un plano horizontal. La inserción vertical es más lenta y no necesariamente más efectiva. Se deben respetar los mismos principios que han ido indicándose.

¿Cuándo se debe terminar de vibrar el hormigón?

- Cuando la superficie del hormigón se vuelva brillante.
- Cuando ya no se liberen burbujas grandes.
- Cuando el vibrador cambie de tono o sonido.

¿Qué no se debe hacer al vibrar?

- No utilizar el vibrador para desplazar el hormigón verticalmente.
- No forzar ni empujar el vibrador dentro del hormigón, ya que no permanecerá vertical y puede quedar atrapado en el acero.
- No dejar el vibrador un tiempo excesivo dentro del hormigón.
- No dejar que el vibrador funcione mucho tiempo fuera del hormigón, puesto que le podría ocasionar serios daños al equipo.
- No apagar el vibrador con el cabezal sumergido en el hormigón.

Al terminar de utilizar la aguja, límpiela imperativamente. Antes de guardarlas, lubrique las agujas neumáticas introduciendo una pequeña dosis de aceite dentro del flexible y haciéndolas funcionar algunos segundos. Al terminar, cuélguelas con la conexión del flexible hacia abajo para eliminar el agua.

¿Cómo elegir el vibrador idóneo?

1- Elija el tamaño correcto.

El tamaño del vibrador juega un papel importante sobre todo cuando se refiere a un vibrador interno. Una vez que se elige el tamaño requerido, debe asegurarse de utilizar esta misma dimensión en toda el área de concreto que se necesita vibrar. Con esto se logra establecer un patrón único de vibrado y que el radio de acción de una zona no se cruce con otra, pues la repetida o excesiva vibración disminuye la resistencia del concreto.

El tamaño idóneo se desprende de una relación entre el tipo de proyecto de construcción y el área de concreto a vibrar. A modo de referencia, he aquí una lista con las medidas recomendables que debe tener el diámetro del cabezal de un vibrador interno, medidas que varían según cada proyecto de construcción:

- Diámetros de 25 mm a 35 mm: Pilares, vigas finas, secciones de pared delgadas.
- Diámetros de 35 mm a 45 mm: Soleras, vigas, cimientos de bajo volumen.
- Diámetros de 45 mm a 75 mm: Vertidos de concreto fresco, muros de construcción, soportes estructurales, cimientos.
- Diámetros de 75 mm a 155 mm: Zapatas, cimientos, vertidos de gran volumen, morteros de relleno.

Otras características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar el vibrador:

- Amplitud: Influye directamente en la compactación. No debe realizarse la vibración con una amplitud inferior a 0,04 mm.
- Aceleración: 3000-6000 rpm.
- Frecuencia: El radio de acción es proporcional a la frecuencia de vibración.

Sería ideal conjugar los tres parámetros, para obtener una amplitud alta, una fuerza centrífuga elevada y una frecuencia entre 6000 y 9000 rpm.

- Diámetro y longitud de la aguja (en mm).
- Longitud del tubo flexible (en m).
- Si se requiere un convertidor para transformar la corriente de nuestra instalación en relación con la del motor del vibrador.
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- *Manual de operación.*

EQUIPOS TECNOLÓGICOS DE CERÁMICA

Se denomina así a los equipos que se emplean en las tecnologías de producción elementos cerámicos: ladrillos (macizos y huecos), tejas (criollas y francesas), rasillas, tubos hidrosanitarios, entre otros. Su utilización permite no solo fabricar elementos cerámicos sino mejorar las propiedades de la arcilla extraída de los yacimientos, hasta obtener la calidad adecuada que exige la producción.

Toda tecnología de producción de elementos cerámicos (en el ámbito industrial o de las minindustrias) ha de contar con:

- alimentador dosificador
- desmenuzador
- molino laminador
- mezcladora de doble eje
- extrusora con las correspondientes boquillas, según los elementos cerámicos que se planea producir
- cortadora de ladrillos
- transportador de cerámica.

Cada equipo cumple con una función tecnológica y tiene sus características técnicas propias, que seguidamente se detallarán.

Como equipos de apoyo a las minindustrias de producción de ladrillos, se deberán adquirir también:

- Motovolqueta (capacidad: 1 o 2 m³).
- Carreta reforzada (capacidad: 8 m³) y sistema de volteo lateral.
- Tractor para el tiro de una carreta de 8 m³, destinado a trasladar la arcilla del yacimiento al taller.

ALIMENTADOR DOSIFICADOR

El equipo (fig. 26) se utiliza para alimentar con arcilla el molino desmenuzador. Su capacidad depende de la capacidad del molino, por lo que la velocidad de la banda transportadora habrá de garantizar tal capacidad. A su vez, la alimentación previa del molino se realiza por la parte superior, mediante la tolva de recepción del equipo; esta alimentación puede hacerse con un cargador frontal. Este equipo suele montarse de manera que su descarga alimente directamente el molino desmenuzador.



fig. 26

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar el alimentador dosificador:

- Productividad (en m^3/h o t/h).
- Dimensiones del ancho de la banda.
- Si se requiere un equipo provisto de otros aditamentos (tolva superior, chasis de apoyo, etc.).
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Motor de alta eficiencia: $\text{Cos } \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir (se recomienda: rodamientos de apoyo de los ejes de la banda transportadora).
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

Hasta la actualidad, no se ha definido un módulo característico del alimentador dosificador para minindustrias de producción de ladrillos de arcilla.

MOLINO DESMENUZADOR

El molino desmenuzador (fig. 27) se utiliza para triturar la arcilla extraída de los yacimientos, de modo que se rompan y se desintegren los terrones. Está formado por martillos unidos a dos ejes en paralelo que rotan independientemente. Su alimentación se realiza por la parte superior y la descarga, por la parte inferior.

La capacidad de trituración de este molino debe ser (como mínimo) la precisa para la producción diaria requerida. A partir de tal producción, de la distancia del yacimiento, las condiciones de transportación y otras circunstancias, lo recomendable es hacer un análisis y determinar si estratégicamente es beneficioso solicitar una capacidad mayor, y almacenar un *stock* de arcilla desintegrada que pueda pasar al área de curado.

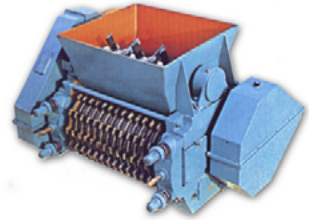


fig. 27

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar el molino desmenuzador:

- Productividad (m^3/h o t/h)
- Dimensiones de la boca de alimentación.
- Si se requiere un equipo provisto de otros aditamentos (embudo de carga y descarga, tolva superior, chasis de apoyo, etc.).
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Motor de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir (se recomienda: rodamientos de apoyo de los ejes y correas de transmisión).
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

Hasta la actualidad, no se ha definido un módulo característico del molino desmenuzador para minindustrias de producción de ladrillos de arcilla.

MOLINO LAMINADOR

Este equipo (fig. 28) se utiliza en la trituración y el aplastamiento del barro para obtener un material con una finura que no sobrepase los 2 mm. Ese grosor se logra mediante dos masas de acero que rotan sobre sus ejes triturando el material alimentado. Las masas pueden ser ajustadas para reducir la distancia entre ellas y lograr un material dentro del rango de finura requerido. Es un equipo de gran importancia en la tecnología de producción de cualquier elemento de arcilla, pues permite alcanzar la finura adecuada para asegurar la calidad requerida de las piezas por fabricar.



fig. 28

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar el molino laminador:

- Productividad (m^3/h o t/h)
- Rango de aproximación de los cilindros (0-3 mm).
- Si se requiere de un equipo provisto de otros aditamentos (embudo de carga y descarga, chasis de apoyo, etc.).
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Motor de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir (se recomienda: rodamientos de apoyo de los ejes y correas de transmisión).
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

Hasta la actualidad, no se ha definido un módulo característico del molino laminador para minindustrias de producción de ladrillos de arcilla.

MEZCLADORA DE DOBLE EJE

El equipo (fig. 29) se utiliza para el mezclado y la homogeneización de material arcilloso, mediante paletas sujetas a dos ejes paralelos que giran en sentido contrario. Las paletas están dispuestas de tal manera que arrastran el material de un extremo al otro de la mezcladora, hasta su salida a través de la boca de descarga, situada en la parte inferior de uno de los extremos.

En la mezcladora se generan grandes potencias, debido al esfuerzo al que están sometidos los ejes y las paletas que mezclan y mueven la arcilla desde el punto de alimentación hasta la boca de descarga. De ahí que se precise que el sistema de transmisión del equipo esté formado por motores y reductores de gran dimensión. En dependencia de la capacidad de producción y del tamaño de los elementos que se vayan a fabricar, así deberá ser el tamaño y la potencia de la máquina.



fig. 29

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar la mezcladora de doble eje:

- Productividad (en m³/h o t/h).
- Si se requiere de un equipo provisto de otros aditamentos (embudo de descarga, chasis de apoyo, etc.).
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Motor de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir (se recomienda: rodamientos de apoyo de los ejes y correas de transmisión).
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

Hasta la actualidad, no se ha definido un módulo característico de la mezcladora de doble eje para minindustrias de producción de ladrillos de arcilla.

EXTRUSORA

El equipo (fig. 30) se emplea para producir elementos cerámicos mediante el extrusado de la arcilla a través de una boquilla diseñada para darle al artículo la forma requerida. Esto se logra por el empuje sobre el material, ejercido por un tornillo sinfín, hasta expulsarlo por la boquilla. Existen extrusoras que trabajan con vacío para extraerle la humedad a la arcilla y disminuir las contracciones del material en el horno.

La extrusora es un equipo en el que se generan grandes potencias, debido al esfuerzo al que está sometido el tornillo sinfín al mezclar y mover la arcilla desde el punto de alimentación hasta la boquilla de conformación de la pieza. De ahí que se precise que el sistema de transmisión del equipo esté formado por motores y reductores de gran dimensión. En dependencia de la capacidad de producción y del tamaño de los elementos que se vayan a fabricar, así deberá ser el tamaño y la potencia de la máquina.



fig. 30

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar la extrusora:

- Productividad (en m³/h o t/h).
- Si se requiere de un equipo provisto de otros aditamentos (chasis de apoyo, etc.).
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Motor de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir (se recomienda: rodamientos de apoyo de los ejes, boquillas y correas de transmisión).
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

Hasta la actualidad, no se ha definido un módulo característico de la extrusora para minindustrias de producción de ladrillos de arcilla.

TRANSPORTADOR DE CERÁMICA

Este equipo (fig. 31) está destinado al transporte de materia prima a través de una banda movida por un sistema de accionamiento mecánico mediante cadena o correas. Para materiales arcillosos, se puede montar con un ángulo de hasta 22°, si la banda es lisa; en caso de que la banda sea de estrías en V (o patas de gallina), se puede montar con uno levemente mayor, de hasta 24°. El ancho de banda está normado para 400, 500 y 600 mm, entre otros.



fig. 31

Características técnicas más importantes que deben valorarse al solicitar el transportador de cerámica:

- Material por transportar (en este caso, arcilla).
- Capacidad o productividad deseada (en m³/h o t/h).
- Tipo de banda (en este caso, de goma con relieve en V).
- Ancho de banda (400, 500, 600 mm).
- Longitud de centro a centro de los tambores.
- Apoyos para dar diversa altura al tambor superior (con ruedas, fijos, de tijera).
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).
- Motor de alta eficiencia: $\cos \varphi > 90^\circ$; grado de protección: IP55.
- Panel de mando del equipo con protección eléctrica y térmica del motor.
- Altura del eje del tambor superior (motriz) y del tambor inferior (tensor) hasta el nivel de piso terminado, etc.
- Plano de cimentación del equipo.
- Manuales del equipo (*Manual de operación*, *Manual de despiece* y *Manual de mantenimiento*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir (se sugiere: rodamientos o pedestales de los ejes de tambores, correas del sistema de transmisión y rodamientos de los rodillos).
- Cable eléctrico de alimentación del motor.

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

Hasta la actualidad, no se ha definido un módulo característico del transportador de cerámica para minindustrias de producción de ladrillos de arcilla.

CORTADORA DE LADRILLOS

Como su nombre lo indica, esta máquina (figs. 32 y 33) se utiliza para efectuar el corte de los ladrillos cuando van saliendo de la extrusora. Existen cortadoras automáticas, semi-automáticas y manuales. Independientemente de su tipo, estas máquinas pueden cortar más de un ladrillo a la vez. Aunque existen disímiles diseños, la mayoría realiza el corte mediante alambres acerados de diámetro menor a 1 mm. Su montaje se establece a continuación de la boquilla por donde saldrá extruida la arcilla en forma de ladrillo.

En este acápite detallaremos solamente las características de las máquinas manuales de corte, por ser las que se adquieren con extrusoras de tipo no industrial.

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar la cortadora de ladrillos manual:

- Cantidad de alambres de corte.
- Calibre (diámetro) del alambre.
- Manuales del equipo (*Manual de operación* y *Manual de despiece*).
- Piezas de repuesto que se pudiera requerir (se recomienda: alambres de corte).

Características adecuadas para la solicitud del equipo por las minindustrias cubanas:

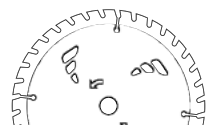
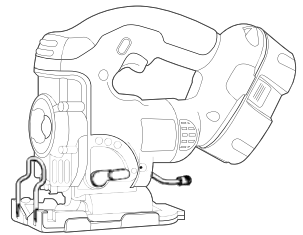
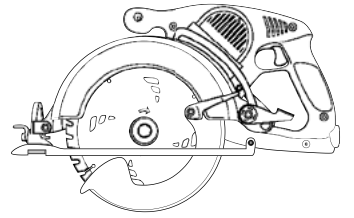
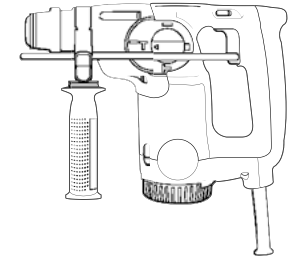
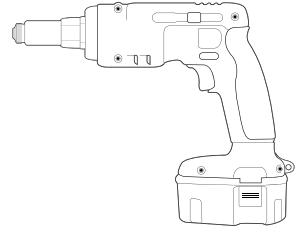
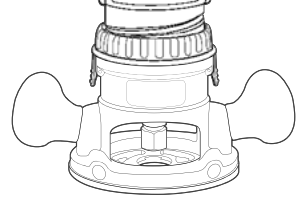
Hasta la actualidad, no se ha definido un módulo característico de la cortadora para minindustrias de producción de ladrillos de arcilla.



fig. 32



fig. 33



EQUIPOS NO TECNOLÓGICOS Y HERRAMIENTAS

En este gran conjunto se agrupan los equipos utilizados con más frecuencia tanto en labores de la construcción como en talleres de mantenimiento, de carpintería y metales.

De acuerdo con los fines de este manual, se hallarán relacionados los de mayor utilización en los proyectos de desarrollo local y comunitario. En cada caso, se describen sus usos y características técnicas; y se prevén los aspectos que se deben valorar al seleccionar cada uno para su adquisición.

Debe destacarse el desarrollo técnico que han alcanzado hoy en día la mayor parte de estos equipos y herramientas, así como los numerosos modelos y marcas que existen en el mundo. De ahí la necesidad de aumentar y actualizar nuestros conocimientos acerca de ellos, como se precisa para estar preparados en pos de elegir los equipos o las herramientas más idóneos y eficientes en la labor que queremos emprender.

Se reproduce a continuación la lista de equipos y herramientas que se podrán consultar en este acápite del manual. Aunque para localizarlos de modo más eficaz, se recomienda remitirse al índice general.

- bomba de agua
- compresor de aire
- esmeriladora
- tornillo de banco
- taladro
- rotomartillo
- cinceles para rotomartillo
- brocas para metales
- brocas para pared
- discos para herramientas eléctricas
- discos abrasivos
- cortadora eléctrica de cerámicos
- sierra circular para metal
- hojas de sierra circular
- sierra de copa
- sierra caladora
- pulidora

- lijadora
- lija
- motosierra
- sierras y serruchos
- sierra manual o segueta
- pinzas y alicates
- cincel manual
- destornillador
- espátula
- llaves fijas
- llave allen
- llaves ajustables
- pico
- nivel de burbujas
- nivel láser
- cizalla para metales

BOMBA DE AGUA

¿Para qué sirve una bomba de agua?

Actualmente el uso de bombas de agua (fig. 34) se extiende a una gran variedad de aplicaciones comerciales, industriales, residenciales y agrícolas, que cubren situaciones múltiples, como las siguientes:

- Drenar el agua de un sótano.
- Extraer agua de un pozo.
- Trasladar agua de un lugar a otro, incluso a diferentes niveles.
- Incrementar la presión o el caudal de agua.
- Vaciar y llenar piscinas, estanques o bañeras de hidromasaje.
- Drenar zonas poco profundas que estén inundadas.
- Regar césped o zonas agrícolas de manera tradicional o por aspersión.
- Distribuir fertilizantes y pesticidas.
- Realizar diversas tareas en el área de la construcción.



fig. 34

¿Cuáles son los tipos principales de bombas de agua?

De las numerosas clasificaciones existentes, vamos a revisar solamente las más útiles, que se corresponden precisamente con nuestras necesidades.

A tal efecto, la primera clasificación, que seguidamente podremos ver resumida en un gráfico (cfr.: fig. 35), se basa en dos parámetros sumamente importantes: el tipo de energía que recibe el motor de la bomba para funcionar y el uso primario de la bomba.

Existen, pues, disímiles sistemas de alimentación de bombas de agua: electricidad (voltaje de corriente alterna: CA, o corriente continua: CC), combustible (nafta o gasoil), vapor, sistemas hidráulicos, a gas natural, neumáticos o de aire comprimido, manuales (como las viejas bombas de pozo) y por energía solar.

En cuanto al uso de la bomba, existe igualmente una amplia variedad, entre las que pueden señalarse cuatro aplicaciones fundamentales, que se ven detalladas en la fig. 35.

Cabe anotar que, independientemente del tipo o de la aplicación que se les dé a las bombas, y además de las de superficie, estas pueden ser sumergibles, es decir, que se pueden introducir en el líquido que necesitamos elevar o extraer.

Una segunda clasificación, un poco más técnica, es la que agrupa las bombas de agua de acuerdo con su modo de funcionamiento. De lo que se desprenden a su vez dos tipos principales:

a) bombas centrífugas: Emplean un impulsor giratorio para mover el agua en la bomba y presurizar el flujo de descarga. Pueden procesar todo tipo de líquidos (agua, vino, leche, etc.), incluso de baja viscosidad. Funcionan adecuadamente con líquidos ligeros y altos caudales.

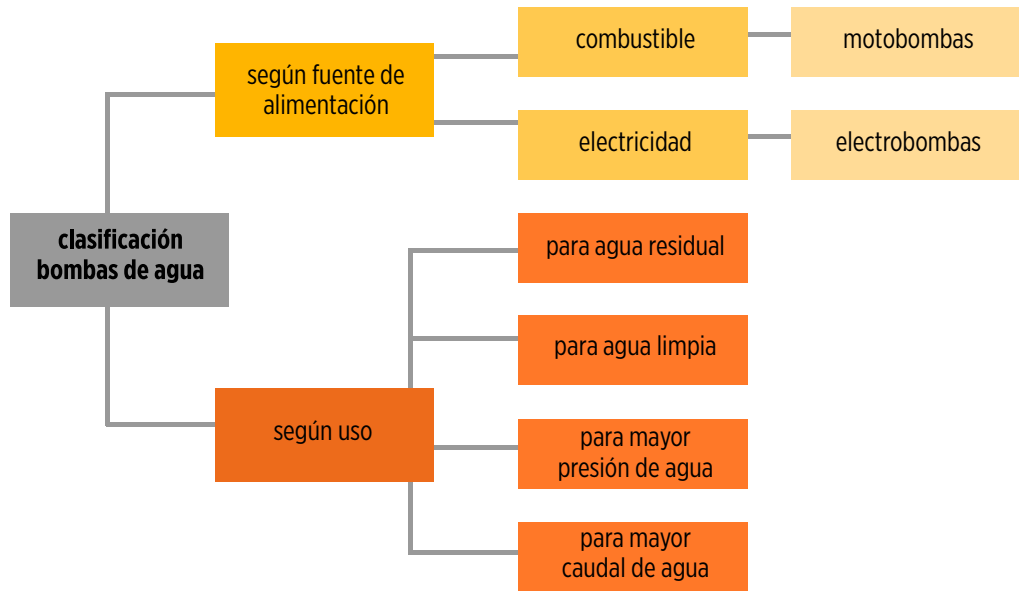


fig. 35 Clasificación de las bombas de agua.

Usos más comunes

- Edificios: para bombear el suministro de agua y en lugares donde no se requiere altura de succión.
- Pozos de agua: como sistemas de abastecimiento de agua para uso doméstico.
- Sistemas de protección contra incendios: para proporcionar una fuente de presión continua; si bien deben cumplir con las normas pertinentes.
- Circulación de agua caliente: para mover agua en un sistema cerrado que requiere una pequeña carga hidrostática.
- Pozos negros: pueden ser bombas de agua horizontales o verticales, operadas por un interruptor automático controlado por el flotante.

b) bombas de desplazamiento positivo o volumétricas: Suministran una cantidad fija de flujo mediante la contracción y la expansión mecánica de un diafragma flexible. Pueden ser de tipo reciprocante o de tipo rotatorio, y son ideales en industrias que manejan líquidos de alta viscosidad o donde haya sólidos sensibles. De ahí que se recomienden sobre todo para combinaciones de bajo caudal y alta presión, y para líquidos de alta viscosidad.

Según su uso, estas bombas volumétricas se pueden clasificar como:

- motobombas para aguas sucias
- motobombas para aguas limpias
- motobombas para presión
- motobombas para caudal.

Componentes clave y funcionamiento de las bombas de agua

Más allá de las diferencias propias de cada tipo de bomba, en general podemos identificar una serie de componentes comunes a todas (cfr.: fig. 36). La siguiente tabla nos ilustra al respecto:

Carcasa	Cuerpo que recubre el mecanismo de avance del agua. Generalmente debe incluir un tratamiento contra la corrosión, de acero inoxidable o hierro fundido si no es sumergible.
Entrada y salida	Conductos por donde circula el agua. El de entrada se conoce como <i>aspiración</i> y el de salida como <i>impulsión</i> .
Impulsor, rotor o volutas	Dispositivos usados para impulsar el agua contenida en la carcasa. Pueden ser del tipo aspas, álabes, etc.
Sellos, retenes y anillos	Elementos que permiten el correcto sellado de la bomba, al generar cierta compresión interna.
Eje del impulsor	Elemento que sostiene el impulsor para que gire sobre este.
Cojinetes o rodamientos	Piezas que sostienen adecuadamente el eje del impulsor.
Panel de control	Dispositivo que permite el accionamiento de la bomba y puede contener interruptores o botones para encendido, detención, etc.
Motor	Componente fundamental que permite mover el eje y a su vez el impulsor para permitir el movimiento del agua. Según su potencia, podrá movilizar más agua en el menor tiempo posible. Puede contener otras piezas especiales, como ventilador, bobina, imanes, etc.

fig. 36 Componentes principales de las bombas de agua.

En la figura 37 se observa una motobomba para aguas limpias, empleable en tareas domésticas, para jardines y acopio de agua de lluvia, en estanques, arroyos y pozos. Sus componentes son:

1. Toma de presión.
2. Tornillo para el drenaje del agua.
3. Manómetro.
4. Conector para aspiración.
5. Tornillo para el llenado de agua.
6. Interruptor de presión
7. Interruptor de alimentación.



fig. 37 Partes de una bomba de agua centrífuga.

En cuanto al funcionamiento, tanto de las motobombas como de las electrobombas de agua, es muy similar en todos los casos. No obstante, las **bombas centrífugas** son, por mucho, las de mayor producción mundial, porque permiten movilizar mucha más cantidad de agua.

¿Cuáles son las bombas de agua que ofrece el mercado?

Quisiera retomar la idea de otorgarle preeminencia a las bombas de agua más comercializadas, por la gama de necesidades que cubren, siendo incluso a menudo portátiles.

Motobombas: Suelen ser las bombas más potentes. Están provistas de motores de 4 tiempos, pero no son sumergibles. Se emplean fundamentalmente en lugares donde no hay acceso a conexiones eléctricas y se busca hacer un trabajo rápido con una gran autonomía de uso. Pueden extraer agua limpia o residual de estanques, arroyos, fuentes, toneles y cisternas de agua de lluvia. Se recomienda usarlas para el riego (tradicional o por aspersión) de zonas verdes, huertas y jardines. También se usan como bombas que garantizan un caudal uniforme y continuo, o bien en trabajos pesados.

Electrobombas para agua limpia (no potable) o bombas de uso doméstico: Se emplean principalmente para la extracción de agua de estanques, arroyos y manantiales, toneles o cisternas de agua de lluvia, y para riego tradicional o por aspersión de áreas verdes, huertas y jardines, así como para el suministro de agua de servicios y el bombeo de agua dulce limpia, agua de lluvia o agua con ligero contenido de espuma.

Electrobombas combinadas para agua limpia (no potable) o residual: Son especialmente apropiadas para el vaciado rápido de tanques, zanjas de obra o sótanos inundados, y se pueden usar para aguas limpias o aguas sucias que contengan partículas de suciedad de 20 a 30 mm de diámetro.

Electrobombas para agua residual: Son similares a las bombas combinadas, salvo que están especialmente diseñadas para aguas sucias, con un tamaño de partícula que pudiera llegar hasta los 40 mm de diámetro, de acuerdo con el fabricante.

Bombas para jardín: Como su nombre lo indica, son especiales para el riego de jardines, pues entregan un gran caudal de agua y son potentes. También pueden usarse para riego por aspersión e incluso para la extracción de agua de estanques, arroyos y manantiales, toneles o cisternas de agua de lluvia.

Bombas sumergibles: Son electrobombas y su principal aplicación es extraer agua de pozos, reservorios, fuentes o cisternas a profundidades de hasta más de 30 m, en dependencia del modelo y del fabricante. Están diseñadas con una carcasa especial que las protege de la oxidación y la corrosión, y no dependen de la presión del aire para impulsar el líquido, ya que al estar sumergidas pueden transportarlo a mayores distancias.

Bombas para pozos profundos: También son electrobombas de tipo sumergible. Se distinguen por su mayor potencia, ya que están especialmente diseñadas para pozos de hasta más de 60 m de profundidad.

Bombas para presión o de chorro (agua potable): Son las típicas electrobombas usadas en los edificios multifamiliares para impulsar el agua de red, desde una cisterna a nivel de la calle hasta el o los tanques dispuestos en

la terraza. También pueden extraer agua de un pozo para la provisión de agua depurada o para riego. Su ventaja es que son compactas y, según su potencia, pueden impulsar el agua hasta una altura de 30 m. Asimismo son ideales para espacios pequeños, como cabañas, casas rodantes o independientes.

Nuevas tendencias: bombas solares: una tecnología limpia

Las **bombas de agua solares** son un método rentable y de alta confiabilidad para el suministro del líquido en situaciones en que los recursos hídricos deben extenderse largas distancias; el suministro eléctrico es escaso o inexistente, o bien los costos de combustible y mantenimiento son considerables. Existen bombas solares sumergibles y de superficie, como se observa en la figura 38:

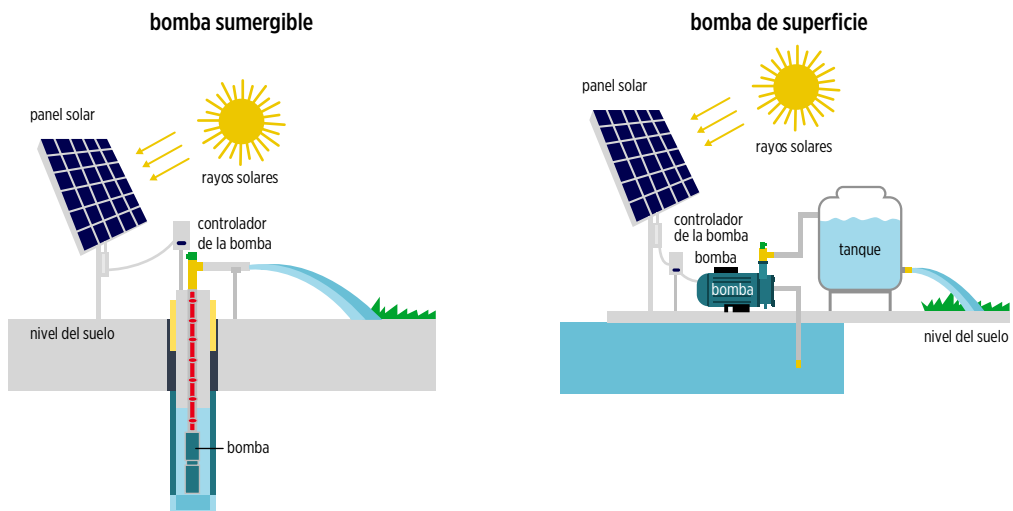


fig. 38 Bombas de agua solares.

Tales bombas se hallan diseñadas específicamente para funcionar con CC proporcionada desde paneles solares y han sido optimizadas para operar con poca iluminación solar, si fuera necesario. A diferencia de las electrobombas convencionales con motor de CA, las solares pueden trabajar en un amplio rango de voltaje y corriente, a su vez mueven volúmenes más reducidos de agua durante un período prolongado, lo que demanda mucha menos energía y minimiza el tamaño y el costo de los paneles o generadores fotovoltaicos.

¿Cuáles son las principales aplicaciones de una bomba solar?

Mencionemos algunas:

- Suministro de agua potable para hogares y cabañas fuera de la red domiciliaria.
- Suministro de agua para ganado (el uso más difundido de estos sistemas de bombeo).
- Acuicultura para aireación, circulación y deshielo.
- Riego a pequeña escala.

Aspectos técnicos que se deben valorar al elegir una motobomba

Primero es importante revisar el rendimiento que tiene, para saber si va a cumplir con nuestras expectativas. En este sentido, se enumeran una serie de factores que habría que balancear antes de seleccionar el equipo:

El caudal (Q)

Es el volumen del fluido o líquido requerido en un tiempo determinado. Se calcula mayormente en litros/minuto (l/m), litros/hora (l/h), metros cúbicos/hora (m³/h). El caudal se representa con la letra Q.

La altura manométrica (Hm), la altura de aspiración o absorción (Ha), la altura de impulsión o elevación (Hi) y la altura geométrica (Hg)

La altura manométrica (Hm) es el cálculo total para que el agua se eleve desde un punto a otro. Esto se calcula sumando la altura de aspiración (Ha) con la de impulsión (Hi) y con las pérdidas de carga (ΔH). Por su parte, la altura geométrica (Hg) es la suma de la altura de impulsión y la de aspiración.

$$H_m = (H_a + H_i) + \Delta H$$

$$\begin{aligned} 0: \\ = H_g + \Delta H \end{aligned}$$

Para estos cálculos hay que recordar que la Hg puede ser positiva o negativa (cfr.: figs. 39 y 40).

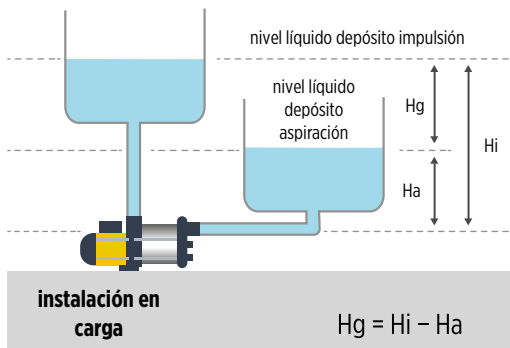


fig. 39 Bomba de agua en carga.

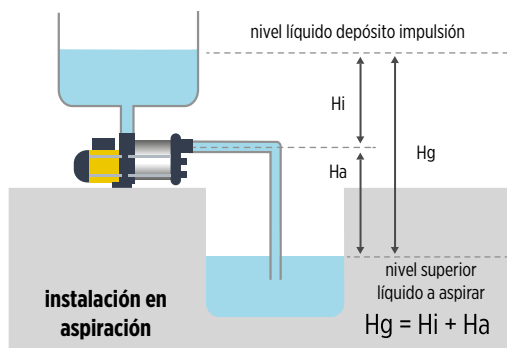


fig. 40 Bomba de agua en aspiración.

Pérdidas de carga (ΔH)

Acontecen cuando el fluido viaja por un tubo de PVC o polietileno y tiene que girar. Por ejemplo, en un tubo que posea un codo de 90° este se convierte en un obstáculo de 5 m lineales. O cuando el agua se encuentra cubierta por una válvula, esto significa 10 m lineales. A menor caudal, más pérdida de carga, si la tubería tiene muchos giros (el agua pasa muy suave y encuentra una resistencia). A mayor caudal y en dependencia del diámetro de la tubería, puede que las pérdidas de carga sean insignificantes (el agua corre con tanta fuerza que los giros o las válvulas no representan mucha fricción). El control sobre este asunto se ejerce a través de unas tablas de pérdidas que pueden hallarse Internet o en libros especializados.

¿Cómo saber, mediante cálculos, qué motobomba es la más adecuada?

Véase un ejemplo rápido (fig. 41), que clarificará el asunto. Necesitamos sacar agua de un pozo y succionarla para llevarla a un depósito:

Datos generales:

caudal a obtener: 8000 l/h
altura geométrica (H_g) = $H_i + H_a = 32$ m
total de tubería = 62 m
diámetro de tubería = 50 mm

Características de elevación (impulsión)

altura de impulsión (H_i) = 28 m
longitud de tubería = 52 m
válvulas de paso = 1
válvulas de retención = 1
codos a 90° = 2

Características de aspiración

altura de aspiración (H_a) = 4 m
longitud de tubería = 10 m
válvulas de pie = 1
codos a 90° = 1

Cálculo de pérdida de carga por aspiración

longitud de tubería = 10 m
pérdidas: 10 m por válvula de pie (cálculo estándar por cada válvula, la que sea)
5 m por codo (cálculo estándar por cada codo de 90°)
pérdida total = 10 + 10 + 5 = 25 m

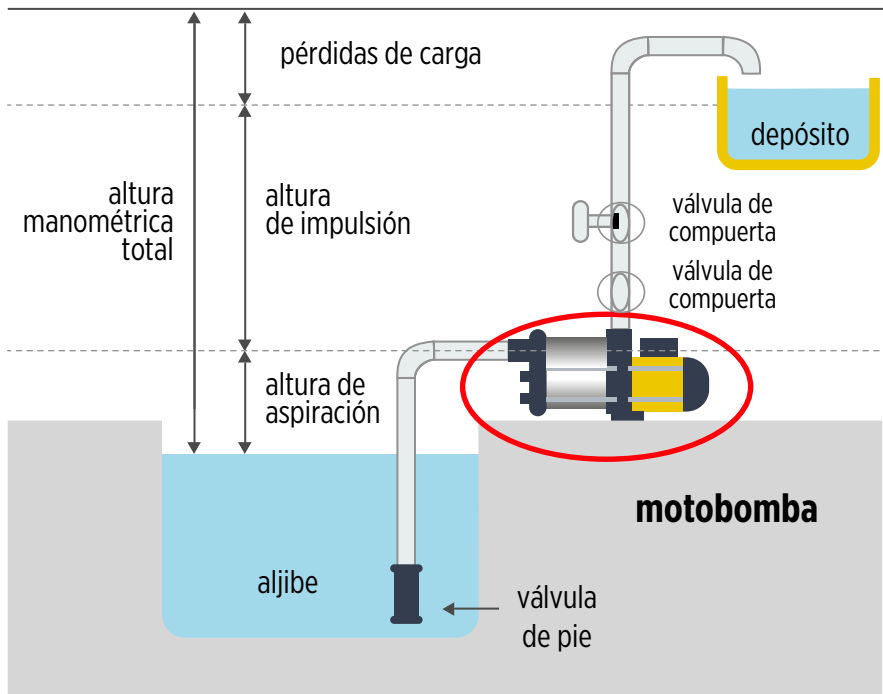


fig. 41 Pérdida de presión en instalación hidráulica.

Al considerar una tabla de pérdidas de carga (ver: Norma cubana), buscamos a 8000 l/h (caudal que necesitamos, según se indicó en los datos generales) cuánto equivale la pérdida con una tubería de 50 mm de diámetro (también señalado en los datos) y un largo de 25 m. Esto nos daría un valor de pérdida, según la tabla = 2,7

luego

$$2,7 \times 25 / 100 = 0,67 \text{ m.c.a. (metros de columna de agua).}$$

Cálculo de pérdida de carga por impulsión

longitud de tubería = 52 m

pérdidas: 10 m válvula de paso (cálculo estándar por cada válvula)

10 m por válvula de retención (cálculo estándar por cada válvula)

10 m por 2 codos de 90° (5 m + 5 m)

pérdida total = 52 + 10 + 10 + 10 = 82 m

Utilizamos la misma medida de la tabla = 2,7

luego

$$2,7 \times 82 / 100 = 2,2 \text{ m.c.a.}$$

Y terminamos haciendo el cálculo que incluya ambos resultados:

Cálculo total

$$H_m = (H_a + H_i) + (\Delta H_a + \Delta H_i)$$

$$H_m = (4 + 28) + (0,67 + 2,2)$$

$$H_m = 34,8 \text{ m.c.a.}$$

Si contrastamos la altura geométrica de los datos indicada en un principio era = 32 m; sin embargo, al hacer los cálculos, el total fue realmente = 34,8 m. Por eso es importante tener claro qué accesorios vamos a instalar y los valores de las alturas, así se puede seleccionar sin errores la motobomba adecuada.

En las especificaciones que trataremos a continuación, no basta con sumar la altura de impulsión y la altura de absorción del equipo, ya que todas las marcas de bombas mencionan ese tema. En probidad, si no se tienen los datos del resto de las alturas, no será posible hacer un cálculo correcto que permita saber las operaciones de abastecimiento reales que podría realizar el equipo que se quiere comprar.

Si es para bombear una piscina, sacar agua sucia o utilizarla para riego solo bastará con hacer cálculos de cuánto se necesita consumir. Así podremos entender qué tipo de bomba de agua necesitamos. Se trata de cálculos muy sencillos y además se le puede pedir ayuda a un asesor.

Por último, hay dos aspectos a revisar a la hora de instalar una motobomba de superficie: la ubicación del agua o del fluido a tratar, y la posición en la que esta se va a colocar, de lo cual se deduce el concepto de *trabajar por aspiración o por carga* (cfr.: figs. 42 y 43).

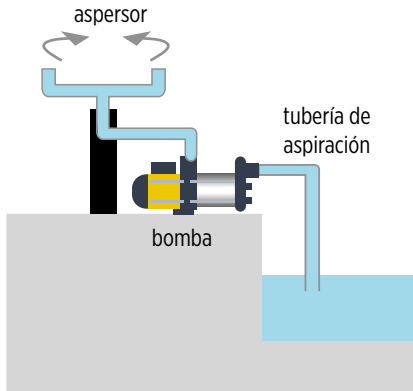


fig. 42 Bomba de superficie en aspiración.

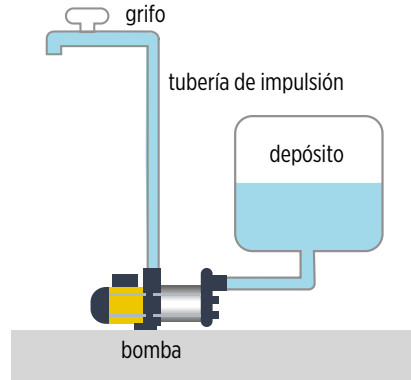


fig. 43 Bomba de superficie en carga.

Se le llama *trabajar por aspiración* justamente cuando la motobomba se encuentra por encima del nivel del agua; de ahí que haya que tener en cuenta la altura de absorción, parámetro que en algunas motobombas suele fluctuar entre los 6 y 8 m. En cuanto a *trabajar por carga*, significa que el agua está por encima de la motobomba, lo cual también implica varios cálculos. Tómese como ejemplo, la operación aritmética antes descrita.

COMPRESOR DE AIRE

El compresor de aire (fig. 44) es una herramienta que utiliza la energía mecánica para transformarla en energía neumática; es decir, para comprimir el aire y contenerlo a cierta presión, y luego utilizarlo con alguna herramienta que disponga de ese aire comprimido.

¿Cómo elegir un compresor de aire?

Elegir un compresor de aire puede hacer que te sientas perdido, si no estás seguro de lo que buscas. Esto se debe a que los compresores de aire sirven para alimentar una amplia gama de herramientas con una gran variedad de usos. Con el fin de adquirir el suministro de aire correcto, necesitarás obtener la información pertinente, que se suministra a continuación.



fig. 44

Podemos apoyarnos en un par de principios básicos para la elección:

1. **Analizar los requisitos de las herramientas neumáticas que se van a utilizar.** ¿Vas a emplear un compresor para uso industrial y para alimentar maquinaria pesada o lo utilizarás para labores ocasionales en casa, como dar energía a una pistola para calafateo o inflar neumáticos? Probablemente querrás un compresor de pistón con tanque si tienes en mente un uso industrial; mientras que solo necesitarás un compresor portátil sin tanque si únicamente lo precisas para labores domésticas.

- En particular, ten en cuenta los requerimientos de presión y volumen de cualquier herramienta que vayas a usar. Obviamente, la maquinaria pesada requerirá mucha más presión y, a su vez, más volumen. Si te equivocas al momento de escoger un compresor y no es lo suficientemente grande para el uso planeado, tendrás que estar pendiente del tanque para volverlo a llenar, lo que conllevará una disminución en la eficiencia de tu trabajo.
- Por ejemplo, si vas a utilizar el compresor de aire portátil con un aerógrafo, lo adecuado sería elegir un tanque con capacidad para 5 litros (1,3 galones) y una presión de aire de alrededor de 30 psi (libras por pulgada cuadrada).

2. **Elegir entre un compresor de pistón o uno portátil.** Básicamente, hay dos tipos de compresor de aire. El compresor de pistón cuenta con un motor que refuerza la presión de aire cuando este se agota. Tal tipo de compresor almacena el aire comprimido en tanques; en cambio, los compresores portátiles no tienen tanque y mantienen un funcionamiento continuo para poder suministrar aire.

Existen dos variedades de compresores de pistón:

- El compresor de un solo cilindro usa únicamente un pistón para comprimir el aire y alcanza aproximadamente 150 psi. Este tipo es el más adecuado para trabajos pesados en casa.
- El compresor de dos cilindros usa dos pistones para suministrar una presión de aire casi continua que alcanza los 200 psi. Este tipo se utiliza más a menudo en el ámbito industrial, donde se espera precisamente un uso casi continuo.

En cuanto a los compresores de aire portátiles, son más viables para usos domésticos menos pesados: suministrar energía a pistolas para calafateo, pistolas rociadoras, pistolas de pegamento, así como para inflar neumáticos pequeños y balsas.

Toma decisiones cada vez más específicas:

1. **Mira los caballos de fuerza (hp) del compresor de aire.** El rango normal de los caballos de fuerza en un compresor de aire está entre 1,5 y 6,5 hp. Existen compresores con más hp y que ofrecen mayor psi, pero están reservados para usos industriales. Para usos a pequeña escala no se necesitan tantos caballos de fuerza como los que se emplean en el ámbito industrial.
 - Si bien el hp es un indicador importante que determina la potencia de tu compresor de aire, no debería ser el único. De mayor importancia es la clasificación por cfm, si el compresor indica alguna.
2. **Fíjate en los pies cúbicos por minuto o cfm.** Esta es una medida de flujo volumétrico. Bastante fácil, ¿verdad? La parte complicada es que los cfm dependen del psi del compresor; lo que significa que dos herramientas con psi diferente no necesariamente tendrán dos cfm que puedas simplemente sumar, como parecería conveniente. Aquí es donde las cosas se ponen difíciles. Tratemos de simplificarlas:

Busca o pregunta por el cfm estándar (scfm) antes de elegir el compresor. El CMF estándar se mide como 14,5 psia, a 20 °C (68 °F), con una humedad relativa de 0 %. (Si decides no usar el scfm, asegúrate de usar números cfm que están vinculados al mismo psi).

- Cuando tengas el scfm de todas las herramientas de aire que vas a usar simultáneamente, suma sus scfm; luego, como medida de seguridad, agrégale a esa cantidad un 30 %. Esto deberá darte el uso cfm máximo requerido que necesitarás para completar el trabajo. Al elegir un compresor de aire necesitas aproximarte a este número; así no perderás tiempo con un equipo muy pequeño ni gastarás dinero en uno demasiado grande.

Al hablar de compresores de aire debemos recordar 3 aspectos primordiales:

- » ¿Qué presión de aire se necesita, expresado como psi, Bar, Atm, etc.?
- » ¿Qué cantidad de aire se puede comprimir (caudal o volumen), expresado como cfm, pcm, l/min, o m³/min?
- » ¿Qué potencia requiero, expresada en cv, hp o kW?

Presión de aire: Es la presión a la que puede trabajar el compresor y se mide en libras/pulgadas², que es lo mismo que PSI o psi (*Pound-Force per Square Inch*, por sus siglas en inglés; libra o libra-fuerza por pulgada cuadrada, como ya adelantamos que se traduce en español).

También se utiliza la medida en Bar.

1 Bar = 14,5 psi

Caudal o volumen: Es la capacidad que tiene el compresor de oprimir el aire sobre una unidad de tiempo y se mide en CFM o cfm (*Cubic Feet per Minute*, por sus siglas en inglés), que es lo mismo que PCM o pcm (en español: pies cúbicos por minuto) o l/min (litros por minuto).

Potencia: Es la capacidad de trabajo que tiene el compresor y se mide en hp (*Horse Power*, en inglés: caballos de fuerza, entre nosotros) o en cv (caballos de vapor, en español, y originalmente en francés: *cheval-vapeur*). También se utilizan los kW (kilovatios). Esta es la equivalencia entre las unidades de medida mencionadas.

1 hp = 0,74 kW

1 hp = 1,0138 cv

1 cv = 0,73 kW

Lo expuesto sirve para entender que al elegir un compresor de aire debo tener en cuenta que los cfm dependen de los psi del compresor; es decir, el caudal de aire depende de la presión del compresor. Por otro lado, entre mayor es la potencia o el caballaje del compresor, más aire puede suministrar el equipo. Generalmente hay un estándar, pues la mayoría de las herramientas trabajan a 90 psi, algunas a 100 psi y otras pocas a 120 psi.

Para elegir un compresor de aire y saber cuál es mejor se deben sopesar datos muy simples, sumarlos y comparar el resultado con el de la tabla de valores que se verá a continuación. Así sabremos al fin qué tipo de equipo se necesita.

En cuanto a las leyes sobre aire comprimido, existen algunos *coeficientes de corrección de consumo* que se enumerarán, si bien no serán tenidos en cuenta aquí:

- coeficiente de uso
- coeficiente de simultaneidad
- coeficiente de mayoración
- coeficiente de ciclo de funcionamiento.

Esto se valora cuando el compresor tiene un uso industrial y son muchas herramientas de diferentes potencias las que se conectarán a él, aunque no todas podrán estar conectadas al mismo tiempo. Para simplificar el asunto, sin que sea necesario tener en cuenta los coeficientes, simplemente podemos escoger un compresor al que le aumentemos un 30 % de consumo en relación con el cálculo general que se haya hecho.

Un ejemplo de una situación concreta, puede ser el siguiente:

Necesito comprar un compresor para alimentar las siguientes herramientas:

- lijadora de 350 l/min a 90 psi
- pistola de soplado 150 l/min a 90 psi
- taladro de 350 l/min a 90 psi.

Todo esto suma: $350 + 150 + 350 = 850$ l/min a 90 psi + 30 % = 845 l/min a 90 psi.

Al observar la tabla de referencia (fig. 45), se puede apreciar la correlación de este resultado (que implica el caudal y la presión de aire) con la potencia del compresor:

potencia (cv)	1,5	3	5,5	7,5	10	15	25
caudal (l/min)	150	275	625	850	1150	1750	3000
presión (Bar)	7	7	7	7	7	8	8

fig. 45 Correlación potencia-caudal-presión.

Siendo así, necesitamos un compresor de 7,5 cv.

- 3. Toma en cuenta el espacio y la transportabilidad.** ¿Serías capaz de mover el compresor o de levantarlo del suelo si lo precisaras? Los compresores de aire pueden ser artículos pequeños y portátiles, o de gran tamaño (con características más potentes). La transportabilidad es conveniente; pero si el compresor solo va a estar en una esquina de tu garaje, es muy probable que puedas tener uno de mayor capacidad y que debas usar simplemente una manguera más larga. En resumen, valora bien tus necesidades al elegir: ¿vas a suministrar energía a una pistola de clavos en el techo o solo a inflar llantas en el garaje?
- 4. Considera tu fuente de energía.** ¿Tendrás asegurada energía eléctrica en todo momento o estarás en ambientes sin electricidad? Si vas a tener siempre cerca un tomacorriente, es mejor elegir un compresor que trabaje con un motor eléctrico. Si no, te verás obligado a usar un compresor que funcione con un motor de gasolina.
- La mayoría de los compresores de aire eléctrico funciona con 110 V, pero otros más grandes funcionan con 220 V. Averigua sus características antes de realizar la compra.
- 5. Si usas un compresor de pistón, conviene determinar cuán grande deberá ser su tanque.** Si solo necesitas el compresor para un tiempo breve –como cuando usas una pistola de clavos–, será suficiente con un tanque pequeño. En cambio, si vas a trabajar con el compresor durante periodos largos, necesitarás que el tanque sea más grande. Generalmente, el tamaño de los tanques se mide en galones o en litros.

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar el compresor:

- Tipo de compresor (alternativo o rotatorio).
- Presión máxima (Bar).
- Capacidad del tanque (litros).
- Caudal de aire aspirado (l/min).
- De uno o dos cilindros.
- De una o dos etapas.
- Con/sin asa y ruedas para transportarlo.
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).

Consejos

- Los compresores lubricados con aceite son más silenciosos y tienden a durar más que aquellos que no reciben mantenimiento.
- Piensa en un valor de consumo un poco más alto del que vas a necesitar.
- No te olvides del largo de la manguera. ¿Dónde estará el compresor con respecto al área de trabajo? Si el compresor está en el garaje y el trabajo se desarrolla en la entrada, prevé las dificultades que podrías tener.
- Analiza tus requerimientos y después busca el compresor que se ajuste a ellos.
- Los compresores no aceitables pueden sonar bien en la tienda, pero sonarán mal en tu garaje. Este tipo puede ser muy ruidoso, lo cual debes tener en cuenta antes de comprarlos. No obstante, hay que reconocer que ofrecen un aire más puro que los que se lubrican con aceite.

ESMERILADORA

Existen diversos tipos de esmeriladora y conviene aclarar que, dependiendo del país o de la zona geográfica, también se le conoce como *amoladora*, *esmeril eléctrico*, *pedra* o *pedra esmeril*. En cualquier caso, se trata de otra herramienta del mecanizado por abrasión, que emplea una muela accionada por un motor eléctrico. El suyo es el mismo principio de una rectificadora, pero las diferencias fundamentales de esta con una esmeriladora residen en el hecho de que la esmeriladora es una herramienta mucho más simple y en la cual, siendo que no está destinada para el acabado de las piezas, el esfuerzo de corte es muy superior al de una rectificadora.

De acuerdo con la clasificación general, podemos destacar cuatro tipos de esmeriladora:

- esmeriladora angular
- esmeriladora de pedestal
- esmeriladora de banco
- esmeriladora de banda.

Esmeriladora de banco

Mientras la primera es, básicamente, una amoladora angular, la de banco (fig. 46) es por lo general una máquina de pequeñas dimensiones y unos 6 o 7 kg de peso. Va montada precisamente a un banco de trabajo y se utiliza para el afilado de herramientas (brocas, escoplos, cuchillas de torno, destornilladores, buriles, cinceles, etc.) o para quitar rebabas de piezas pequeñas. Posee dos muelas de distinta granulometría a cada lado: una fina para el afilado y otra más basta para reparar.



fig. 46

Esmeriladora de pedestal

Herramienta de mayores dimensiones, la de pedestal (fig. 47) está destinada al trabajo pesado. Se emplea para limpieza de soldaduras y para quitar rebabas de piezas de fundición y otras de gran tamaño. Consta de un pedestal o base de fundición, que se atornilla al piso. Sus componentes son idénticos a los de una esmeriladora de banco, pero el montaje de las muelas es mucho más fuerte y poseen luz. Algunos modelos incorporan un conducto terminado en una bolsa de tela, donde se recogen las partículas desprendidas tanto de las muelas como del propio material mecanizado. También pueden contener un recipiente con agua para enfriar las herramientas. Dependiendo de la potencia, del tamaño y la velocidad de giro de las muelas, así como del espaciado entre estas, existen esmeriladoras de pedestal de 1/3 hp a 5 hp, con velocidades de giro de 3600 rpm para el modelo menos potente y de 1200 rpm para el de 5 hp.



fig. 47

Esmeriladora de banda

Las esmeriladoras de banda (fig. 48) en su formato de banco suelen ser una combinación de esmeriladora y lijadora de banda, como lo muestra la figura; aunque existen también esmeriladoras de doble banda. En este tipo de herramientas, la operación de corte del material lo realiza una banda abrasiva, por lo que el mecanismo es ideal para piezas irregulares e incluso cilíndricas, como caños o tubos.

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar la esmeriladora:

- Tipo de esmeriladora.
- Potencia (hp o kW).
- Velocidad (rpm: revolución por minuto).
- Diámetro de la piedra (mm o pulgadas).
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).



fig. 48

TORNILLO DE BANCO

El tornillo de banco (fig. 49) es una herramienta que también se conoce como morsa. Resulta muy útil para fijar piezas recortadas que, por lo general, suelen ser difíciles de sujetar. Tales piezas pueden ser de distintos tamaños y formas, y se evita su deformación o daño gracias al husillo con mordazas, que pueden estar forradas con materiales blandos como: goma, plomo, aluminio y plástico o caucho (para carpintería).

La principal característica de esta herramienta es que puede fijar una o más piezas en todas las posiciones deseadas con gran facilidad y fuerza; por lo que resulta clave dentro de cualquier almacén de trabajo tanto profesional como amateur.

Como existe gran variedad de tornillos de banco según el uso al que estén destinados, y como la correcta elección de esta herramienta determinará tanto la efectividad como la comodidad con la que vamos a realizar el trabajo, se detallarán a continuación los principales tipos existentes:



fig. 49

- **mecánico:** Se usa en múltiples trabajos mecánicos manuales.
- **de fijación máquina-herramienta:** Se usa para fijar piezas que van a ser utilizadas.
- **de carpintero:** Se emplea por el gremio de la carpintería para la fijación de piezas de madera.
- **de tenaza:** Son tornillos con dos muelas y con punto de giro común en forma de tijera. Por lo regular, se usan de forma manual.

La apertura de las bocas del tornillo puede producirse de dos maneras, lo que da lugar a dos grandes grupos:

- **de mordazas paralelas:** Los más usados porque las mordazas se mantienen siempre paralelas en cualquier apertura, al sujetar adecuadamente piezas de diverso tamaño y sin necesidad de ejercer demasiada presión sobre ellas. Se construyen de hierro colado o de acero fundido (más costoso pero más resistente).
- **de mordazas de herrero o de pie:** Proviene de épocas en que se preparaban las herraduras para los caballos. Se utilizan para sostener una pieza que debe golpearse con un martillo pesado; ideales para trabajos de herrería y forja. Hechos de acero forjado; son muy resistentes.

Se sujetan a un banco de trabajo resistente o se afianzan la pared, y la pata larga se asegura en una base sólida en el piso. Inapropiados para trabajos de ajuste mecánico, porque sus mordazas no se conservan paralelas al abrirse y, por lo tanto, las piezas no quedan sujetas adecuadamente o se deforman si se aprieta demasiado.

Existe también una subclasificación de los tornillos con mordazas paralelas:

a) tornillo de banco: Sin duda la clase de tornillo más usada en talleres de mecánica y carpintería. Se emplean para sujetar objetos grandes y pesados, y la base se atornilla firmemente a un banco de trabajo. En dependencia del fabricante, se ofrecen en tres modelos con distintas bases (cfr.: fig. 50).

- **tornillos con base fija:** Los más comunes y económicos, disponibles en varios tamaños.
- **tornillos con base giratoria:** La base giratoria permite desplazar el tornillo en un ángulo de 180° en busca de una óptima posición de trabajo.
- **tornillos con yunque:** Adosado a la boca fija (o parte posterior) de la herramienta, el yunque es útil para realizar operaciones ligeras de martillado, a fin de aplanar o dar forma idónea a la pieza.



fig. 50 Tipos de tornillos con mordazas paralelas.

b) tornillos de mesa: Son ligeros y portátiles. Se montan a una mesa o banco de trabajo mediante una abrazadera ubicada en la parte inferior. Tienen mordazas estriadas para sujetar la pieza y algunos modelos incluyen una base giratoria. Se utilizan para sujetar materiales livianos o en áreas donde no se dispone de tornillos más resistentes.

c) tornillos para caños o tubos: Especialmente diseñados para sujetar piezas redondas. Son manuales, portátiles y sumamente resistentes. Tienen mordazas en V que permiten ubicar la pieza y bloquearla en la posición idónea. Generalmente se montan en un banco de trabajo, aunque también se dispone de modelos para montar en trípode o en estantes. Se emplean para sujetar tubos de 1/8 pulgada a 8 pulgadas de diámetro, que deben someterse a corte o roscado.

Existe además una subclasificación de los tornillos para caños (fig. 51):

- **tornillos a bisagra:** Están compuestos por una mordaza superior basculante y una inferior fija, ambas intercambiables y construidas con acero fundido endurecido. La horquilla, la base y la manivela son de fundición; el tornillo o eje es de acero.
- **tornillos a cadena:** Constan de dos mordazas fijas fresadas, intercambiables y construidas con acero fundido endurecido. Sobre ellas se apoya el caño, que se sujeta firmemente mediante la cadena, construida con acero templado y revenido. La base es de fundición y la manivela es de acero fundido.

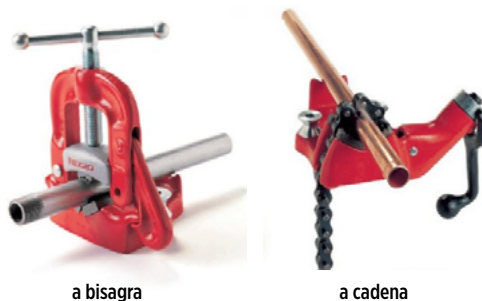


fig. 51 Tipos de tornillos para caños.

d) tornillos planos (fig. 52): También diseñados para atornillarse a una taladradora, un torno o un banco de trabajo. La base puede ser fija o giratoria, y vienen de dos tamaños: uno con mordazas de 105 mm de ancho y 105 mm de apertura máxima, y el otro con mordazas de 150 mm de ancho y 180 mm de apertura máxima, aunque estas medidas varían según el fabricante. Se utilizan para sujetar trozos pequeños de madera o metal en pos del mecanizado o de operaciones de perforación.



morsa plana

e) tornillos combinados (fig. 53): Como lo indica su nombre, asumen la función de tornillo de banco y la de tornillo para caños o tubos y pueden tener base fija o giratoria. Se atornillan a un banco o mesa de trabajo y se usan para sujetar objetos pesados, caños para su corte y roscado, y para dar forma a metales.

fig. 52



morsa combinada

Lo principal para elegir el tipo de tornillo es valorar qué tipo de piezas vas a trabajar, sus características determinarán la anchura de boca que necesitas y el peso que pueden soportar las mordazas. Detallemos ambos rasgos:

fig. 53

- **apertura de boca:** Puede ir desde los 50 hasta los 150 mm. Si los trabajos son en pequeñas piezas de madera, en marquetería, por ejemplo, no resultará práctico un tornillo con una apertura de boca grande, ya que sus mordazas también serán grandes y su peso, mayor.
- **carga que soportan:** Viene expresado en los kilogramos que pueden sostener, y es muy importante que conozcas este dato si vas a manipular piezas pesadas, por ejemplo, en trabajos de mecánica.

¿Cuáles son las ventajas de contar con un tornillo de banco?

1. Puedes sujetar en el banco de trabajo elementos que con las sargentas o tornillos de apriete no podrías.
2. Te permite tener las dos manos libres para mecanizar la pieza.
3. Trabajas con total seguridad al inmovilizar por completo el objeto que manipulas.
4. Puedes colocar piezas de diversos tamaños, incluso muy pequeñas, para trabajarlas con precisión.
5. Resultan muy útiles a la hora de cortar piezas de plástico, como tubos de fontanería; o cuando vas a soldar cobre, para sujetar una de las partes.
6. Asimismo, puedes usarlo para rectificar piezas, serrarlas, quitarles clavos, etc.

¿Qué normas de seguridad deben seguirse para el uso idóneo del tornillo de banco?

Se suelen distinguir principalmente 4 normas de seguridad básicas, que deben aplicarse a la perfección si se quiere obtener el rendimiento óptimo de la herramienta y trabajar libre de riesgo:

1. No desenroscar el tornillo de banco hasta el final, ya que se podría caer y producir un accidente.
2. Procurar que las mordazas no se aflojen, ya que esto podría provocar una caída de la pieza.
3. No colocar nunca los dedos entre las mordazas.
4. No dejar apretadas las mandíbulas al terminar el trabajo.

TALADRO

¿Qué es un taladro, cuántos tipos hay y para qué sirven?

El taladro fue concebido originalmente como una herramienta giratoria a la que se acoplaba un elemento de corte (broca) para efectuar perforaciones en madera, metal, plástico y otros materiales. Sin embargo, la tecnología moderna ha avanzado más allá de estas funciones básicas y le ha agregado versatilidad, gracias a la incorporación de diversos accesorios o al diseño de nuevas variantes de herramientas. Hoy un taladro también sirve para atornillar/desatornillar elementos de sujeción; para lijar, afilar y esmerilar superficies, y hasta para mezclar pintura o mortero. Sus modelos y aplicaciones pueden comprender desde una simple y pequeña barrena similar a un sacacorchos hasta una torre de perforación de pozos petroleros, y puede ser útil para labores tan diversas como la medicina o la industria aeroespacial.

Si bien muchos fabricantes incluyen un abanico de variantes y prestaciones en su catálogo de taladros (por ejemplo, atornilladores/destornilladores, martillos demoledores, llaves de impacto y mezcladores de pintura), a los efectos de no confundir al lector, este acápite solo cubrirá los destinados a su finalidad primaria: perforar. Válido aclararlo, pues, si bien puede usarse un taladro para atornillar/desatornillar o mezclar pintura, en cambio, no pueden usarse un atornillador/destornillador o una llave de impacto para hacer un agujero.

Existen varias maneras de clasificar la numerosa familia de los taladros actuales (cfr.: fig. 54). La tabla muestra los grupos más representativos según tres parámetros:

Según el tipo de energía	Según el mecanismo de funcionamiento	Según el tamaño
<ul style="list-style-type: none">• sin fuerza motriz• eléctricos• neumáticos• hidráulicos• con motores de combustión interna	<ul style="list-style-type: none">• manuales• eléctricos con cable• eléctricos sin cable• percutores• de columna/verticales• radiales• de torreta• cnc	<ul style="list-style-type: none">• portátiles• estacionarios<ul style="list-style-type: none">» de banco» de piso» industriales

fig. 54 Clasificación de los taladros.

Los más conocidos por los aficionados y los profesionales de las herramientas son los taladros eléctricos con/sin cable, el rotomartillo y el taladro percutor. Sin embargo, existen muchos otros **taladros** que son sumamente útiles según la aplicación a la que están destinados. Sobre la base de la clasificación de esta tabla, describiremos los tipos y los usos de algunos de esos taladros, en orden creciente de complejidad y costo, para conocerlos y orientarnos, en todo caso, sobre cuál es el más adecuado para nuestra tarea:

- **taladros accionados sin fuerza motriz:** Si bien hoy en día son pocos los fabricantes que los ofrecen, estos viejos taladros manuales (cfr.: fig. 55) han resistido el paso de los siglos y, en versiones modernizadas, aún cautivan a un público poco pretencioso, especialmente atraído por su módico costo.





Herramienta	Descripción	Usos/destinatarios	Imagen
barrena	<ul style="list-style-type: none"> • Broca acoplada a un mango en T (también puede ser un mango vertical, como el de un destornillador común) que permita el giro. • Accionada únicamente con la fuerza de la mano. • Sencilla y muy fácil de usar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para materiales muy blandos. • Perforaciones de poca presión. • Carpinteros. • Artesanos. • Aficionados/bricolaje. 	
taladro de mano	<ul style="list-style-type: none"> • Usa una manivela accionada con la mano para rotar un engranaje, el cual a su vez hace girar la broca. • Muy simple de manejar. • Algunos modelos incorporan engranajes de dos velocidades, piñón doble, mango hueco para guardar las brocas y mecanismos de engranajes totalmente encapsulados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para perforar una pequeña cantidad de agujeros. • Acepta la mayoría de las brocas de hasta 6 mm (1/4") de diámetro en mandriles con/sin llave, y también se puede usar para atornillar. • Madera blanda, metal blando y plástico. 	
taladro de pecho	<ul style="list-style-type: none"> • Versión de mayor tamaño y algo más poderosa que el taladro de mano. • Incorpora una placa ovalada que se apoya sobre el pecho del usuario, permitiéndole aplicar una presión adicional para facilitar el avance de la broca. • La mayoría de los modelos están equipados con un mango lateral para lograr mayor estabilidad y muchos tienen engranajes de doble velocidad. 		
berbiquí	<ul style="list-style-type: none"> • Se distingue por su característico husillo acodado, provisto de un agarre lateral que se acciona para dar más torque. • También tiene un tope superior que se usa para sostener y fijar la broca en la posición deseada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mientras una mano sostiene el tope superior, la otra mano gira el mango en sentido horario para que la broca taladre un agujero preciso a través de la madera. • Es de las herramientas preferidas por los carpinteros. 	

fig. 55 Taladros manuales.

- **taladros accionados con fuerza motriz:** La incorporación de diversas formas de energía para accionar los taladros, particularmente los motores eléctricos, trajo consigo una revolución en materia de comodidad, eficiencia, precisión y calidad de los orificios realizados. Y no solo eso; también les confirió otras funciones, como las de pulir, atornillar o lijar superficies según los distintos tipos de brocas o accesorios acoplados al taladro.

Veamos entonces los diversos taladros accionados por fuerza motriz, separándolos según su tamaño:

a) taladros portátiles: Este gran grupo abarca, entre otros, los taladros más populares ya mencionados. Los taladros portátiles con fuerza motriz pueden ser de dos tipos: **eléctricos** o **neumáticos**. A su vez, los eléctricos se subdividen en dos clases: **taladros eléctricos con cable** y **eléctricos a batería**. Veámoslos en detalle:

- **taladro eléctrico con cable** (fig. 56): Fue el primero de su tipo y mantiene su innegable popularidad. Requiere un suministro constante de energía de un tomacorriente, por lo que es muy potente y proporciona un amplio torque. El diseño más común es con empuñadura de tipo pistola, que facilita el uso. Menos conocido es el diseño en ángulo recto, especialmente indicado para taladrar agujeros en lugares confinados donde el diseño de pistola no tiene cabida, y muy usado por plomeros y electricistas.

Este taladro admite varios tipos de brocas y está destinado a perforar madera, fibra de vidrio, mampostería ligera, metal, *drywall* y plástico. Si se cambia el tipo de accesorio, también se puede usar para colocar y retirar tornillos (si cuenta con la función de reversibilidad), y para lijar y pulir madera.



fig. 56

- **taladro eléctrico sin cable o inalámbrico** (fig. 57): Tiene un diseño similar al taladro con cable, pero funciona con baterías y es mucho más liviano. Su principal ventaja es la movilidad que ofrece al usuario, al poder usarse en áreas remotas que carecen de un tomacorriente cercano. Es más fácil de usar y transportar, y causa menos fatiga tras un uso intensivo. Los tipos de baterías usadas en un taladro inalámbrico son de níquel-cadmio (más baratas y más pesadas) y las de iones de litio (más costosas y más livianas). Algunos fabricantes dotan su oferta inalámbrica con baterías de iones de litio que son intercambiables entre varias herramientas de su catálogo, lo que ahorra tiempo y dinero.

Este tipo es menos apropiado para materiales duros, como mampostería o láminas metálicas gruesas; pero tiene excelente desempeño en madera, láminas metálicas delgadas, *drywall*, fibra de vidrio y plástico.

- **taladro percutor** (fig. 58): Precisamente, las perforaciones en materiales duros tienen otros protagonistas de mucho mejor desenvolvimiento. Este tipo de taladro funciona con un mecanismo diferente: el de rotación y percusión (o impacto). Entre ellos, el



fig. 57



fig. 58

taladro percutor somete a la broca a una acción de golpeteo, como si fuese un cincel, a medida que esta gira, pulverizando el material duro mientras avanza a través de él.

Especialmente indicado para agujeros de hasta 20 mm de diámetro en acero, baldosas, ladrillos, piedra, mampostería y hormigón no reforzado. Se presenta en modelos con cable e inalámbricos, y es la herramienta perfecta para el aficionado o entusiasta del bricolaje con mayores demandas, e incluso para el mantenimiento ocasional.

- **rotomartillo:** Cuando hace falta una herramienta aún más poderosa, pesada y capaz de perforar orificios de hasta 50 mm de diámetro, debemos buscar un rotomartillo. Su funcionamiento se basa en un movimiento combinado de rotación y percusión, pero la percusión se realiza mediante un mecanismo neumático provisto de un pistón y un cilindro para producir mayor fuerza de martilleo. Por su gran potencia, se fabrica únicamente en su versión con cable y es la herramienta elegida cuando se trata de perforar hormigón duro o reforzado. Por eso, el usuario típico de un rotomartillo resulta ser un profesional de la construcción o un operario dedicado exclusivamente a trabajos en hormigón. (Esta herramienta se verá más detalladamente en próximas páginas del *Manual...* cfr.: pp 83-87).

- **taladro neumático** (fig. 59): Cuando la energía que alimenta un taladro no es eléctrica, sino que está provista por aire comprimido, estamos ante un taladro neumático. En este acápite podremos consultar todas las características y ventajas que poseen tales herramientas neumáticas.

Su aspecto no es muy diferente del de los eléctricos. En lugar de tener un cable, cuenta con un puerto para conectar la manguera de aire comprimido, y también se hallan disponibles con diseños de mango tipo pistola o mango recto. A menos que se cuente con un compresor en el hogar, es improbable que un aficionado al bricolaje pueda hacer uso de un taladro neumático. En cambio, esta herramienta es mucho más común en talleres mecánicos o de chapa y pintura. Por ejemplo, con los accesorios adecuados, un taladro neumático podría realizar las siguientes funciones en un taller de chapa y pintura: desgrapado de puntos de soldadura por resistencia, taladrado para soldadura por puntos MIG/MAG a tapón, taladrado sobre materiales plásticos, o eliminación de pinturas, protectores de bajos, masillas y selladores, restos de adhesivos estructurales y adhesivos de molduras embellecedoras.



fig. 59

b) taladros estacionarios o máquinas taladradoras: En un terreno que abarca aplicaciones más numerosas, frecuentes, complejas, rigurosas y de alta precisión, propias de un taller o una industria, los taladros portátiles dan paso a sus pares estacionarios, conocidos generalmente como máquinas taladradoras, y que reúnen una serie de ventajas con respecto a aquellas. Aunque se emplean principalmente para perforar agujeros, cuando se usan con la herramienta adecuada también pueden efectuar una serie de operaciones de mecanizado: escariado, roscado, redoblonado, avellanado y rectificado.

El capítulo de máquinas taladradoras es sumamente extenso y ameritaría un acápite por sí solo. Por eso, en esta oportunidad vamos a mencionarlas muy brevemente, deteniéndonos principalmente en el taladro de columna, que sigue en tamaño a un taladro portátil y del cual algunos modelos están al alcance de un aficionado.

- **taladro vertical o de columna** (fig. 60): También conocido como **prensa taladradora, taladro de pedestal o taladro de banco**, constituye un tipo de **taladro fijo** que puede montarse sobre un soporte, o bien atornillarse al piso o a una mesa o banco de trabajo. Los modelos más pequeños incorporan una base magnética que sostiene las piezas de acero a perforar.

La máquina consiste en una base, una columna (o pilar), una mesa, un husillo y un cabezal de taladrado accionado generalmente por un motor de inducción. El cabezal cuenta con un juego de manivelas (generalmente tres) que se proyectan desde un eje central y que, cuando se hacen girar con la mano, mueven el husillo y el mandril verticalmente, paralelo al eje de la columna.



fig. 60

Estas perforadoras operadas con movimientos manuales suelen denominarse *sensitivas*. Se adaptan para trabajos pequeños en madera, metal, plástico y materiales similares, y en su gran mayoría están destinadas al uso doméstico. Por el contrario, los modelos de **taladros verticales no sensitivos**, con cabezales accionados por engranajes que realizan todos estos movimientos mecánicamente, ofrecen aún más potencia y precisión, y por lo tanto son más indicados para talleres y pequeñas industrias. En general, las capacidades de perforación de los **taladros de columna** van de los 13 mm a los 40 mm de diámetro, según el modelo.

- **taladro industrial:** A medida que crece la complejidad y precisión de un trabajo de perforación, más sofisticadas son las máquinas taladradoras con las que cuenta la industria. Así, por ejemplo, para la perforación de orificios entre 25 y 40 mm de diámetro con impecable precisión, en acero de alta calidad y otros metales pesados, se usan las **taladradoras de brazo radial**, en las que el brazo puede girar alrededor de la columna y moverse verticalmente, por lo que esta máquina es ideal para el mecanizado de piezas de gran tamaño.

Para trabajos industriales en serie se dispone de varias máquinas muy eficientes: la **taladradora de husillos múltiples**, por ejemplo, cuyo cabezal de taladrado va provisto de varios husillos accionados por el husillo principal, permite taladrar varios orificios en una sola carrera de trabajo. La **taladradora en fila** (batería de taladradoras) es capaz de realizar varios procesos de mecanizado diferentes en una misma pieza, por ejemplo, taladrado, avellanado y escariado. Una versión aún más poderosa de esta última es la **taladradora de torreta**, controlada por computadora y provista de varios cabezales de perforación montados, justamente, en una torreta, que pueden equiparse con un tipo diferente de herramienta de corte.

Finalmente, la tecnología de Control Numérico por Computadora (CNC) no podía faltar. La oferta de las poderosas **taladradoras CNC** comprende equipos totalmente automatizados, diseñados para realizar múltiples perforaciones y otras operaciones de mecanizado con gran repetitividad y rapidez. Cuentan con sistemas de avance del husillo mediante mecanismo hidráulico o por servomotores, sistema de autoalineamiento de brocas, refrigeración por agua de las brocas durante el proceso de taladrado, una mesa de trabajo de hasta 5 m de longitud y capacidad para manejar piezas de hasta 100 mm de espesor. Su aplicación principal es en la industria siderúrgica y en la fabricación de placas de conexión para la construcción de puentes, estructuras metálicas y proyectos en infraestructura.

ROTOMARTILLO

¿Cómo funciona el rotomartillo?

Esta herramienta (fig. 61) es muy parecida a un taladro, pero se utiliza para perforar hormigón, losas, pisos y otros materiales, para los cuales un taladro no es lo suficientemente potente. El rotomartillo es una herramienta eléctrica o neumática similar a aquel, pero es más resistente y de mayor potencia. De ahí que se considere ideal para trabajos pesados que suelen ser cada vez más fuertes. Su función principal es la de golpear de tal forma que, a la vez que se mueve adelante y atrás, logra atornillar piezas que de forma manual sería imposible asegurar. Tienen además funciones específicas: roto-percutor, cincelado y perforación.



fig. 61

¿Qué hay que tener en cuenta al elegir un rotomartillo?

A la hora de perforar orificios en hormigón y otros materiales duros, tarea que exige mecanismos potentes, basados en acciones de disparo, un rotomartillo, martillo rotatorio o martillo perforador constituye la perfecta opción frente un simple taladro que no es lo suficientemente poderoso como para realizar ese trabajo.

La estructura de un rotomartillo incluye elementos básicos comunes a otras herramientas similares: un motor (alimentado por cable, batería o sistema neumático), engranajes de transmisión, un mecanismo de percusión y un mandril o portaherramientas al que se acoplan diversos accesorios, constituidos principalmente por brocas y cinceles. Todos los elementos se encuentran dentro de una carcasa, provista de mangos especiales y botones de control.

El principio de funcionamiento del rotomartillo se basa en destruir la estructura del material procesado como resultado de movimientos de traslación o rotación del accesorio. Ello significa que en un rotomartillo se conjugan una serie de mecanismos, propiedades y parámetros que debemos considerar cuidadosamente cuando vamos a adquirir una herramienta de estas características.

Lo primero que debemos tener en cuenta está relacionado con la elección del tipo de herramienta en sí. Esto es porque de las tantas herramientas que disponemos para perforar orificios, existen solo dos útiles cuando se trata de hormigón: el taladro percutor y el rotomartillo. Por lo tanto, primero debemos comprobar si lo que exige nuestro trabajo es un rotomartillo o si en su lugar podemos usar un taladro percutor, que es más simple y económico.

1) ¿Rotomartillo o taladro percutor?

Un taladro percutor es una versión mejorada del taladro estándar y en general se usa con materiales relativamente más blandos, como hormigón liviano o mampostería, o donde la perforación requiere orificios de hasta 10 mm de diámetro. El rotomartillo cuenta con una pieza rotatoria para desplazar la herramienta en un movimiento más circular, con lo que se obtiene una perforación más poderosa de orificios de mayor tamaño en una superficie de mampostería u hormigón, y por lo tanto es la herramienta indicada para usar en hormigón más duro o para orificios de más de 10 mm.

Tanto el taladro percutor como el rotomartillo golpean su broca mientras esta gira y pulveriza el hormigón, pero el mecanismo de golpeteo funciona de manera diferente en las dos herramientas.

El taladro percutor usa dos discos estriados que rotan en contacto entre sí. Cuando las estrias enfrentadas se golpean entre ellas, los impactos se transmiten a la broca del taladro y originan el característico sonido de martilleo. Para trabajos más pesados, resulta mucho más eficaz emplear un rotomartillo que un taladro percutor. El rotomartillo usa un pistón que comprime repetidamente el aire que hay sobre él y provoca fuertes movimientos que se transmiten directamente a la broca, lo que nos permite efectuar los mismos trabajos en menos tiempo y con menor esfuerzo.

Una vez que decidimos que lo que necesitamos es un rotomartillo, hemos de examinar la herramienta en detalles, para saber qué tener en cuenta:

2) *¿Rotomartillo horizontal o vertical?*

Según la ubicación del motor, podemos optar entre rotomartillos horizontales (cuando el motor se encuentra paralelo al eje de impacto) o verticales (cuando el motor se encuentra perpendicular al eje de impacto).

Los horizontales se prefieren para trabajar en ranuras angostas, ya que son más alargados y estrechos. La mayoría de los rotomartillos hogareños son de tipo horizontal. Por su parte, los rotomartillos verticales (o en *L*) presentan ventajas en términos de potencia y capacidad de enfriamiento del motor, por lo que la mayor parte de los rotomartillos profesionales son verticales.

3) *Pero ¿qué potencia eléctrica precisa mi rotomartillo?*

Este parámetro, medido en W (watts), es muy importante para determinar las capacidades de nuestra herramienta. En el comercio encontraremos rotomartillos con potencias que van de los 450 a los 2000 W. Aunque no existe una clara división en categorías, podemos establecer que las potencias de hasta 900 W son las más indicadas para los rotomartillos destinados al uso hogareño, mientras que las de más de 900 W son las preferidas para rotomartillos de uso profesional.

Esto quiere decir que si, por ejemplo, necesitamos perforar una pared gruesa, conviene elegir un rotomartillo poderoso, de al menos 1500 W. En cambio, si las reparaciones profesionales no forman parte de nuestra actividad habitual, podemos optar por una buena herramienta de 750-900 W. Los aficionados o entusiastas del bricolaje, que podrían hacer uso del rotomartillo unas pocas veces al año, encontrarán ideal una herramienta con una potencia de 550-600 W.

4) *¿Y en cuanto a la potencia de impacto?*

Este otro parámetro, medido en joules (J), muestra la energía que posee el rotomartillo para su interacción con la pieza de trabajo. De esta magnitud, que es directamente proporcional a la potencia eléctrica, depende la eficiencia y la velocidad de la herramienta.

Por ejemplo, algunos fabricantes ofrecen modelos de 750 W y 2,8 J (potencia eléctrica y potencia de impacto, respectivamente) que pueden hacer orificios en hormigón de un diámetro de 26 mm o más. Otros modelos más potentes presentan una potencia eléctrica de 1500 W y una energía de impacto de 20 J, con capacidad para perforar orificios de hasta 52 mm de diámetro en hormigón. Sin embargo, si no realizamos este tipo de trabajos pesados, podemos elegir un modelo perfectamente adaptado para el uso diario, con potencias de impacto que varían entre 2,6 y 4,5 J. Esta opción conviene especialmente a instaladores de sistemas de ventilación y aire acondicionado, electricistas, plomeros, colocadores de revestimientos y alfombras, etc.

5) *Y ¿qué me indican la velocidad de rotación y la frecuencia de impacto?*

Estos parámetros indican la cantidad de movimientos de rotación y traslación del rotomartillo por unidad de tiempo.

La frecuencia de impacto va de 2150 a 5800 golpes por minuto. A su vez, las velocidades de rotación varían entre 230 y 2300 rpm. Las herramientas para aplicaciones domésticas o ligeras tienen mayores velocidades de rotación (de 1500 a 2000 rpm), mientras que las profesionales tienen menores velocidades (de 230 a 450 rpm).

Si lo que buscamos es un rotomartillo para uso ligero o para bricolaje, resulta recomendable un modelo con una velocidad de rotación de 1000-1500 rpm y una frecuencia de impacto de 4000-4500 golpes por minuto.

6) *¿Cómo elijo los mandriles y encastres idóneos?*

El mandril es un dispositivo para acoplar los accesorios de trabajo, como brocas, cinceles u otros. Su tamaño depende del tipo de accesorio que puede alojar, está relacionado con la potencia del rotomartillo y por lo general se asocia también con el tipo de encastre.

En los años 70 la firma Bosch lanzó el encastre SDS, que proporcionaba un sistema más eficiente para producir un golpe de martillo en el extremo de una broca en rotación, sin por ello impactar en el mandril. Más adelante apareció el encastre SDS-plus, que presentaba un mejoramiento en el vástago con respecto al modelo SDS y funcionaba de manera intercambiable con este, pero con una mejor conexión. Hoy en día, el encastre SDS-plus es el más común en el mercado.

No obstante, al surgir la necesidad de brocas aptas para trabajos pesados en hormigón y mampostería, en los Estados Unidos se presentó el encastre estriado (*spline*), mientras que en Europa apareció el modelo SDS-max, destinado a remplazar el estriado para brocas más grandes, con la misma fuerza y capacidad, pero con una conectividad mejor, similar a la de las brocas SDS más pequeñas. Sin embargo, ese remplazo nunca tuvo lugar de manera determinante, por lo que en los Estados Unidos aún se comercializan los rotomartillos con encastre estriado.

A los efectos de elegir el modelo de mandril/encastre adecuado para nuestra necesidad, recordemos lo siguiente:

Encastre SDS y SDS-plus: Tiene 10 mm de diámetro y es el que presentan los rotomartillos ligeros para uso semiprofesional u hogareño. Se usa típicamente con brocas de carburo de 5/32" a 1-1/8" y brocas con núcleo de carburo de hasta 4" para paredes delgadas, así como con cinceles pequeños. Si adquirimos un rotomartillo SDS o SDS-plus podremos usar indistintamente accesorios SDS o SDS-plus.

Encastre SDS-max: Los rotomartillos de uso profesional vienen con mandriles SDS-max, que tienen 19 mm de diámetro y generalmente se usan con brocas de carburo de 1/2" a 2" y brocas con núcleo de carburo de hasta 4" para paredes gruesas o hasta 6" para paredes delgadas. Además, en estos mandriles se pueden encastrar cinceles pala, de corte frío, de excavación, etc. Si adquirimos un rotomartillo SDS o SDS-plus debemos tener en cuenta que NO podremos usar accesorios SDS-max, ya que son incompatibles con ese tipo de encastre.

7) *¿Cómo cuidarme gracias al sistema antivibración?*

Si vamos a emplear nuestro rotomartillo profesional en trabajos repetidos de demolición o perforación de superficies muy duras, es claro que deberemos abordar el problema de las vibraciones asociadas con esa actividad, capaces de afectar la salud del trabajador. A tal efecto, ciertos fabricantes incorporan un sistema de antivibración en algunos modelos de su línea de rotomartillos potentes. Estos sistemas se basan en la amortiguación dinámica para reducir drásticamente la vibración rotatoria en casi un 50 % con respecto a productos similares y, al mismo tiempo, aumentar la potencia de impacto hasta un 75 %. Entre las ventajas de los sistemas antivibración podemos señalar las siguientes:

- Protegen al trabajador del síndrome de vibración de manos y brazos.
- Contribuyen a la salud y aptitud del trabajador.

- Reducen la fatiga y permiten mayor productividad.
- Facilitan el control de la herramienta para brindar un mejor acabado.

Diseño	Potencia (J)	Golpes por minuto	Peso (kg)	Aplicaciones
horizontal (mango en <i>D</i>)	8	3180	6	<ul style="list-style-type: none"> • Cincelado en paredes de hormigón y mampostería. • Canalización de hormigón y mampostería. • Reparación de cemento. • Extracción de yeso, tejas/azulejos. • Cincelado de aberturas y penetraciones para tuberías en paredes y piso.
horizontal (mango en <i>D</i>)	11	2760	8	<ul style="list-style-type: none"> • Demolición pesada de paredes de mampostería y ladrillos. • Extracción de yeso. • Extracción de revestimientos en paredes y piso. • Creación de aberturas para ventanas y puertas.
horizontal (mango en <i>D</i>)	20	1890	11	<ul style="list-style-type: none"> • Demolición de paredes. • Corrección de losas de piso. • Creación de aberturas para puertas y ventanas.
horizontal (mango en <i>D</i>)	26	1950	12	<ul style="list-style-type: none"> • Demolición de hormigón y mampostería a nivel de suelo o por debajo del nivel de la cintura. • Renovación de pisos de todo tipo. • Extracción de baldosas. • Cincelados correctivos; por ej.: ajustes de puertas y ventanas.
horizontal (mango en <i>D</i>)	30	1620	14	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo extenso de demolición cerca del nivel del piso. • Exposición de refuerzos en cimientos. • Creación de aberturas para escaleras. • Creación de grandes canales en pisos; por ej.: en cañerías de aguas residuales. • Rotura de asfalto en trabajos de renovación de superficies; por ej.: mantenimiento del alcantarillado.
vertical (mango en <i>T</i>)	68	860	30	<ul style="list-style-type: none"> • Demolición (de media a pesada) de losas y cimientos de hormigón. • Rotura de asfalto para la construcción de caminos, trabajos de reparación y colocación de tuberías. • Extracción de hormigón para conexiones de barras de refuerzos y de servicios públicos.

fig. 62 Tipos de martillo y sus aplicaciones.



fig. 63 Martillos demoledores/perforadores.



fig. 64 Martillos perforadores.



fig. 65 Martillos demoledores.



CINCELES PARA ROTOMARTILLO

La adquisición de un cincel también está condicionada por una serie de factores que dependen de ciertos parámetros. Veamos tres de los principales:

a) Tamaño del trabajo por realizar

Si vamos a trabajar en un área grande o pequeña podemos elegir un cincel grande de punta, que a la sazón puede producir menor cantidad de escombro. Un cincel pequeño arranca trozos de menor tamaño, al perforar áreas pequeñas y provocar grandes desmoronamientos. En cambio, uno más grande arranca áreas de mayor tamaño, o bien permite extraer el material con las manos después de romperlo.

b) Resistencia del material por demoler

La resistencia del material que debe ser demolido tiene un gran impacto en la elección del cincel. Si el material es débil, un cincel grande de punta roma se adaptará perfectamente a esa tarea. Si el material es resistente, el trabajo puede comenzarse con un cincel de punta pequeño, ya que de esta manera se ejerce más presión sobre una menor cantidad de espacio, lo que facilita la perforación del material.

c) Área por demoler

Ciertas áreas demoler son fáciles de atacar, por ejemplo, las paredes completamente abiertas o un piso que no presenta ningún tipo de obstrucción. Si el trabajo se encuentra en un área complicada, la demolición puede verse dificultada. Los cinceles de pala angosta, de corte frío y de punta tipo lápiz funcionan mejor en áreas inusuales, ya que su forma larga y delgada facilita la rotura del material en áreas pequeñas u ocultas.



fig. 66

¿Cómo elegir correctamente un cincel para la labor que nos ocupa?

Los demoledores usan generalmente encastres SDS, que permiten deslizarlos de manera simple sin tener que apretar el portabrocas. Si nuestro demoledor no tiene ese encastre, un cincel hexagonal será el adecuado.

La elección de los cinceles puede afectar drásticamente su eficiencia cuando se trabaja con un material particular. Por ejemplo:

- Los cinceles de pala ancha pueden arrancar mejor trozos grandes de mampostería, en casos en que, por ejemplo, se esté demoliendo una pared.
- Los cinceles de pala angosta, por su parte, pueden picar secciones más pequeñas.
- En cuanto a los especialistas, los electricistas, por ejemplo, usan cinceles pequeños para abrir canaletas en el hormigón, mientras que los cinceles de punta pueden partir rocas fácilmente.
- Antes de usar un cincel debemos evaluar cuidadosamente el área de trabajo para lograr los mejores resultados en el menor tiempo posible.

Veamos a continuación varios tipos de cincel:

Cincel de punta (fig. 67): Por su diseño estilizado y la forma afilada de su extremo, este accesorio es perfecto para perforaciones sutiles y estrechas. Principalmente utilizado para aplicaciones de cincelado ligero como remover argamasa o cerámica, también se utiliza para demolición en mortero y otros productos de mampostería. Algunos modelos poseen la propiedad de ser autoafilantes, lo que brinda la ventaja de contar con menos atascos durante la perforación.

Cinzel de pala angosta (fig. 68): Este accesorio cuenta con una punta aplanada, utilizada para realizar un perforado un poco más fuerte que el de punta. El ancho de su diseño lo califica como el accesorio idóneo para trabajar en espacios reducidos. Se implementa para romper y ranurar en línea recta, por ejemplo, para instalar una tubería de conducción eléctrica en los muros, entre otros trabajos.

Cinzel de pala ancha (fig. 69): Este cinzel cuenta con un diseño de pala plana que crea un borde autoafilante, en algunos modelos, lo que aumenta el índice de remoción del material. También cuenta con bordes de apoyo, lo que permite incrementar la estabilidad de la herramienta durante la ejecución del trabajo. Este tipo de herramienta se puede obtener en varias longitudes, por lo que es muy importante seleccionar el adecuado según la extensión del área de trabajo. Otra ventaja del modelo es que posee un tiempo de vida útil mayor, gracias a su diseño de longitud doble. Resulta perfecto para aplicaciones de extracción de material en hormigón, paredes, pisos y perforación sobre cerámica.

Cinzel de pala para arcilla (fig. 70): Este accesorio ha sido creado especialmente para cavar de manera muy fácil. Es perfecto para trabajos de jardinería en general, o paisajismo. Su diseño de una pieza está constituido, para algunos modelos, de acero uniforme a lo largo de toda la estructura.

Cinzel de corte frío (fig. 71): Este posee una punta de forma plana y de base robusta. Se utiliza para cortar una línea recta, por ejemplo, al retirar la sección de una acera.

Cinzel martelina (fig. 72): Accesorio diseñado para ser usado con el rotomartillo combinado, en concreto, ladrillo, hormigón, trabajos de mampostería. Altamente recomendado para la construcción en general.



fig. 67



fig. 68



fig. 69



fig. 70



fig. 71



fig. 72

La mayoría de estos cinceles presentan variedad en grosor y longitud, lo cual debe considerarse al momento de realizar la selección. Estos dos aspectos son abarcados de manera muy especializada por cada marca de herramientas, lo que nos brinda la posibilidad de contar con el accesorio perfecto, al momento de ejecutar nuestro trabajo.

El material estándar para la fabricación de los cinceles para rotomartillo es el acero. Este brinda la constitución necesaria para la realización de la tarea de perforación y otorga un tiempo de vida formidable a los accesorios.

BROCAS PARA METALES

Las mechas o brocas (fig. 73) son herramientas de corte para ser utilizadas con un taladro o torno. Estas herramientas realizan un modo de mecanizado que se llama taladrado, que consiste en crear agujeros en distintos materiales metálicos. Existen brocas diamantadas utilizadas para el corte de materiales como cerámicos, porcelanatos, etc. Una característica de las mechas es que tienen un cuerpo helicoidal por donde la viruta sale.



fig. 73

Las mechas se pueden construir con los siguientes materiales:

- **Acero rápido (HSS):** Para taladrar aceros de baja a mediana dureza.
- **Acero rápido reforzado con tungsteno (HSS M2):** Más resistente que el anterior, perfora aceros aleados de alta resistencia. Es una opción más económica frente a las mechas de cobalto al 5 %.
- **Acero rápido con cobalto 5 % (HSS Co 5 %):** El acero rápido es reforzado con cobalto al 5 % para obtener un mejor rendimiento frente a materiales duros de mecanizar.
- **Acero rápido con cobalto 8 % (HSS Co 8 %):** En este caso, el refuerzo en el HSS llega al 8 % para conseguir la más alta resistencia térmica según la norma americana M 42.
- **Metal duro (carburo de tungsteno):** Es cada vez más empleado como material de herramientas de corte giratorias, pues posee ventajas que lo destacan frente al acero rápido, como su dureza, resistencia al desgaste y al calor, su rigidez y mejor filo de corte. En el mercado usualmente hay dos tipos de broca de este material. Por un lado, están las **brocas integrales**, confeccionadas enteramente en carburo de tungsteno, que se utilizan en taladros de banco, debido a que el material tiene muy poca flexibilidad y a que, a la menor vibración, se corre el riesgo de rotura. Las brocas manufacturadas de metal duro son más caras que las comunes de HSS; están destinadas a trabajar sobre materiales también de extremada dureza si se les va a perforar. Por otro lado, están las **brocas con plaqueta de metal duro** en la punta, cuyo cuerpo helicoidal hasta el mango se produce en acero rápido; estas cumplen con las mismas funciones que una integral y son más económicas, aunque su vida útil es menor, pues está determinada por el filo y la permanencia de la placa de tungsteno en dicha punta.

Elementos constitutivos de una broca

Existen infinidad de brocas o mechas con distintas aplicaciones; se diferencian por sus características técnicas derivadas de su aplicación para poder perforar en diferentes materiales.

- **Longitud total de la broca:** Existen brocas extracortas, cortas, normales, largas y extralargas. Las extralargas se estila utilizarlas con un taladro de banco, a fin de taladrar profundo en una superficie y que la broca no se dañe o malogre el agujero.
- **Longitud de corte:** Es la profundidad máxima que se puede taladrar con una mecha y viene definida por la longitud útil, la cual está determinada por la extensión de la hélice.

- **Diámetro de corte:** Es el diámetro del orificio obtenido con la broca.
- **Ángulo de corte:** El ángulo de corte normal en una broca es de 118° en la punta, pero también existen brocas de 135° , para que, a mayor contacto con el material, la mecha se autocentre y no resbale sobre la superficie.
- **Diámetro y forma del mango:** El mango de una broca puede ser cilíndrico, triangular o cónico. El mango cilíndrico es el más común, pero cabe destacarse que existe un subtipo que es el mango reducido, que consiste en una disminución de su tamaño en brocas cuyo diámetro supera los 10 mm o los 13 mm, a fin de que la broca pueda ser utilizada en mandriles de las medidas mencionadas. En cuanto al mango triangular, se trata de una broca con muescas en la superficie que están en contacto con el portabrocas, en pos de que la herramienta no resbale; se estila hacer esta modificación en mechas destinadas a perforar metales muy duros, como aceros aleados, matrices, etc. Por último, se encuentran las de mango cónico, posicionadas sobre un portabrocas especial; usualmente se utilizan para perforar agujeros profundos y de un grosor importante.
- **Ángulo de la hélice:** En dependencia del material a perforar, la mecha puede tener un ángulo particular para cortar la viruta y evacuarla. Existe una serie de letras para identificar la aplicación y el ángulo de la barrena: N es el ángulo de la hélice de 30° para uso general, W corresponde al ángulo $40^\circ/45^\circ$ destinado a mecanizar aluminio y materiales de viruta larga. La tipo H, es conocida como la hélice lenta; por su paso helicoidal largo, en ángulo de $15^\circ/20^\circ$, es ideal para bronce y otros materiales cuya viruta sea de gran volumen. Por último, se encuentra la hélice tipo S, con ángulo de 35° , que se destaca a primera vista por la cualidad de tener un acanalado tupido para una remoción rápida de la viruta; esta se utiliza para aceros inoxidable.



BROCAS PARA PARED

Es sumamente importante conocer con exactitud qué clase de broca debemos utilizar para cada tipo de material, pues de esto depende que podamos realizar el trabajo con éxito. Por ejemplo, con una broca de pared (fig. 74) no será posible taladrar metal. Sin embargo, con una broca de metal sí podremos taladrar madera. En cualquier caso, siempre es mejor utilizar la broca adecuada, que es uno de los accesorios de taladro indispensables para la construcción.

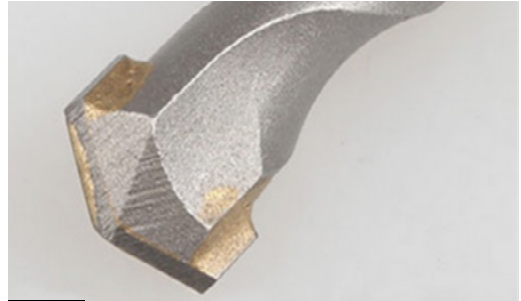


fig. 74

Tipos de broca de pared

Broca estándar: Este tipo de brocas es usado únicamente para taladrar paredes y materiales de construcción; no sirve para taladrar madera, metales o algún otro material. Estas brocas poseen una placa de metal en la punta, cuya función es penetrar con mayor facilidad el material que se está perforando. Las brocas de pared pueden usarse con o sin percusión.

Existen dos calidades de brocas estándar para paredes:

- **Broca laminada con placa de carburo de wolframio o carburo de tungsteno (widia):** Utilizada para taladrar yeso, cemento, ladrillo, piedra arenisca, caliza.
- **Broca fresada con placa de carburo de alto rendimiento:** utilizada para taladrar materiales como mármol, hormigón, granito, pizarra y piedras en general.

Broca larga: Este tipo de broca es similar al de las estándar, pero el tamaño es mucho más largo, pues se utilizan para atravesar muros y paredes. Son de mayor calidad que las brocas estándar debido a que son utilizadas mayormente por los profesionales de la construcción. Las brocas largas poseen una forma particular que facilita la evacuación del material taladrado.

DISCOS PARA HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS

Es tal la variedad existente de discos para herramientas eléctricas que, frecuentemente, la perspectiva de su uso genera confusión o conduce a elecciones equivocadas por parte del usuario inexperto. Vamos a profundizar detalladamente en ellos, para conocer al menos los principales tipos que ofrece actualmente el mercado, y así también sus aplicaciones. Asimismo, veremos las características y las diversas formas en que pueden clasificarse los discos para herramientas eléctricas, en dependencia de un conjunto de parámetros fundamentales para su correcta selección.

Para empezar, y antes de brindar especificidades, debemos efectuar un par de distinciones que iluminarán el complejo panorama. Los cientos de discos para herramientas eléctricas que podemos encontrar en los comercios especializados deben necesariamente clasificarse en dos amplias categorías generales detalladas en el siguiente gráfico (fig. 75):

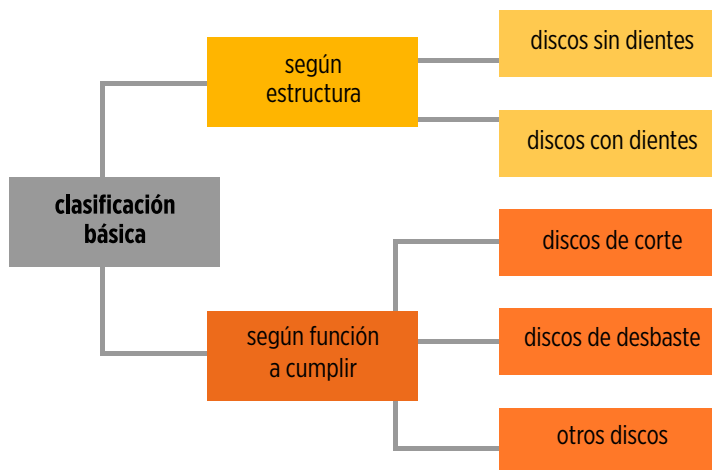


fig. 75 Clasificación básica de los discos para herramientas eléctricas.

Los discos sin dientes son los conocidos comúnmente como **discos abrasivos** y están hechos de granos abrasivos y de una serie de capas de elementos que veremos a continuación. Se emplean para toda clase de materiales y están disponibles en una gran variedad de modelos, cuyo diseño y composición dependen del uso.

Los materiales esenciales que componen un disco abrasivo son tres:

- Material de corte: Denominado *grano abrasivo*, es el elemento esencial del disco porque realiza la función de corte, cubre la superficie del disco y su dureza debe ser mayor que la pieza de trabajo.
- Material aglutinante: Es el que permite la unión de los granos abrasivos. Puede ser natural o artificial y confiere resistencia y dureza al disco. La fortaleza con la que el aglutinante mantiene unidos los granos abrasivos determina el “grado” del disco, el cual, a su vez, puede afectar la velocidad del disco y la profundidad del corte o desbaste.

- **Material de malla:** Es el refuerzo mecánico que impide la fractura del disco. Generalmente, el material de malla consta de una o más capas de fibra de vidrio.

Por otra parte, los discos dentados son de acero y presentan, como lo indica su nombre, una hilera de dientes de diversas formas, con punta de vidia o diamante, y se emplean para todo tipo de madera y materiales blandos, como: metales (aluminio y bronce), plástico, yeso y laminados, entre otros.

Con respecto a las funciones que cumplen los discos para herramientas eléctricas, estas son muy distintas y no se pueden emplear los mismos discos para diversas aplicaciones, a menos que estos estén especialmente diseñados para más de una función.

Las funciones principales de los discos para herramientas eléctricas son dos y se exponen en el siguiente gráfico (fig. 76):



La operación de corte se realiza en un ángulo de 90° respecto a la pieza de trabajo, y emplea discos de espesor muy reducido (entre 0,8 y 4 mm aprox.) o, si estos son dentados, con un bajo número de dientes.

La operación de desbaste se realiza en un ángulo óptimo de 30° respecto a la pieza de trabajo, y emplea discos de mayor espesor (entre 4 y 8 mm aprox.) o, si estos son dentados, con un mayor número de dientes.

fig. 76 Diferencias entre las operaciones de corte y desbaste.

También existe una variedad de discos especialmente diseñados para otras funciones distintas de corte y desbaste, como: afilado de herramientas, lijado, pulido, eliminación de restos de soldadura, eliminación de rebabas, limpieza, acabado, etc. Estas funciones emplean discos cuyas formas, composiciones y condiciones de uso son completamente diferentes entre sí y varían según la aplicación.

Teniendo en cuenta estas dos grandes categorías que acabamos de ver, la diversidad de subcategorías que se desprende de ambas es numerosa. Conozcamos qué otros grupos de discos para herramientas eléctricas podemos distinguir.

Los **discos abrasivos** (que veremos más adelante en detalle, cfr.: pp. 98-103), por ejemplo, conforman un vasto grupo que se puede diferenciar según tres parámetros, presentados en la tabla a continuación (fig. 77):

Según el gramo o material de corte	Según el aglutinante	Según el tipo
Disco de: <ul style="list-style-type: none"> • óxido de aluminio o corindón • carburo de silicio o carborundum • óxido de aluminio zirconado • zirconio • nitruro de boro cúbico • diamante 	Disco que contiene: <ul style="list-style-type: none"> • cerámica (vitrificados) • resina sintética • silicato • shellac • caucho • oxiclорuro • metales 	 planos
		 cóncavo o de centro deprimido
		 <i>flap</i>
		 de copa

fig. 77 Clasificación de los discos abrasivos.

La correcta combinación de material de corte y aglutinante permite la existencia de discos abrasivos que cubren las necesidades más exigentes. Así, por ejemplo, los discos de óxido de aluminio con aglutinante cerámico son muy comunes y económicos, aunque poseen baja resistencia al choque mecánico y térmico. En cambio, los discos que contienen resina son más flexibles por la naturaleza elástica del aglutinante y, por lo tanto, son más resistentes.

En cuanto a la forma, los discos de tipo cóncavo o centro deprimido se usan principalmente para desbaste y, a diferencia de los planos, usados tanto para corte como para desbaste, los cóncavos tienen la ventaja de ocultar la parte del eje y la tuerca de sujeción de la amoladora para que estos no interfieran con la operación que se está ejecutando.

Los **discos flap** presentan un conjunto de múltiples hojas de tela abrasiva, ubicadas de forma radial y montadas sobre una base de plástico o fibra de vidrio, con gran poder de desbaste y un suave acabado de la superficie.

Por lo que hemos visto hasta ahora, es claro que no puede emplearse el mismo disco, por ejemplo, para cortar aluminio o hierro fundido, o para cortar mármol y cerámica. Cada material o grupo de materiales exige el uso de un disco en particular, y sobre esa base podemos efectuar más distinciones, como muestra la tabla que sigue (cfr.: fig. 78).

Material por procesar	Tipo de grano	Función	Tipo de disco
Metales ferrosos: <ul style="list-style-type: none"> • hierro fundido • aceros al carbono • aceros inoxidables • fundición. 	óxido de aluminio con aglutinante de resina	desbaste	disco abrasivo cóncavo, disco abrasivo de copa
	carburo de silicio	corte	disco abrasivo plano y cóncavo
	óxido de aluminio	corte	disco dentado
	óxido zirconado	otras funciones: limpieza, eliminación de rebabas y acabado	disco abrasivo <i>flap</i>
Material no ferroso: aluminio.	óxido de aluminio	corte	disco abrasivo plano
		corte	disco dentado
bronce		corte	disco dentado
cobre, zinc, latón, estaño, plomo, titanio	óxido zirconado	desbaste	disco abrasivo
madera		corte	disco dentado
	óxido zirconado	otras funciones: desbaste y acabado	disco abrasivo <i>flap</i>
plástico	diamante	corte	disco segmentado
		corte	disco dentado
asfalto	diamante	corte en seco y en húmedo	disco segmentado, diámetro 35 cm en máquinas especiales
hormigón	carburo de silicio con aglutinante de resina	desbaste	disco abrasivo plano y cóncavo
		corte	disco segmentado
piedra	carburo de silicio con aglutinante de resina	corte	disco abrasivo plano y cóncavo
ladrillo		desbaste	disco abrasivo de copa
fibrocemento		corte	disco continuo
vidrio	diamante	corte	disco continuo
mármol y granito	diamante	corte en húmedo	disco segmentado
cerámica	diamante	corte en seco y en húmedo	disco segmentado, disco turbo, disco continuo
baldosas	diamante	corte en seco y en húmedo	disco segmentado, disco turbo
rieles ferroviarios	óxido de aluminio zirconado	corte	disco abrasivo, diámetro 30-40 cm en máquinas especiales
caucho	diamante	corte	disco segmentado

fig. 78 Tipos de disco según el material por procesar.

Otras de las características que establecen distintas categorías entre los discos para herramientas eléctricas tienen en cuenta su diámetro, lo que, a su vez, está relacionado con el tipo de máquina en la que se usarán. Así, por ejemplo, tanto los discos abrasivos como los dentados que se emplean en operaciones de corte, desbaste, etc., se producen en distintos tipos, diámetros y composiciones, según su empleo en máquinas estacionarias o fijas, máquinas portátiles y máquinas sensitivas (manuales). La siguiente tabla (fig. 79) muestra algunos ejemplos:

Estructura del disco	Diámetro aprox. del disco (mm)	No. de dientes	Función y material	Máquina empleada
óxido de aluminio + bakelita + fibra de vidrio	100-150	disco abrasivo (sin dientes)	Corte y desbaste de acero y aceros inoxidable.	amoladora angular
			Desbaste de piedra y hierro fundido.	
Corte de materiales no ferrosos.				
Corte de piedra y hierro fundido.				
carburo silicio + bakelita + fibra de vidrio	250		Desbaste de fundición.	amoladora recta
aluminio zirconado + bakelita + fibra de vidrio			Corte de fundición.	
óxido de aluminio + bakelita + fibra de vidrio	75		Corte y desbaste de acero y aceros inoxidable.	amoladora recta
aluminio zirconado + bakelita + fibra de vidrio	300-400		Corte de acero para rieles.	sierra a gasolina con dispositivo de sujeción
óxido de aluminio + bakelita + fibra de vidrio	300-350		Corte de acero y acero inoxidable.	sierra a gasolina y sierra eléctrica
carburo silicio + bakelita + fibra de vidrio	300-350		Corte de piedra y hierro fundido.	
óxido de aluminio + bakelita + fibra de vidrio	300-400	Corte de acero y acero inoxidable.	sierra circular sierra de inglete/estacionaria	
disco dentado	136	16-24	Corte de madera.	sierra inalámbrica
	140	40	Desbaste/acabado de madera.	
	184	16-24	Corte de madera.	sierra eléctrica portátil
		40-60	Desbaste/acabado de madera.	
	203-209	24	Uso general en madera.	sierra de inglete/estacionaria
	243	60-80	Desbaste/acabado de madera.	
	136-355	30-80	Corte de acero.	sierra circular
	177-204	4-8	Corte de fibrocemento.	sierra eléctrica portátil
184	120	Corte de plásticos.	sierra circular	

fig. 79 Tipos de disco según la máquina empleada.

DISCOS ABRASIVOS

Los usuarios de herramientas eléctricas pueden lograr un mejor provecho de sus máquinas cuando cuentan con la información adecuada y lo mismo ocurre con los accesorios para esas herramientas. Aun los que aparentemente se consideran elementos de menor importancia, como los discos, tienen su propia terminología, dimensiones, aplicaciones y sistemas de identificación, que se vuelven críticos al momento de obtener una mejor ejecución.

Un **disco o muela abrasiva** es una herramienta generalmente de autoafilado conformada por granos abrasivos (material de corte) unidos por un agente aglutinante y reforzados por una estructura de material compuesto (malla) que permite cierto espacio libre (poros) entre los bordes de corte.

Las características de un disco abrasivo dependen de la combinación del tipo y el tamaño del grano, del aglutinante, la estructura y el grado. Examinemos cada uno de estos parámetros en detalle.

Tipo de grano abrasivo

Como ya se señaló, los discos de corte y desbaste pueden estar compuestos de distintos tipos de grano, lo cual determina dos grandes subgrupos:

Discos abrasivos convencionales: Esta categoría comprende básicamente los discos cuyo grano abrasivo consiste en **óxido de aluminio**, carburo de silicio o en una combinación de óxidos de aluminio y zirconio. Se emplean para materiales blandos y duros o semiduros, con aplicaciones que detallamos en la tabla que sigue (fig. 80):

Tipo de grano abrasivo	Designación	Usos	Materiales en que se emplean
óxido de aluminio o corindón	A	Corte, desbaste y pulido de: <ul style="list-style-type: none"> » metales abrasivos » aglutinados » metal » madera » revestimientos en abrasivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • acero y sus aleaciones • hierro fundido modular • hierro fundido maleable
carburo de silicio o carborundum	C	<ul style="list-style-type: none"> • Corte y desbaste en hormigón y metales muy blandos o muy duros de abrasivos aglomerados. • Corte de láminas, chapas y barras. • Acabado extrafino de metales y revestimientos en abrasivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • metal duro • cerámica • aluminio • latón • hierro fundido gris • materiales no ferrosos • materiales no metálicos
óxido de aluminio + óxido de zirconio	Z o AZ	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de metal en abrasivos aglomerados • y revestidos. • Corte de rieles. • Mecanizados de metales y aleaciones muy duras. 	<ul style="list-style-type: none"> • aceros en general • aluminio • hierro fundido maleable • cobre y sus aleaciones

fig. 80 Aplicaciones de los discos abrasivos convencionales según el tipo de grano.

Discos súperabrasivos: Esta categoría comprende un tipo más tenaz de discos, cuyo material de corte es el diamante policristalino o el nitruro de boro. Son para uso exclusivo en corte y desbaste a alta velocidad y precisión en materiales de gran dureza.

Tamaño de grano abrasivo

Este parámetro se indica en términos de **malla**: los granos más gruesos están representados por números de malla bajos y los granos más finos por números altos, como observamos en esta tabla (fig. 81):

Grupo	Tamaño de grano
grano grueso	8-10-12-14-16-20-24
grano normal	30-36-46-54-60-70
grano fino	80-90-100-120-150-180-220
grano muy fino	240-280-320-400-500-600-700-800-1000-1200-2500

fig. 81 Tamaños de grano abrasivo.

Los granos gruesos se usan en materiales dúctiles, blandos y fibrosos, para la remoción rápida de material de lijado, para grandes superficies de contacto y ejerciendo considerable fuerza con la herramienta. Mientras, los granos más finos se usan para obtener acabados lisos en materiales duros y quebradizos, en áreas de contacto pequeñas, y para mantener la forma en esquinas pequeñas y estrechas.

Grado

La capacidad relativa del aglutinante para mantener los granos abrasivos adheridos al disco da una idea de la dureza del disco y se mide en términos de fortaleza del aglutinante. Vale decir que, si el disco es de grado “blando”, el aglutinante tiene poca fortaleza para mantener unidos los granos y estos tenderán a desprenderse fácilmente con el uso. En cambio, si el grado es “duro”, los granos están fuertemente unidos al aglutinante y el disco tiene mayor vida útil.

La característica de “blando” no siempre es desventajosa, pues si bien los granos periféricos se desprenden, dejarán expuestos otros granos nuevos, por lo que el disco se “afilas” automáticamente. Esto no ocurre con el grado “duro”, en cuyo caso el disco deberá afilarse por medios mecánicos.

El grado de un disco abrasivo se indica con letras: las más bajas del alfabeto representan grados más blandos, mientras que las letras más altas del alfabeto representan grados más duros, tal como vemos en la siguiente tabla (fig. 82):

Muy blando	Blando	Medio	Duro	Muy duro
A, B, C, D, E, F, G	H, I, J, K	L, M, N, O	P, Q, R, S	T, U, V, W, X, Y, Z

fig. 82 Grados de discos abrasivos.

Estructura

Representa el espaciado entre los granos en un disco. El espaciado muy apretado se denota por números bajos, mientras que el espaciado más abierto se indica con números altos. Las estructuras de los discos dependen del material de la pieza de trabajo, la velocidad de eliminación de material, la precisión y el acabado superficial requeridos. La siguiente tabla (fig. 83) muestra los números abarcados por las estructuras densa, media y abierta:

Número de estructura	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Porcentaje de grano (%)	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36	34
Designación corta	densa o compacta (D)						media (V)				abierta o porosa (W)				

fig. 83 Estructura de los discos abrasivos.

Aglutinante

Es el material que mantiene unidos los granos. El tipo de aglutinante (fig. 84) depende de la velocidad de trabajo del disco, del tipo de operación y del acabado superficial requerido. Los materiales empleados para los aglutinantes se simbolizan con una o dos letras, como se verifica en la tabla que sigue:

Aglutinante	Símbolo	Método de fabricación	Propiedades y usos
resina sintética/ bakelita	B	La mezcla consta de abrasivo, resina sintética y un plastificante. Las matrices se colocan en hornos sin secado previo. El agente de unión se endurece a temperatura entre 160 y 200 °C.	Este aglutinante es excelente para discos de corte, discos de centro deprimido y especialmente para trabajos de velocidad ultra alta. Sin embargo, no ofrece buena precisión.
resina sintética/ bakelita reforzada	BF		
shellac o epoxi	E	Se fabrica con una mezcla de abrasivos y ligante epoxi, y después se endurece a temperatura normal.	Los discos con epoxi no se ven afectados por el agua ni por los ácidos, y son más elásticos que los discos de resina. Ampliamente usados para la remoción de gran cantidad de material.
oxicloruro	O	Los granos abrasivos se añaden a una mezcla de óxido de magnesio y cloruro de magnesio, que se forma y endurece a temperatura normal.	Este aglutinante es excelente para corte en frío, incluso sin refrigerante, así como para amolado en seco.
caucho	R	Se fabrica con caucho natural o sintético como ligante, y se cura a temperatura baja.	Tienen buena elasticidad y gran dureza, aunque presentan el inconveniente de recalentamiento a altas revoluciones, por lo que siempre deben usarse con un refrigerante.
caucho reforzado	RF		
silicato	S	Hoy prácticamente reemplazado por aglutinantes vitrificados.	
vitrificado (cerámico)	V	Fabricado en feldespato y arcillas seleccionadas por su fusibilidad y cuidadosamente procesado. Las matrices prensadas se secan en cámaras con temperatura controlada y después se hornean a unos 1300 °C.	La porosidad y la fortaleza de estos discos permite una alta capacidad de remoción de material, y su rigidez ayuda a obtener mayor precisión en el trabajo. Este aglutinante no se ve afectado por agua, ácidos, aceites o variaciones normales de temperatura.

fig. 84 Tipos de aglutinante y usos.

Nomenclatura de los discos abrasivos

Tanto los discos de corte como de desbaste tienen una identificación basada en los parámetros que acabamos de ver y que, por lo tanto, incluye números y letras.

Veamos un sencillo ejemplo (fig. 85):

51	—	A	—	36	—	L	—	5	—	V	—	23
Prefijo		Tipo de abrasivo		Tamaño de grano		Grado		Estructura		Tipo de aglutinante		Registro del fabricante

fig. 85

El prefijo y el registro del fabricante son identificaciones opcionales que no todos los discos incluyen; sin embargo, los demás parámetros siempre están indicados. Por tanto, un disco que presenta la nomenclatura que vemos en la figura de arriba tendrá las siguientes características:

Tipo de abrasivo = **A**: óxido de aluminio

Tamaño de grano = **36**: normal

Grado o dureza = **L**: medio

Estructura = **5**: densa o compacta

Tipo de aglutinante = **V**: vitrificado

Forma de los discos abrasivos

Por último, tengamos en cuenta que los discos abrasivos de corte y desbaste para amoladoras se producen en al menos dos formas distintas, de acuerdo con el uso, tal como muestra la tabla que sigue (fig. 86):

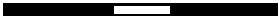
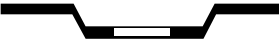
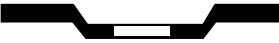
Forma	Perfil	Uso
discos planos		Corte Los diámetros varían entre aprox. 75-400 mm para máquinas portátiles y 300-400 mm para máquinas estacionarias.
discos cóncavos o con centro deprimido	 	Corte Los diámetros varían entre 75-250 mm. Desbaste Los espesores varían entre 2 y 10 mm. Los diámetros varían entre 75 y 250 mm para máquinas portátiles.

fig. 86 Formas y usos de los discos abrasivos.

¿Qué son los discos súperabrasivos?

Además de los **discos abrasivos convencionales**, a base de óxido de aluminio o carburo de silicio, usados habitualmente en amoladoras, esmeriladoras, rectificadoras, ingletadoras y otras máquinas eléctricas, la tecnología ha avanzado en la fabricación de discos más resistentes que amplían el espectro de aplicaciones. Esto ha posibilitado la comercialización de los llamados discos súperabrasivos, cuyo elemento de corte son dos de los materiales más duros y perdurables que existen en la actualidad: el diamante policristalino (PCD) y el nitruro de boro cúbico (CBN).

Fabricación y funcionamiento de los discos de PCD o CBN

En la fabricación de este tipo de discos, los granos de abrasivo (PCD o CBN) se adhieren a la periferia de un disco metálico (de aluminio, bronce, acero, cerámica o materiales compuestos, según los requisitos de resistencia, rigidez y estabilidad dimensional), a profundidades de 6 mm o menos, mediante técnicas de metalurgia de polvos. La adhesión metálica puede ser de tres tipos, lo que da lugar a su vez a tres tipos distintos de discos súperabrasivos:

- **Sinterizada:** Se realiza a presión y temperatura elevadas.
- **Soldadura en plata:** Se suelda por depresión, se aporta hilo de plata a la soldadura que une los granos abrasivos al disco metálico, por lo que estos quedan firmemente pegados.
- **Soldadura láser:** Es la más segura y precisa. Se realiza con la tecnología más avanzada y requiere una mayor calidad de materiales, tanto de los granos abrasivos como del disco metálico.

Cuando el **disco súperabrasivo** está en uso constante, el material de corte tiene una vida útil mucho mayor que la de los discos convencionales y exige menor fuerza por parte del operador. Cuando las piezas de diamante o CBN finalmente se van desgastando, dejan expuestas otras piezas nuevas que proseguirán con la operación de corte o desbaste, por lo que también se trata de una herramienta de autoafilado.

A pesar de sus características de excepcional dureza, el diamante presenta la desventaja de volverse frágil por encima de los 600 °C. Por otra parte, por ser básicamente un compuesto de carbono, presenta afinidad con los materiales ferrosos y las aleaciones de níquel. Esta característica hace que los **discos diamantados** no sean adecuados para su empleo en aceros y sus aleaciones, por lo que su uso abarca, principalmente, el corte y el desbaste de materiales como tungsteno, cuarzo, ferrita, grafito, piedras preciosas, carburos, óxidos cerámicos, vidrio, granito, hormigón, materiales reforzados con fibra de vidrio, materiales semiconductores y aleaciones de revestimiento duro.

La brecha dejada por el diamante en el corte de materiales ferrosos fue cubierta por los **discos de CBN**, que no presentan afinidad con el carbono, y por lo tanto son ideales para el maquinado de aceros tratados de dureza superior a 50 HRC, aceros difíciles de cortar, aceros de herramienta templados (de alta aleación, de alta velocidad, al cromo), aleaciones basadas en níquel, aceros de polvo metálico y fundiciones aceradas.

Clasificación

Los **discos de PCD o CBN** también tienen una clasificación universal, sobre la base de los mismos parámetros a través de los que se clasifican los discos convencionales. La figura 87 muestra la nomenclatura típica de los discos súperabrasivos.

Además, muchos fabricantes ofrecen discos diamantados que se diferencian por su tipo de banda (o *ring*), por su diámetro y por el tipo de corte. Veamos brevemente estas clasificaciones:

Tipo de banda: Generalmente, el mercado ofrece tres tipos de banda: continua, segmentada o turbo, que responden a distintas tecnologías usadas para adherir las partículas de diamante a los discos. La velocidad y el acabado de corte dependen del tipo de banda.

Diámetro: La profundidad de corte está directamente relacionada con el diámetro del disco (a mayor diámetro, mayor profundidad); y este, a su vez, con la velocidad máxima de uso, por lo que la elección del diámetro depende de la máquina en la que se va a usar el disco.

Los diámetros oscilan generalmente entre 10 y 35 cm. Los diámetros más pequeños se usan en herramientas portátiles; y los más grandes, en máquinas de banco o cortadoras de hormigón y asfalto.

Tipo de corte: Los discos diamantados ofrecidos en el mercado pueden efectuar cortes en húmedo y en seco.

El corte en húmedo es el más recomendado y, para prolongar la vida útil del disco y mantener una temperatura constante durante el corte, emplea agua como lubricante.

El corte en seco se aconseja solamente en casos en que el uso de agua no sea adecuado, por ejemplo, cerca de instalaciones eléctricas o con materiales susceptibles a la humedad. Por lo tanto, como el proceso no emplea lubricante, es necesario detener regularmente el funcionamiento de la máquina para permitir el enfriamiento del disco.

Por lo general, los discos diamantados para corte en seco se pueden usar para corte en húmedo, pero no a la inversa: los discos para corte en húmedo NO se pueden usar para corte en seco.

M	D	100	P	100	B	1/8	
Prefijo	Tipo de abrasivo	Tamaño de grano	Grado	Concentración de diamante	Aglomerante	Modificación de aglomerante	Profundidad de diamante (pulg.)
B	Nitruro de boro cúbico	20	A (suave)	25(baja)	B Resinoide		1/16
D	Diamante	24	hasta	50	M Metal		1/8
		30			75	V Vitrificado	1/4
		36			100 (alta)		La ausencia del símbolo de profundidad indica que es diamante macizo
		46					
		54		Z (duro)			
		60					
		80					
		90					
		100					
		120					
		150					
		180					
		220					
		240					
		280					
		320					
		400					
		500					
		600					
		800					
		1000					

Símbolo del fabricante para indicar el tipo de diamante

Letra o combinación numérica aquí indica una variación del aglomerante normal

fig. 87 Nomenclatura típica de los discos súperabrasivos.

CORTADORA ELÉCTRICA DE CERÁMICOS

El principio básico de los primeros modelos de esta máquina consistía en trazar una raya en el mosaico decorativo de entonces con un punzón de hierro o un rodel de carburo de wolframio, y separar la parte más débil por medio de un golpe, tal como hoy los artesanos o aficionados al bricolaje cortan el vidrio o los azulejos. Poco después, en lugar de usar la fuerza, la máquina incorporó un separador capaz de partir la pieza sin intervención del operario.

Con los años, las técnicas se perfeccionaron al punto de originar dos grandes grupos de máquinas para cortar cerámica:

- las máquinas manuales
- las máquinas eléctricas.

Las **máquinas manuales** no poseen motor, su diseño y funcionamiento es muy similar al de las máquinas primitivas –pero con tecnología de punta– y aún utilizan punzones y rodeles. Por el contrario, las **máquinas eléctricas** emplean un disco de diamante accionado por un motor e incorporan la posibilidad de efectuar cortes rectos y en ángulo con suma precisión y gran calidad, debido al enfriamiento por agua, de modo que ya no se consideran solamente cortadoras de cerámica, sino también **ingletadoras**.

Hoy en día el mercado ofrece tres tipos básicos de **máquinas eléctricas para cortar cerámicos**, que se distinguen por el principio de funcionamiento y que se seleccionan según la clase de trabajo a realizar:

Máquinas cortadoras portátiles: Son las más económicas y se ofrecen en estuches pequeños, de plástico o metal. El motor y el disco están ubicados por debajo de la superficie de corte y la pieza se desliza manualmente hacia el disco.

Máquinas cortadoras con carro deslizable: En este caso, la pieza se coloca sobre un carro transportador que la desplaza por debajo del motor y el disco de corte, los cuales se encuentran en una ubicación fija.

Máquinas cortadoras con rieles o consola de guiado: También llamadas cortadoras de cabezal móvil. Consisten en una plataforma fija donde se asienta la pieza. El motor y el disco se desplazan sobre rieles o sobre una barra elevada, y pasan por encima de la pieza para efectuar el corte.

Estas máquinas son las que ofrecen las mejores prestaciones y calidades de corte, por lo que vamos a detenernos con más detalle en sus características.

Máquinas cortadoras eléctricas con rieles o consola de guiado

Las cortadoras con rieles o consola de guiado pueden suministrarse tanto para ser montadas en banco o, con mayor frecuencia, para ser montadas en un armazón plegable de patas rectas o en forma de tijera, según el fabricante y el modelo. Ambos soportes se proveen con la máquina.

Están construidas íntegramente en aluminio, en aluminio extrudido o en una combinación de aluminio y acero, lo que ofrece gran robustez, mayor resistencia y peso ligero que facilita el transporte. Según el modelo, su longitud total puede variar entre 1 y 2 metros, con un peso neto que oscila entre 20 y más de 100 kg.

La figura 88 muestra uno de los modelos más asequibles y sus partes principales:



fig. 88 Partes fundamentales de una cortadora eléctrica.

1. **Chasis:** De gran rigidez estructural. Algunos modelos de 4 patas plegables, como el de la figura, incluyen dos patas provistas con ruedas, lo que permite el sencillo desplazamiento de la máquina.
2. **Cabezal de corte:** Es un sistema de rieles o una consola de aluminio deslizante sobre rodamientos que sirve para el guiado con precisión. Soporta el motor eléctrico, las guías y la guarda protectora del disco de corte. El cabezal se puede inclinar para activar la función ingletadora de la máquina, que permite efectuar cortes entre 0° y 45°. Muchos cabezales cuentan, además, con regulación vertical para ajustar la altura de corte.
3. **Guarda protectora del disco de corte:** Es un montaje completamente cerrado que ofrece la máxima protección al operario, mejora la visibilidad de la pieza y permite alojar discos de corte de hasta 350 mm de diámetro. La cubierta externa se puede desmontar para cambiar el disco.
4. **Sistema de enfriamiento por inmersión en agua:** Tanto la eliminación del polvo, como la vida útil del disco y la pieza, la precisión y la calidad del corte dependen fundamentalmente de un buen sistema de enfriamiento. Los sistemas de estas máquinas constan de: una bomba mecánica de agua, de tipo sumergible, una cubeta plástica removible y de gran capacidad para almacenar agua, un tubo plástico que suministra el agua de la cubeta al cabezal de corte, y una tobera reguladora de caudal ubicada en el cabezal, que distribuye correctamente el agua por la superficie del disco.
5. **Motor eléctrico:** Es un motor monofásico de transmisión directa, en algunos modelos con protector térmico, eléctrico o combinado, cuya potencia varía entre 800 y 2200 W y es capaz de otorgar al disco de corte una velocidad de giro de 2500 a 3000 rpm.

Dependiendo del fabricante y de cada modelo en particular, las máquinas cortadoras con rieles o consola de guiado están preparadas para cortar grandes piezas de baldosa, cerámica, azulejo, gres, granito, mármol, loseta, piedra, ladrillo, porcelanato y otros materiales.

SIERRA CIRCULAR PARA METALES

La sierra circular (figs. 89 y 90) es una herramienta útil que podemos encontrar no solo en talleres profesionales, sino en el hogar. Existe una gran variedad de sierras circulares disponibles en diferentes tamaños, que pueden cortar numerosos materiales: madera, metal, plástico, mampostería, asfalto o revestimientos para pisos, entre otros.



fig. 89



fig. 90

¿Cómo seleccionar una sierra circular de transmisión directa o sinfín?

Al elegir una sierra circular tenga en cuenta que las sierras circulares con cable tienen dos configuraciones básicas:

- **Transmisión directa** –el motor es perpendicular a la hoja montada al extremo del eje del motor. Para la mayoría de los usos, la transmisión directa es la más adecuada. La sierra es un poco más pequeña y ligera y, usualmente, más barata.
- **Transmisión sinfín o de gusano** (también conocida como hipoide) –el motor es paralelo a la hoja y usa un juego de engranajes para hacer girar la transmisión en un ángulo recto. Debido a que tienen engranajes, este estilo puede ofrecer más torsión al cortar. Las sierras con engranaje son fantásticas para la construcción de marcos, ya que el peso de la sierra en cortes hacia abajo ayuda a impulsar la hoja a través de la madera.

Características de las sierras circulares

Ahora, supongamos que ya elegiste la sierra y que tienes una sierra circular que puede girar su hoja a aproximadamente 5000 rpm. Pero, ¿qué más puedes esperar de ella?

La placa base se puede ajustar a la profundidad de corte deseada o inclinarse, para realizar un corte angulado, que es típicamente de 45° para una unión de inglete. La placa se puede fijar con un tornillo o una palanca (para ajuste de velocidad, la palanca es mejor) y algunos modelos tienen una escala para que pueda leer rápidamente la profundidad y el ángulo de corte.

Las plataformas tienen un borde puntero con muesca para guiar la sierra a lo largo de una línea. Algunas cuentan con un láser para guiar la sierra a lo largo de la línea de corte, aunque esta función no sirve de mucho si la herramienta se usa bajo la luz brillante del sol.

Un seguro en el eje hace más fácil y rápido cambiar las hojas de la sierra.

Solo la sierra de 7¼ pulgadas puede hacer cortes de 45° en un solo pase, lo que la convierte en una herramienta de carpintería de uso general mucho más útil.

Las hojas de corte hacen el verdadero trabajo y, muy importante, el tamaño de la hoja determina el grosor máximo del material que la sierra puede cortar en un solo pase. Tanto las sierras de 5¾ como las de 7¼ de pulgada pueden cortar una pieza de 2 pulgadas, y si está cortando maderas de 2×4, cualquiera de las dos sierras puede realizar el trabajo.

Muchos contratistas prefieren seleccionar una sierra circular con cable para los trabajos más grandes que se pueden beneficiar de la potencia que ofrecen 110 V, y una sierra inalámbrica más pequeña de 5¾ y 18 V por ser fácil de usar y para poder trabajar en espacios más ajustados sin la restricción de un cable.

Las hojas vienen en cuatro categorías básicas: acero, acero endurecido, con puntas de carburo y cerámica. Para un contratista, las puntas de carburo son la mejor opción en general, pero una hoja de cerámica es necesaria para cortar estuco. Una hoja con borde de diamante puede usarse para cortar baldosas.

Para cortar madera, por lo general, mientras más dientes, más lento será el progreso, pero más fino será el corte. Nuevamente, un buen término medio es una hoja de 24 dientes. Optar por una hoja con un ancho de diente delgado es bueno porque no retira tanto material y, por lo tanto, trabaja más rápido. Esta hoja facilita los cortes transversales.

Para cortar a la mitad una tabla de manera paralela al grano de la madera, menos dientes lo pueden hacer más rápidamente, y se prefiere una hoja de 18 dientes. Para cortes con un acabado más fino, una hoja de 40 dientes es la mejor opción.

Características técnicas importantes que deben valorarse al solicitar la sierra circular:

- Tipo de sierra requerido (circular estacionaria, portátil con cable, inalámbrica).
- Tipo de transmisión de la sierra (directa o sinfín).
- Tipo de material a cortar (madera, metal, plástico, mampostería, revestimientos para pisos, granito, hormigón, yeso o materiales no ferrosos).
- Tipo de corte y grado de acabado requeridos.
- Corriente eléctrica:
 - » voltaje (110 V, 220 V, 440 V)
 - » fase (1 F, 2 F, 3 F)
 - » frecuencia (en Cuba: 60 Hz).



HOJAS DE SIERRA CIRCULAR

¿Cómo elegir una hoja de sierra circular?

La sierra circular (fig. 91) es una herramienta útil que podemos encontrar no solo en talleres profesionales, sino también en el hogar. Existe una gran variedad de sierras circulares disponibles en diferentes tamaños, que pueden cortar una gran cantidad de materiales como, entre otros, madera, metal, plástico, mampostería, asfalto o revestimientos para pisos.

El elemento de corte de las sierras circulares está constituido por hojas o cuchillas circulares construidas de diversos materiales y disponibles en una amplia serie de tamaños y tipos de dentado que influyen en la elección. El precio de las hojas de sierra circular varía enormemente, y muchos de los productos más costosos tienen características que les otorgan una mayor duración y un mejor funcionamiento. Las hojas económicas pueden perder rápidamente el filo, pero son ideales para los que las utilizan en forma esporádica.

Por esta razón, es esencial elegir la hoja correcta para un modelo de sierra circular en particular. En este acápite vamos a detallar los parámetros principales que debemos tener en cuenta para elegir una hoja de sierra circular.

Como siempre sucede cuando precisamos comprar, buscando lo más idóneo, primero debemos plantearnos una serie de preguntas que pueden servirnos de guía. Por ejemplo:

- 1) *¿Qué tipo de material vamos a cortar y cuál es su espesor? ¿Se trata de madera? Y en ese caso, ¿madera blanda, dura, aglomerados, laminados o contrachapados? ¿Se trata de yeso, plástico, granito, hormigón o materiales no ferrosos?* Es importante conocer que las hojas de sierra son de distintos materiales y han sido diseñadas de acuerdo con lo que van a cortar, incluso si sobre la superficie de trabajo hay clavos y tornillos en la dirección del corte.
- 2) *¿De qué tipo de máquina disponemos para efectuar el corte? ¿Una sierra circular estacionaria? ¿Una ingletadora? ¿Una sierra portátil con cable o una inalámbrica?* Algunas hojas están diseñadas para usarse exclusivamente en determinado tipo de sierra, por lo que desconocer este detalle puede producir malos resultados e incluso puede llegar a ser peligroso.
- 3) *¿Qué tipo de corte deseamos efectuar y qué grado de acabado pretendemos lograr?* Por ejemplo, si es madera, ¿queremos cortar en la dirección del grano (longitudinal) o en dirección transversal al grano? ¿Preferimos efectuar un corte en seco o en húmedo? La disponibilidad de hojas de sierra para cada uno de estas funciones es vasta y los acabados varían entre regulares, buenos y excelentes, aunque se trata de evitar el astillado de la madera y la formación de rebabas en otros materiales.

A continuación, mostramos una tabla orientativa (fig. 92) sobre el tipo de hojas de sierra a usar, en función del material y la clase de máquina que se vaya a emplear:



fig. 91

Material de la hoja de sierra	Características	Materiales por cortar
acero para herramienta	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas íntegramente de acero al carbono templado. • Son económicas y funcionan bien para cortar madera blanda, pero se desafilan rápidamente en madera dura. 	<ul style="list-style-type: none"> • madera blanda • tubos de acero de poco espesor • materiales no ferrosos
acero rápido (HSS)	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de acero al carbono templado, con puntas en aleación de cobalto, cromo, molibdeno y vanadio. • Se obtienen buenos acabados superficiales, pero no conviene utilizarlas en maderas abrasivas ni con tableros aglomerados. 	<ul style="list-style-type: none"> • madera blanda y semidura • acero y acero inoxidable • materiales ferrosos y de fundición • tubos • plástico • aluminio
carburo	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de acero al carbono templado, generalmente provistas de ranuras de expansión para reducir el calentamiento y evitar torceduras. Pueden ser de dos tipos: <ul style="list-style-type: none"> » Con dientes de carburos metálicos sinterizados (polvo de carburo de tungsteno + carburo de cobalto). » Con dientes que tienen insertos de metal duro HM (widia), que les proporcionan una excelente duración y permiten obtener acabados óptimos. 	<ul style="list-style-type: none"> • madera blanda, semidura y dura • aglomerados • melamínicos • plásticos • aluminio, acero, cobre y metales no ferrosos
diamante	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de acero al carbono templado con borde continuo o segmentado de diamante policristalino (PCD). • Generalmente no contienen dientes. • Excepcional dureza. • Rendimiento muy superior a los insertos de metal duro. • Ideales para materiales altamente abrasivos. • Excelente desempeño en madera maciza sin nudos. 	<ul style="list-style-type: none"> • maderas duras y abrasivas • aglomerados y contrachapados • plásticos • aluminio • materiales no ferrosos • cerámica • vidrio • hormigón • asfalto

fig. 92 Material de la hoja de sierra: características y usos.

En vista de sus características, según el diseño, el desempeño de una hoja de sierra está determinado, en parte, por los siguientes parámetros:

- diámetro
- ancho de corte
- número y paso de dientes
- tamaño de la garganta
- ángulo de ataque de los dientes
- geometría de los dientes.

Examinemos brevemente cada uno, teniendo en cuenta la figura 93:

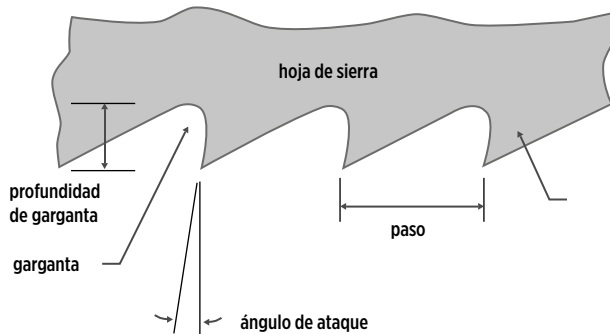


fig. 93

Diámetro

Depende del espesor del material a cortar. En el mercado podemos encontrar hojas de sierra cuyos diámetros varían de aproximadamente 85 mm a 650 mm. Es importante lograr la máxima estabilidad de la máquina y el menor trazo posible de la hoja de sierra, y esto se consigue con un diámetro pequeño. Aunque la elección final del diámetro de la hoja estará dada por las características de la máquina y por el diámetro y la velocidad de rotación del vástago de la máquina. Por lo general, el diámetro más común es 184 mm. No obstante, las sierras de mesa y las ingletadoras pueden requerir hojas de mayor diámetro, por ejemplo, 250 o 300 mm. También debe considerarse el tipo de material a cortar y la clase de corte a efectuar: si se trata de madera maciza y húmeda, conviene usar hojas de gran diámetro y pocos dientes. Para cortes transversales, se utilizan hojas de diámetro y número de dientes intermedio (más de 40 dientes) con los que se obtiene un mejor acabado en el corte.

Número y paso de dientes

Aunque existe una amplia selección en el número de dientes que contienen las hojas de sierra circular, la regla general es que un menor número de dientes corta más rápido. El número de dientes generalmente se mide por el tamaño de cada hoja, y la mayoría de los productos se identifican por su número de dientes por unidad de longitud (centímetro o pulgada) del perímetro de la hoja de sierra en cuestión. Las hojas de sierra que tienen menos dientes crean cortes más grandes y son ideales para cortes longitudinales paralelos al borde más largo. Las hojas que tienen más dientes son mejores para cortes bastos de tipo transversal.

La distancia entre cada diente se llama *paso*. Para obtener un corte de buena calidad es fundamental que un determinado número de dientes penetre la pieza de trabajo al mismo tiempo. Generalmente, cuanto más delgado el material, menor es el paso del diente (y mayor la cantidad de dientes), por lo que se obtiene un acabado más fino. Cuanto más grueso es el material, mayor será el paso del dentado (y menor la cantidad de dientes), lo que genera un aserrado más basto. La cantidad de dientes de un disco también se ajusta según la velocidad de avance del material aserrado.

Ancho de corte

Lo determina el espesor de la hoja y por lo tanto representa la ranura que produce esta al penetrar en la pieza de trabajo. Algunas hojas son más gruesas, mientras que otras son más delgadas.

Las hojas que tienen un mayor ancho de corte suelen ser más costosas, pero por lo general duran más, extraen más material, producen un corte lento que requiere más fuerza y son ideales para cortar a través de clavos y tornillos.

Las hojas con menores anchos de corte son ideales para el acabado de carpintería porque eliminan menos material durante el corte, son más rápidas, más filosas y más suaves, pero son menos estables que las hojas de corte ancho y pueden desafilarse rápidamente.

Tamaño de la garganta

La garganta es el espacio frente a cada diente para permitir la evacuación de virutas. En una operación de corte longitudinal, la velocidad de alimentación es más rápida y el tamaño de la viruta es más grande, por lo que la garganta tiene que ser lo suficientemente profunda para la gran cantidad de material que debe manejar. En una hoja de corte transversal, la viruta es más pequeña y es menor por diente, por lo que la garganta es mucho menor. En el mercado pueden adquirirse hojas de sierra combinadas, diseñadas para manejar cortes longitudinales y transversales. Estas hojas poseen gargantas grandes y pequeñas entre los grupos de dientes; las grandes ayudan a limpiar las mayores cantidades de material que se generan en el corte longitudinal, mientras que las gargantas pequeñas inhiben una velocidad de avance demasiado rápida en el corte transversal.

Ángulo de ataque de los dientes

En la mayoría de las hojas de sierra, las caras de los dientes están inclinadas hacia adelante o hacia atrás, en lugar de estar perfectamente alineadas con el centro de la hoja. Esto se denomina ángulo de ataque. En una hoja con un ángulo de ataque positivo, los dientes están inclinados hacia adelante, hacia la dirección de la rotación de la hoja. Un ángulo de ataque negativo significa que los dientes están inclinados en dirección contraria a la rotación, y un ángulo de ataque de 0° significa que los dientes están alineados con el centro de la hoja.

El grado de penetración está dado por el ángulo de ataque y el mejor acabado de la pieza se obtiene con ángulos grandes, aunque si el material es especialmente duro o abrasivo, esto acortará la vida útil de la herramienta.

Generalmente, los materiales blandos deben ser trabajados con herramientas que tengan un ángulo de ataque grande; y los materiales duros, con un ángulo de ataque más reducido. Como norma se puede decir que los ángulos de ataque son inversamente proporcionales a la dureza del material a trabajar.

Geometría del diente

Las distintas formas de los dientes de una hoja de sierra circular son más o menos adecuadas para la disimilitud de materiales de trabajo y de condiciones de corte. Las sierras suelen tener un solo tipo de diente o dos tipos distintos en forma alternada.

En la siguiente tabla (fig. 94) detallamos las geometrías más comunes, con las siglas en inglés entre paréntesis:

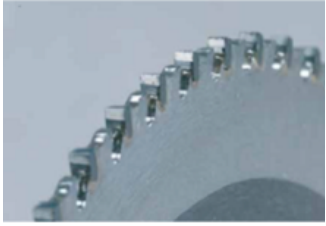



Tipo de dientes	Características	Perfil
<p>en punta cóncavo (DH)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A un diente con la parte superior en punta le sigue un diente rectificadado con forma cóncava. • Apropiado para materiales de tablero recubiertos por una cara o por las dos. • Ideal para el corte de tableros laminados y de materiales muy abrasivos sin utilizar un disco de sierra incisor. Corte muy limpio y larga vida útil. 	
<p>plano o recto (FTG)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es un solo tipo de diente de cima plana. • Óptimo para cortes longitudinales rápidos y toscos en madera maciza y tableros no recubiertos. • Mantenimiento sencillo. 	
<p>biselado alterno o variable (ATB)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las puntas de los dientes se hallan biseladas de forma alterna a la derecha y a la izquierda, lo que permite desgarrar la fibra del material para producir un corte limpio. • Apropiado para la aplicación universal en madera blanda y dura, tablas de virutas prensadas, materiales compuestos, materiales de tablero sensibles o con un recubrimiento fino, tableros de varias chapas, madera contrachapada, materiales compuestos de fibras y MDF. • Ideal para cortes longitudinales y transversales. 	
<p>plano o trapezoidal (TCG)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A un diente plano le sigue un diente trapezoidal ligeramente más alto. • El diente trapezoidal corta una ranura a través del material seguido por un diente plano que limpia el corte. • Apropiado para la aplicación universal en perfiles y materiales macizos: tablas de virutas prensadas, madera blanda y dura, materiales de tablero (con recubrimiento por una cara o por las dos), plásticos, metales no ferrosos, cobre, latón, aluminio, laminados, placas revestidas de aglomerado y otros materiales derivados de la madera. • Entrega un acabado óptimo. 	

fig. 94 Tipos de dientes.

- A modo de síntesis de lo que acabamos de ver, las siguientes pautas son generalizaciones que podrán ayudarnos a concretar la compra exitosa de una hoja de sierra circular:
- Cuantos más dientes tenga la hoja de sierra, su vida útil será menor, su costo será mayor, tendremos una baja velocidad de avance, requerirá una herramienta de mayor potencia y obtendremos un acabado más liso, uniforme y delicado.
- Cuantos menos dientes tenga la sierra, su vida útil será mayor, su costo será menor, tendremos una alta velocidad de avance, requerirá una herramienta de menor potencia y obtendremos un acabado menos uniforme y más basto.
- El paso fino de dientes es ideal para cortes pequeños y materiales duros.
- El paso ancho de dientes es ideal para cortes largos y materiales blandos.
- Los dientes con ángulo de ataque positivo confieren más agresividad al corte.
- Los dientes con ángulo de ataque 0° reducen la posibilidad de que la sierra salte hacia atrás, evitando el riesgo de hacerle daño a la sierra, al operador y al material.
- Los dientes con ángulo de ataque negativo están diseñados para mejorar cortes en materiales tales como metales no ferrosos.
- Teniendo en cuenta el espesor del material, para determinar el número y el paso correcto de dientes debe haber un mínimo de 3, pero no más de 4 dientes que penetren al mismo tiempo el material a cortar.

Finalmente, la siguiente tabla (fig. 95) detalla algunas recomendaciones adicionales según el material que se requiera cortar.

Material		Número de dientes	Ángulo de ataque	Geometría del diente
madera dura y fina	corte longitudinal	medio-bajo	positivo	ATB
	corte transversal	alto		
aglomerante y contrachapado		medio	positivo	ATB
laminado, materiales no ferrosos		alto	negativo	TCG
acero		medio-alto	0	TCG

fig. 95 Otras recomendaciones para aserrar.

SIERRA DE COPA

¿Qué son las sierras de copa y cómo funcionan?

Parámetros que definen las sierras de copa

En primer lugar, debemos señalar que en el mercado encontraremos distintos tipos de sierra de copa (fig. 95) que se distinguen por un código propio de cada fabricante. Ese código puede estar compuesto por números y letras (combinados o no), e indica una herramienta destinada a un uso particular.



fig. 95

Veamos algunos de los parámetros que determinan ese uso:

1) Material con el que están construidas

Las sierras de copa más comunes son las bimetálicas con cuerpo de acero de aleación y dientes de acero rápido, pero también podemos encontrar sierras cuyos dientes contienen granos de carburo de tungsteno o de diamante, ya sea en las aristas de corte o en todo el diente.

2) Velocidad

No todas las sierras de copa funcionan a la misma velocidad, medida en revoluciones por minuto (rpm). Esto depende fundamentalmente del diámetro de la herramienta (que puede ofrecerse en medidas métricas o imperiales) y del material por cortar. Cuando más pequeño sea el diámetro, más rápido deben girar. Por otro lado, para cortar, por ejemplo, madera y plástico se necesita un número de revoluciones aproximadamente 10 veces mayor que para cortar acero, mientras que las sierras que cortan aluminio giran unas 3 veces más rápido que las que cortan acero inoxidable. De ahí que sea recomendable utilizar las sierras de copa en taladros con velocidad variable.

La tabla (fig. 96) muestra las velocidades recomendadas (en rpm) para algunos materiales en función del tipo y de los diámetros (menor o mayor) de las sierras de copa.

3) Material y espesor de la pieza de trabajo

Las sierras de copa se diseñan de acuerdo con el material que van a cortar. Así, por ejemplo, tenemos, por un lado, sierras para acero al carbono y aleaciones, acero inoxidable, materiales no ferrosos y madera; y, por otro, sierras para láminas, metales celulares, cortes interrumpidos y paneles eléctricos; también tenemos sierras para ABS, madera, fibra de vidrio y otros materiales no metálicos; y, finalmente, sierras para cerámica, mármol, granito, vidrio, resinas y fórmica.

4) Taladro utilizado en el corte

Los taladros manuales y sobre todo los inalámbricos suelen tener la velocidad suficiente para alcanzar la recomendada por el fabricante de la sierra. De ahí que existan algunas sierras de copa especialmente diseñadas para taladros inalámbricos. Es importante tener en cuenta también el diámetro del mandril del taladro para seleccionar el tamaño correcto de la sierra.

Material \ Tipo de Sierra	Bimetálica y para láminas finas		Diamante		Punta de carburo		Punta de carburo para láminas finas		Multipropósito	
	Menor	Mayor	Menor	Mayor	Menor	Mayor	Menor	Mayor	Menor	Mayor
Diámetro										
acero	580	55					700	150	1300 -1700	210-300
acero inoxidable	300	25					400	77		
aluminio	900	85			1650	120				
latón	790	75								
hierro fundido	400	35			420	40				
formica					200	20				
madera/plástico	700	190			3200	320				
mampostería			350	150						
cerámica/azulejos			400	150	500	50				
fibras de vidrio			250	125	250	25				
granito/piedra			50	25						

fig. 96 Velocidades recomendadas para aserrar algunos materiales.

5) Tipo de paso

El paso de los dientes de las sierras se mide en número de dientes por centímetro o pulgada. Cuando la distancia entre los dientes es constante en todo el perímetro de la sierra, decimos que se trata de una sierra de paso regular o constante (fig. 97). Este paso es ideal para cortes en materiales macizos, en máquinas de corte con amarre eficiente, y es muy efectivo en aceros de alta aleación, latón, aluminio, cobre y madera.

Cuando la sierra presenta grupos de diferente paso de diente, que se van repitiendo en intervalos regulares a lo largo de la longitud de la sierra, decimos que se trata de una sierra de paso variable o regulable (fig. 98). Este diseño tiene como fin reducir la vibración y la resonancia durante el corte, lo que acelera el proceso y alarga la vida útil de la sierra. Las aplicaciones típicas de los dentados variables son el corte de paredes delgadas y materiales en grupos o atados con escaso amarre, especialmente aceros, aceros inoxidables y bronce.

Teniendo en cuenta estos parámetros, podemos elaborar una tabla orientativa como la que sigue (fig. 99), donde se detallan las aplicaciones principales de los distintos tipos de sierra de copa.



fig. 97 Paso constante.



fig. 98 Paso variable.

Tipo de sierra	Diámetros disponibles (mm)	Velocidades recomendadas (rpm) según el material por cortar	Profundidad máx. de corte (mm)	Materiales en que presentan óptimo desempeño
bimetálica paso constante	14-210	25-3000	41	Metales, acero inoxidable, hierro fundido, latón, aluminio, yeso, materiales no ferrosos, madera, PVC.
bimetálica paso variable				
diamante	14-152	150-1200		Acrílico, cerámica, porcelana, vidrio, piedra, fibra de vidrio, mampostería, ladrillo.
arista de carburo	19-52	20-3200		MDF, formica, fibra de vidrio, yeso, pisos flotantes, madera enchapada y aglomerada.
grano de carburo	22-114	100-1000		Materiales no metálicos, pisos flotantes, fibra de vidrio.
arista de carburo, para laminados	15-100	65-800	13	Metales, acero inoxidable, materiales no ferrosos.
para uso en taladros inalámbricos	16-38	70-700		Metales, acero inoxidable, materiales no ferrosos, yeso.
arista de carburo multipropósito	19-159	300-1000	54	Madera, MDF, madera enchapada y aglomerada, formica, plástico, acrílico, yeso, piso flotante, vidrio, fibra de vidrio, cerámica, azulejos, mampostería.

fig. 99 Aplicaciones principales de la sierra de copa.

¿Cómo utilizar las sierras de copa?

Una vez que hemos elegido la sierra de acuerdo con el trabajo que deseamos realizar y las instrucciones del fabricante, conviene seguir una serie de pasos para asegurarnos una excelente perforación. Aunque esos pasos pueden variar según la pieza de trabajo (por ejemplo, no es lo mismo perforar una puerta para instalar una cerradura que perforar un cielorraso para instalar un artefacto de iluminación), en general comprenden el siguiente procedimiento:

- Con un lápiz trazamos un círculo en el lugar donde deseamos efectuar la perforación y marcamos el centro del círculo.
- Insertamos la broca piloto en el taladro y la ajustamos firmemente para que no se suelte durante el movimiento giratorio.
- Montamos la sierra de copa en el eje que pasa por el extremo del vástago, a través de la abertura en la parte inferior de la sierra. La broca piloto debería sobresalir entre 0,63 y 0,95 cm de los dientes de la sierra de copa.
- Instalamos en el taladro la sierra de copa ya montada. El extremo del vástago se coloca en el mandril del taladro y ajustamos bien.
- Enchufamos el taladro y alineamos la broca piloto con el centro del círculo marcado en el punto.
- Hacemos funcionar el taladro, manteniendo la mano firme y en posición perpendicular a la superficie de trabajo. La perforación no debe realizarse de una sola vez. Conviene aplicar una ligera presión, perforar parte del orificio y después extraer la sierra. Repetimos este procedimiento tantas veces como sea necesario hasta que el orificio esté completamente perforado. De esta manera reducimos la fricción de la sierra y extendemos su vida útil, además de evitar que se forme un orificio astillado en el material.

SIERRA CALADORA

Una sierra caladora o sierra de calar (fig. 100) es una máquina portátil de corte que, junto con una hoja de sierra con movimientos vaivén (abajo-arriba) y, en algunos modelos también con movimientos del tipo pendular (abajo-arriba con un desplazamiento hacia delante), nos permite realizar con facilidad cortes rectos o curvos sobre casi cualquier superficie. Las sierras de calar son utilizadas generalmente para cortar maderas-aglomerados, pero colocando la hoja de sierra apropiada, podremos realizar también cortes en materiales metálicos y plásticos.



fig. 100

Partes de una sierra caladora:

1. Variador de velocidad.
2. Gatillo.
3. Visor/protector de corte.
4. Angulo de corte Regulable 0° a 45°.
5. Hoja de sierra.
6. Pulsador de bloqueo del gatillo.
7. Selector de acción orbital.

Profundidad de corte y tipos de hojas

La profundidad y el tipo de corte está dado por el tipo de hoja que se emplee, y así también por el tipo de material que se cortará. De ser posible, se ha de consultar con el fabricante del equipo el ancho máximo de corte y el tipo de sierra requerido en la labor que vamos a realizar.

Las hojas de dientes grandes dan un corte alternado y generalmente se utilizan para maderas y derivados, en tablas de hasta 60 mm. Las de dientes medianos, dan un corte más preciso y fino, para las maderas, placas y materiales plásticos. En cambio, una hoja ondulada, brinda un corte recto, para metales ferrosos.

Las hojas de sierra de dientes finos, dan un corte fino, para contornear curvas cerradas en maderas. Las de dientes muy finos las utilizamos para cortar materiales blandos y no ferrosos y, por último, las de dientes extrafinos, para cortar metales.

Extracción de polvo

Algunas sierras caladoras vienen provistas con un ducto en la parte posterior de la hoja que tira un chorro de aire, y así va limpiando los desperdicios en la línea de corte. Otras, generalmente del tipo industrial, vienen con un sistema de aspiración. En algunos casos y especialmente en máquinas del tipo domésticas, podremos encontrar un soporte para colocar el caño de la aspiradora.

Selección de velocidad

La velocidad en una sierra caladora está dada por la cantidad de oscilaciones por minuto. Generalmente, los modelos de sierras de calar sin regulador de velocidad se utilizan para cortes de maderas en donde se emplea la velocidad máxima de la máquina.

Los variadores de velocidad nos permiten seleccionar una velocidad de oscilación determinada que, en dependencia del modelo, se puede dar –según el tipo y la marca de la sierra– entre 0 y 3000 por minuto, para adaptarse al material que se trabaja.

Para el corte de plásticos y metales blandos se utilizaría la velocidad media, mientras que la velocidad mínima la dejamos para el corte de cerámicos o azulejos. En la práctica, serán el sonido de la sierra y la facilidad con que corte los mejores indicadores para elegir un determinado número de oscilaciones por minuto.

Con el fin de no recalentar el motor, se recomienda dejar descansar la máquina tras períodos de corte. En el caso de utilizar la velocidad baja durante un tiempo prolongado, posteriormente, para que el motor se enfríe, conviene hacerla funcionar en la velocidad máxima (aunque sin cortar).

Bloqueo del gatillo

En diversos modelos, encontraremos en la empuñadura un pulsador que, al apretarlo, bloquea el gatillo. De manera que la sierra funciona en forma continua y nos evita fatiga cuando debemos hacer cortes prolongados (este pulsador se encuentra también en diversas máquinas, como: taladros, amoladoras portátiles, etc.).

Guía láser

Actualmente, encontraremos modelos de sierras de calar que vienen provistas con un láser que sirve de guía de corte. El láser está alineado a la hoja de corte y su luz apunta a la superficie que estamos cortando, por delante de la hoja. Con solo apretar un interruptor, obtendremos una excelente guía.

Las siguientes indicaciones nos ayudarán a lograr un buen trabajo:

- Antes de comenzar, trazar la línea de corte a seguir.
- En lo posible, fijar la pieza para evitar su movimiento. Los movimientos de vaivén de las caladoras producen muchas vibraciones.
- La cuchilla de la sierra caladora tiene dirección ascendente, por tanto, suele dejar astillas en ambos lados, si bien logra un corte más nítido en la zona de abajo. De modo que es más útil colocar la cara “buena o visible” bocabajo; es decir, poner la pieza al revés antes de cortarla, para asegurarnos de que quede más prolija al derecho.
- Usar una guía lateral: para realizar el corte recto, podemos auxiliarnos de la guía paralela de la máquina, o colocar una regla guía bien fijada y alineada con la hoja de la sierra. Si no se la sujeta bien, podemos realizar cortes defectuosos e incluso podemos adentrar la hoja de la sierra en la guía, rompiéndola. Debemos verificar que la guía no nos resulte corta; si es así, se la debe prolongar. Al momento de colocar la guía, tener en cuenta el espesor de la hoja y que la guía quede del lado del material de “desecho”. En el caso de que no tengamos una guía, se sugiere marcar una línea paralelamente a la línea de corte, en la parte externa de la base metálica de la **sierra caladora**. Esto nos servirá de guía, cuando la línea de corte se tape con el aserrín mientras realizamos el corte.

- Siempre debe cortarse sobre la parte desechable del corte, de modo que cualquier excedente pueda eliminarse con un cepillo, escofina o por pulido.
- Para cortar plástico, emplearemos velocidad reducida, para evitar que el calor lo derrita.
- Para el corte, se utiliza un ritmo regular a velocidad intermedia, sin ejercer presión, pues eso altera el corte normal de la hoja y fuerza la máquina.
- Adaptar la velocidad de corte de acuerdo con el material.
- Emplear siempre hojas en buen estado, adecuadas al material por cortar.
- Para calar superficies frágiles sin riesgo de rayarlas, coloquemos cinta adhesiva en los pies de la sierra caladora.
- Para reducir bordes defectuosos e irregulares en tableros aglomerados de laminados plásticos, utilicemos una hoja especial para laminado con dentado invertido. De no tener una hoja de dentado invertido, se podría utilizar una hoja de dientes finos para cortar metales, pero colocando primero el tablero boca abajo y sosteniéndolo bien en sus extremos. De esta manera evitaremos un deterioro excesivo de los bordes.
- Al momento de cortar láminas de metal, además de utilizar la hoja adecuada, aplicar una capa de aceite delante de la hoja, para que trabaje como lubricante. Cortar metal es un trabajo que se debe hacer lentamente, por lo que no se debe forzar la máquina. Utilizar protectores auditivos y antiparras.
- El corte de cerámicas se hace con hojas especiales de carburo, a velocidad lenta. Al igual que cuando cortamos láminas metálicas, no se debe forzar la máquina.
- En cortes de grandes superficies, es necesario interrumpir frecuentemente la tarea para refrescar la hoja de la sierra y evitar el sobrecalentamiento del motor.
- Al realizar cortes libres sin banco de trabajo, se debe apoyar la parte delantera de la caladora –sin apoyar la hoja– sobre la pieza por cortar. Alinear la sierra respecto a la línea de corte. Prender la sierra y adentrarla en la pieza, sosteniendo continuamente el sobrante. La hoja de la sierra debe estar por el lado de desecho o del sobrante de la pieza a cortar, tal cual se indicó antes. Avanzar de manera uniforme sin forzar. Al llegar a los últimos centímetros del corte, reducir la velocidad.
- Para una terminación uniforme y prolija, se debe disminuir la presión ejercida a medida que vamos llegando al final. De esta manera tendremos un mayor control de la sierra caladora una vez que la hoja salga de la entalla.
- Se deben aflojar los tornillos de la base, y mover ligeramente esta pieza hasta conseguir la inclinación deseada. Luego ajustar los tornillos. Es dificultoso realizar un corte oblicuo, por lo que en lo posible se debe utilizar la guía lateral o fijar una guía sobre la pieza.
- Para lograr un corte curvo o circular, empleamos un accesorio especial que permite manejar la guía como si fuera un compás. Así nos veremos fácilmente ante un corte circular bien logrado.
- Si necesitamos comenzar a cortar por dentro de los extremos de la lámina, se debe realizar primero un agujero con un taladro del diámetro suficiente como para que la hoja de la sierra caladora quepa holgadamente y de manera que la hoja no quede apoyada contra el material por cortar. Una vez que tengamos este agujero de abertura, colocamos la sierra y comenzamos a calar.
- Tener un banco de trabajo adecuado optimizará nuestro tiempo y mejorará nuestra calidad de trabajo.



MOTOSIERRA

Las motosierras (fig. 101) son unas herramientas diseñadas especialmente para llevar a cabo labores relacionadas con la tala de árboles y la poda de vegetación. Por sus características, facilitan enormemente esa clase de tareas, al ser herramientas de gran calidad, fabricadas con materiales resistentes y de alta eficacia. Asimismo, las motosierras se distinguen por proporcionar una excelente relación calidad/precio, por lo que sin necesidad de gastar una elevada cantidad de dinero podremos disfrutar de una motosierra primera calidad, eficaz para trabajos domésticos o profesionales.



fig. 101 Partes de una motosierra

En general, están compuestas por un motor que mueve una cadena dentada colocada sobre una barra o espada. Según el motor y las características de la madera por cortar, requeriremos diferentes tipos de motosierra.

Para aprender cómo elegir una motosierra, hemos de conocer los diferentes tipos que existen. Las motosierras se suelen clasificar en dos grupos: en función de su activación o fuente de alimentación o de acuerdo con el uso al que están destinadas. (Téngase en cuenta que tales rasgos caracterizan a cada motosierra y no son excluyentes).

Según su fuente de activación o alimentación encontramos:

- motosierras eléctricas (o electrosierras)
- motosierras de gasolina
- motosierras de batería.

Las motosierras eléctricas, también llamadas electrosierras en algunos países, son las más fáciles de emplear y las más adecuadas para el uso doméstico.

Como evidencia su nombre, su fuente de alimentación es la corriente eléctrica, por lo que van equipadas con un cable y un enchufe.

Las motosierras de gasolina son herramientas que funcionan con ese combustible y que generalmente cuentan con una mayor potencia que las eléctricas, gracias a sus motores que oscilan entre los 33 y los 50 cm³.

Como desventaja, estas motosierras precisan de un mantenimiento superior, ya que cada cierto tiempo se debe proceder a la limpieza de las bujías o a la mezcla del aceite, entre otras labores, con el objetivo de mantener el dispositivo en las mejores condiciones posibles y al máximo de su rendimiento. Son adecuadas para el corte de maderas gruesas y duras, así como para trabajos intensivos.

Las motosierras de batería se diferencian de las eléctricas en que hacen gala de una mayor autonomía, dado que no necesitan estar conectadas a la red eléctrica. Operan generalmente con una batería de litio, de una potencia de entre 18 y 36 V, que hará que tu equipo trabaje por varias horas. Cuanto más voltios tenga la batería más potencia y velocidad poseerá esta motosierra.

Su mantenimiento es similar al de las motosierras con motor eléctrico, puesto que se debe llenar el depósito de aceite de engrase de la cadena, afilarla y limpiarla después de su uso.

Es una opción muy útil cuando requieres de un equipo no tan sofisticado y necesitas realizar labores domésticas, porque son muy sencillas de manejar. En cuanto a sus aplicaciones y usos, son apropiadas para cortar maderas blandas de hasta 15 cm de diámetro; para trabajos de poda de altura, siempre y cuando el peso de la herramienta no supere los 3 kg y puedan ser manejadas con una sola mano, e incluso para carpinteros o labores rutinarias en el campo.

En cuanto al segundo conjunto de motosierras, que atiende a sus distintos usos, se subclasifican en:

- motosierras profesionales: Brindan máximo rendimiento y potencia.
- motosierras de uso general: Polivalentes y funcionales, de rendimiento ligeramente inferior a las anteriores.
- motosierras para aficionados o de uso doméstico: Pequeñas, ligeras y fáciles de utilizar.
- motosierras para arboristería y poda: Diseñadas, como su nombre indica, para arboristas profesionales.

Otra clasificación más abarcadora, según el uso que se le da a la motosierra, es la siguiente:

- motosierras profesionales o industriales
- motosierras de poda o pequeñas para uso doméstico.

Las motosierras profesionales son máquinas muy potentes, especialmente indicadas para la tala y el corte de árboles de grandes dimensiones. Se distinguen del resto por la elevada potencia de sus motores, así como por su fiabilidad y resistencia, dado que se fabrican para soportar largas jornadas de trabajo. Muchos modelos poseen un sistema antivibraciones, para reducir la fatiga del trabajador y para que labore de modo más agradable. Entre tales motosierras se distinguen:

- **motosierras forestales o para árboles grandes:** El nombre indica ya su función. Estas cuentan con una potencia sin igual que le da la fuerza necesaria para cortar/talar troncos duros y de mucho diámetro.

- **motosierras de poda o pequeñas para uso doméstico:** Como su nombre indica también, las motosierras de poda son herramientas especiales para uso hogareño, en trabajos de menor complejidad. Si tienes un pequeño huerto o jardín con arbustos y quieres que sea más atractivo visualmente, necesitarás motosierras de uso doméstico.

Entre las motosierras forestales, podemos encontrar también:

- motosierras podadoras
- motosierras de pértiga, telescópicas o de altura
- motosierras pequeñas y ligeras
- motosierras para desguace.

Siendo que hay tantos tipos de motosierra destinadas a la poda y la tala, para definir mejor cuál comprar, podemos preguntarnos lo siguiente:

- » *¿Cuál es el diámetro de las ramas o árboles a cortar?*
- » *¿Cuál es la frecuencia de uso?*
- » *¿Qué otros accesorios requiero para la motosierra y para cumplir con mi trabajo?*

La tabla comparativa (fig. 102) que veremos a continuación podrá auxiliarnos en nuestras decisiones:

Necesidad de corte	¿Qué motosierra comprar?
Madera suave o blanda hasta 20 cm de diámetro.	motosierra de batería o eléctrica
Madera dura hasta 20 cm de diámetro.	motosierra de gasolina de hasta 40 cc y barras hasta 18"
Madera dura hasta 40 cm de diámetro.	motosierra de gasolina con más de 40 cc y barras de más de 20"
Tala de árboles con diámetro de 50 cm o desguace en taller.	motosierra de gasolina con más de 70 cc y barras de más de 22"
Poda en ramas altas.	motosierra de pértiga

fig. 102 Correlación sierra-material por cortar.

¿Qué motosierra necesito? ¿Qué consejos seguir para comprarla?

Seguir algunos consejos para la compra nos ayudará a elegir la motosierra indicada. Sopesemos varios factores:

- **Peso:** Si tienes poca o ninguna experiencia manejando motosierras, lo mejor es que optes por elegir una motosierra ligera, dado que son más fáciles de manejar. Si eres un profesional y vas a emplearla de manera continua, también has de considerar este factor a la hora de escoger una motosierra forestal.

- **Potencia:** Como se explicaba en la tabla comparativa, en función del trabajo que se vaya a realizar requeriremos una motosierra de mayor o menor potencia.
- **¿Motosierras de gasolina o eléctricas? ¿Qué es mejor?:** Depende del uso que le vayas a dar. Si vas a estar podando durante días enteros con tu motosierra, compra una de gasolina para que tengas mayor autonomía. Por el contrario, si quieres comprar una motosierra para jardinería, la eléctrica te resultará más cómoda.
- **Longitud de la espada:** Si tienes experiencia, es más adecuado contar con dos tamaños distintos que puedas cambiar en función del tipo de tarea que vayas a realizar y de la grosura del material. Has de tener en cuenta que una espada más corta pesará menos y será más fácil de manipular, siendo más idónea para la poda, mientras que una espada más grande es muy útil para la tala de árboles.
- **Comodidad:** El hecho de que sea una motosierra cómoda (con un mango ergonómico y un buen equilibrio) será sin dudas de gran ayuda.
- **Seguridad:** Comprueba que la motosierra cumpla con las normativas de seguridad establecidas y que posea mecanismos adicionales para reducir el riesgo de lesiones (freno de cadena o protección por retroceso, entre otros).
- **Mantenimiento:** Hay algunas motosierras que incorporan sistemas para facilitar el mantenimiento, lo cual es un factor a tener en cuenta.
- **Sistema antivibraciones:** Con el objetivo de que puedas usar tu motosierra de modo más cómodo, elige una motosierra que incorpore un sistema de antivibraciones.
- **Garantía:** Al comprar hemos de cerciorarnos de que la motosierra disponga de garantía, debido a que son aparatos mecánicos que podrían presentar problemas de fabricación.
- **Precio:** El precio es otro factor que debes considerar, valorando las prestaciones de la motosierra y tu presupuesto.
- **Marca:** Si bien es sabido que comprar una motosierra de una marca reconocida puede hacer que tengamos que pagar más por ella, las ventajas son varias: desde el acceso a repuestos y recambios hasta la garantía de una firma reputada.



SIERRAS Y SERRUCHOS

Las sierras y los serruchos son herramientas manuales, propias de la carpintería y labores menores. Permiten realizar cortes en madera, metal y piezas plásticas. Las sierras están formadas por una hoja de sierra ajustada mediante tornillos a un arco. Los serruchos, por su parte, están formados por una hoja de sierra dentada y un mango que se amolda a la forma de la mano.

Según la sierra o el serrucho que elijas obtendrás cortes más o menos rectos y precisos. Ambos te auxiliarán en múltiples trabajos, tanto rápidos como al detalle.

¿Cómo escoger la sierra o el serrucho adecuados?

Al elegir, vendrá bien que valores los siguientes aspectos generales:

- El tipo de material por cortar.
- El tipo de corte y el acabado que quieras conseguir.
- El tipo de mango.
- El material de la hoja y su dentado.

Pero, a fin de cuentas, ¿qué material vas a cortar?

Las sierras y serruchos sirven para cortar madera, metal y plásticos. Prestar atención a la etiqueta del producto es imprescindible para escoger el adecuado a la hora de cortar cualquiera de esos materiales. Existen diferentes modelos en relación con este aspecto, algunos de los cuales se observan en la ilustración:

universal



punta o ranurar



arco



de costilla



fig. 103

- **Madera y contrachapado** (cfr.: fig. 103):
 - » serrucho: Útil para tableros grandes y gruesos.
 - » sierra de costilla: Ideal para molduras y rodapiés.
 - » arco de sierra: Se emplea en marquetería y contrachapado, entre otros usos.

- **Metal** (o útiles igualmente para **plástico**):
 - » arco de sierra
 - » sierra manual: Posee mango de plástico para trabajos con metales y plásticos blandos o de poco espesor, como el aluminio. Precisamente, en el próximo acápite nos extenderemos un poco sobre ella (cfr.: p. 127).
- **Cartón-yeso**:
 - » sierra de punta o de ranurar (cfr.: fig. 103).

Y ¿qué tipo de corte pretendes realizar?

Según el corte, así será la herramienta por la que te deberás decantar. Existen al menos tres tipos de corte:

- **corte recto**: Para lograrlo con efectividad utiliza sierras universales que pueden cortar troncos, tableros manufacturados, barras de cortina y madera.
- **cortes interiores, rectos o curvos**: Utiliza una sierra de punta o de ranurar para cajeados y lugares de difícil acceso.
- **cortes de ángulo**: Emplea sierras de costilla y apóyate en cajas de ingletar para realizar un corte perfecto de 45°.

Tipos de mango

En función del uso (más o menos intensivo) y el tiempo (más o menos prolongado) que vayamos a utilizar la sierra o el serrucho, te convendrá un tipo de mango u otro:

- **mangos de plástico**: Son más ligeros y económicos.
- **mangos de madera**: Ofrecen un tacto más natural.
- **mangos engomados**: Permiten mejor agarre, ya que impiden el deslizamiento; evitan los callos.

Materiales de las hojas y tipos de diente

Existen dos tipos básicamente:

- **de acero**: Es la hoja clásica.
- **de acero rápido**: Ofrece mayor resistencia y mayor número de cortes.

También debes saber que ahorrarás tiempo de trabajo cuanto mayor sea la longitud de la hoja. Y, más puntualmente, deberás contemplar que, mientras más dentada sea la hoja de sierra, más fino y limpio quedará el corte. La distinción entre cortes y acabado (basto, fino, muy fino) en relación con el tipo de dentado, se muestra en la figura 104:



fig. 104

Los modelos de sierras y serruchos varían según la marca y el fabricante. Su diversidad se puede apreciar en la figura 105:



fig. 105

SIERRA MANUAL O SEGUETA DE ARCO

¿Cómo elegir una sierra manual o segueta de arco?

Existen fundamentalmente tres tipos de sierra manual o segueta de arco (fig. 106). La primera clasificación que analizaremos depende del material que las compone.

- **Sierra manual o segueta de acero al carbono:** Tienen muy bajo nivel de dureza. Son mejores para cortes simples y no podemos esperar de ellas una gran perdurabilidad. Si nuestra elección se basa en un presupuesto reducido y se piensa en un corte esporádico (no industrial), es esta nuestra mejor alternativa.
- **Sierra manual o segueta de acero rápido:** Como su nombre lo indica, están compuestas por un 100 % de acero rápido, lo que les otorga gran perdurabilidad y resistencia. Son altamente recomendadas para cortadores hábiles, ya que su principal falla es la falta de flexibilidad. Ante cualquier tipo de torsión estallarán como vidrio; de ahí que al usarlas sea fundamental contar con las medidas de seguridad básicas (anteojos, guantes, etc.).



fig. 106

Una segunda clasificación atiende a la cantidad de dientes por pulgada (DPP), lo cual determina el espesor del material por cortar. Como regla general, a mayor cantidad de DPP será posible cortar un material de menor espesor; y, por el contrario, es recomendable usar una menor cantidad de DPP para el corte de materiales macizos.

De acuerdo con la marca de la segueta, existen varias alternativas que permiten elegir el dentado. Sin embargo, podemos guiarnos por lo siguiente:

- 14 dientes por pulgada
- 18 dientes por pulgada
- 24 dientes por pulgada
- 32 dientes por pulgada.

Cuando mayor sea la cantidad de dientes, tanto menos será el espesor que esa sierra o segueta permitirá cortar. Hay una regla general que no falla: es conveniente elegir una segueta o sierra que al apoyarse sobre el mínimo espesor a cortar tome contacto con al menos tres de sus dientes. Eso garantizará un excelente rendimiento.

PULIDORA

Existen básicamente dos tipos de pulidoras eléctricas:

- pulidora rotatoria (o circular)
- pulidora de doble acción (u orbital).

Si bien las pulidoras rotatorias (fig. 107) son las más comunes y tradicionales, su manejo requiere gran experiencia y pericia. Por eso comenzaron a comercializarse las pulidoras de doble acción, que son mucho más sencillas y logran un acabado perfecto aun en manos de principiantes; sin embargo, su gama de prestaciones es más estrecha y no están disponibles en todos los países.

Examinaremos detalladamente cada tipo de pulidora, pero veamos primero cómo está compuesta la herramienta. La siguiente imagen (fig. 108) muestra una pulidora rotatoria que, a decir verdad, está conformada, básicamente, por las mismas partes que una pulidora de doble acción, incluso a pesar de que el diseño varíe según las marcas y los modelos.

La diferencia fundamental entre uno y otro tipo está dada por el **modo de giro del bonete o almohadilla de pulido** y es lo que le da nombre a cada máquina. Dicho giro se representa esquemáticamente en la fig. 109. En las pulidoras rotatorias, la almohadilla gira sobre su eje describiendo un círculo (de ahí el nombre *circular*) y la velocidad se mide en revoluciones por minuto. Por el contrario, en las pulidoras de doble acción, la almohadilla no solo gira en forma circular, también oscila (de ahí lo de *doble acción*, puesto que gira y oscila), describiendo órbitas elípticas (y de ahí lo de *orbital*); la velocidad está medida en oscilaciones por minuto. Estas características distintivas les imprimen ciertas particularidades que veremos a continuación.



fig. 107

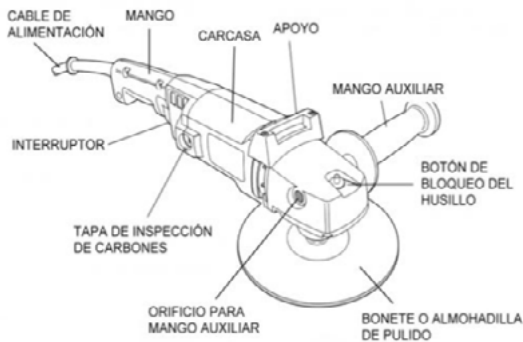
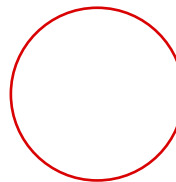


fig. 108 Partes de una pulidora.

Pulidora rotatoria



Pulidora de doble acción

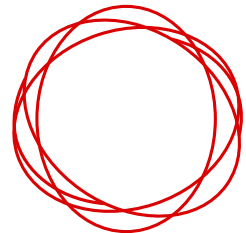


fig. 109 Oscilaciones.

Pulidora rotatoria

Fueron las primeras máquinas utilizadas para el pulido de la carrocería de vehículos y aún se utilizan ampliamente. El hecho de que la almohadilla describa un movimiento únicamente circular permite una distribución más uniforme de los abrasivos de corte y, por lo tanto, convierte a la máquina en un instrumento sumamente flexible para la corrección de la pintura. No obstante, debe tenerse presente que el giro circular genera mucho calor y si no se extreman los cuidados la pintura puede quemarse fácilmente.

Como ventaja adicional, las pulidoras rotatorias pueden emplear almohadillas tanto de espuma como de lana. Estas últimas poseen mucha mayor capacidad de corte y deben usarse con cuidado; convierten a la máquina en la herramienta obligatoria si se trata de hacer desaparecer rayones profundos.

Además de ser excelentes para la corrección de la pintura, las pulidoras rotatorias se destacan en el acabado. La distribución pareja de los abrasivos gracias al giro circular determina un acabado más nítido, especialmente notable, por ejemplo, en pinturas oscuras.

¿Cómo elegir una pulidora rotatoria?

Para elegir una pulidora rotatoria adecuada deben tenerse en cuenta muchos factores: los intervalos de velocidad, el peso de la máquina, la ubicación del interruptor y los controles, la ergonomía general, etc. Sin embargo, para obtener el mejor provecho de la pulidora es importante enfocarse en tres características primordiales:

- Velocidad: preferiblemente variable y en un intervalo de, al menos, 1100-2000 rpm.
- Control de la velocidad: preferiblemente electrónico.
- Ergonomía constatable al trabajar con ella.

La velocidad variable es fundamental para aprovechar la flexibilidad de la pulidora rotatoria, y cuanto mayor sea el intervalo, mejor. Las velocidades más bajas son útiles para el acabado y el refinado; y las más altas, para el pulido agresivo. El control electrónico asegura que la almohadilla gire a una velocidad constante, independientemente de la fuerza aplicada, y es muy ventajoso porque garantiza la predictibilidad de la máquina y evita que la almohadilla se atasque a velocidades lentas, lo que podría dificultar la operación de acabado.

Es imprescindible que la máquina sea cómoda para el usuario y para ello no hay una ley universal. Existen diversos modelos de distinto peso y ubicación de los controles. Lo importante es probar varias pulidoras y decidirse por aquella con la que el usuario se sienta más a gusto.

La variedad de almohadillas para pulidoras rotatorias es sumamente amplia. Entre los tipos principales, se recomienda que los principiantes no empleen almohadillas de lana, debido a su elevada capacidad de corte.

En cuanto a las almohadillas de espuma para pulidoras rotatorias, cada tipo emplea distintos grados de espuma, lo que incide en la aspereza y la dureza del aditamento. Esto se traduce en el poder de pulido que tendrá y afecta su capacidad en la etapa de acabado. Existen almohadillas de corte (ligero, moderado y grueso), de pulido y de acabado (común y fino), en distintos colores según su función. Conviene elegir una gran variedad de grados de espuma, para tener muchas opciones previendo distintas imperfecciones de la pintura (remolinos difíciles y deterioro de componentes, etc.) y en pos de obtener un acabado de alto brillo con un producto específico de pulido, por ejemplo. Para comenzar, siempre es útil adquirir un juego de almohadillas que contenga, al menos, una de corte, dos de pulido y una de acabado.

Los tamaños de las almohadillas oscilan entre 3 y 8 pulgadas de diámetro. El uso de cada tamaño depende de la parte de la carrocería a trabajar. Las superficies grandes, por ejemplo, techos y capós, se prestan para almohadillas de 6 a 8 pulgadas. Para las superficies más pequeñas, como insignias, paragolpes, tapas de baúl/maletero, se emplean almohadillas de 3 a 4 pulgadas.

Por último, la selección del producto pulidor también deberá ser cuidadosa y de acuerdo con el trabajo a realizar. Al igual que las almohadillas, también vienen productos líquidos o en pasta para corte, pulido y acabado, además de limpiadores, removedores de remolinos y otros productos específicos. Aunque la oferta es muy variada, para comenzar solo se necesitan dos productos básicos: un pulidor de grado medio y otro de grado ligero. Una vez que el usuario adquiere la suficiente práctica con estos productos, puede expandirse gradualmente hacia los pulidores de grado grueso y demás productos especiales.

La principal desventaja de las pulidoras rotatorias es el alto grado de experiencia que exigen por parte del operador. En manos idóneas logran resultados excelentes y en poco tiempo, pero en manos inexpertas pueden acarrear graves daños para la pintura, desde la aparición de los clásicos “hologramas” hasta quemaduras. Es por eso que una buena y prolongada práctica, sumada a mucha paciencia, es el paso previo indispensable de todo principiante para el manejo provechoso de la herramienta.

Pulidora de doble acción

Como ya vimos, en las pulidoras de doble acción (fig. 110) la almohadilla describe un giro circular y elíptico, generando mucho menos calor sobre la capa de pintura, menos agresividad en el trabajo, más confianza en el operario inexperto y, por ende, mayor oportunidad de corrección.

A pesar de estas ventajas, existen pocos proveedores de pulidoras de doble acción, al menos, entre los más populares, y no solo las ofrecen algo más caras que las pulidoras rotatorias, sino que muy pocas se adaptan a los distintos voltajes utilizados alrededor del mundo; salvo excepciones, deben conectarse a un transformador de voltaje.

A diferencia de las rotatorias, las pulidoras de doble acción solo emplean almohadillas de espuma, a veces dos superpuestas, según el fabricante. Las almohadillas son más pequeñas: entre 4 y 6 pulgadas de diámetro. Asimismo, las almohadillas y los productos pulidores se ofrecen diferenciados, según las operaciones de corte, pulido o acabado, por lo que todas las recomendaciones dadas para las pulidoras rotatorias son válidas para las de doble acción.

Las pulidoras de doble acción son ideales para el aficionado, con o sin experiencia, e indicadas para tener en nuestro garaje. Son livianas, muy fáciles de usar, no dejan ningún tipo de marca ni holograma en la pintura de nuestro vehículo y podemos confiar en que, sepamos o no usarlas, no causaremos ningún daño a la pintura. Sin embargo, la escasa disponibilidad, tanto de la máquina propiamente dicha como de sus accesorios, todavía no ha hecho de las pulidoras de doble acción una herramienta popular.



fig. 110

LIJADORA

Aunque las clasificaciones son varias, la categoría principal que divide las lijadoras (fig. 111) es el tamaño; es decir, portátiles y estacionarias.

Generalmente, las únicas lijadoras que se comercializan tanto en su versión portátil como estacionaria son las de banda. Las demás son mucho más frecuentes en una versión u otra. Por ejemplo, las lijadoras orbitales, excéntricas, delta y múltiples son exclusivamente portátiles. El resto son lijadoras estacionarias con las siguientes tendencias: de banda, de disco, de banda y disco (banco), de husillo oscilante (de pedestal o banco), de tambor, de bordes y de banda ancha (de pedestal o industriales). La siguiente tabla (fig. 112) permite tener una idea general de la variedad de esta herramienta:



fig. 111

Por tamaño	Por fuente de energía	Por tipo
<ul style="list-style-type: none">• portátiles• estacionarias<ul style="list-style-type: none">» de banco» de pedestal» industriales	<ul style="list-style-type: none">• eléctricas con cables• eléctricas inalámbricas• neumáticas	<ul style="list-style-type: none">• de banda<ul style="list-style-type: none">» estrecha» ancha• de disco• de banda y disco• de husillo oscilante• de tambor• de bordes• orbitales• excéntricas• delta• múltiples

fig. 112 Clasificación de las lijadoras.

Las lijadoras industriales y las de pedestal tienen otras aplicaciones y un mercado diferente, que excede el propósito de este acápite. Vamos, pues, a concentrarnos específicamente en los modelos portátiles y de banco, que son los que están al alcance tanto del profesional como del aficionado, ya sea que se guarden en un maletín o se instalen en un taller.

Todas las lijadoras que veremos, comercializadas por fabricantes reconocidos, vienen en modelos que:

- Difieren en potencia, velocidad de oscilación, peso y dimensiones.
- Están provistas de:
 - » Conexión o receptáculo para la extracción del polvo.
 - » Regulación electrónica de la velocidad.
 - » Sujeción del papel de lija mediante el sistema tradicional o por una tira de velcro.
 - » Empuñaduras ergonómicas para mayor confort del usuario.

Lijadora orbital

Por ser las primeras lijadoras portátiles (fig. 113), sus prestaciones han sido numerosas. Están provistas de una base rectangular en la que puede fijarse la cuarta parte (o la mitad, según el modelo) de un papel de lija de 9 × 11 pulgadas. Para la acción de lijado, esta base vibra rápidamente en pequeños círculos u órbitas de aproximadamente 2 mm de diámetro, y su diseño rectangular permite que la herramienta acceda a esquinas y bordes rectos.

No son máquinas de lijado agresivo, por lo que no retiran grandes cantidades de viruta y generalmente dejan marcas menos visibles que las lijadoras de banda o el lijado a mano, en sentido perpendicular al grano de la madera.

Se recomienda emplearlas en lugares inaccesibles para otras lijadoras y cuando solo se requiere un lijado ligero. Son perfectas para preparar una superficie para pintar o sellar, o para eliminar una capa de pintura. También son útiles cuando se está instalando un piso de madera y se necesita lijar a lo largo de los zócalos y en las esquinas.

Lijadora excéntrica

En lugar de una base rectangular, estas máquinas (fig. 114) presentan una superficie de lijado circular, típicamente de 125 mm diámetro. También se encuadran dentro del grupo de las lijadoras orbitales, pero funcionan de manera diferente, pues describen dos movimientos a la vez: uno orbital y el otro excéntrico, lo que les permite obtener un lijado casi perfecto, ya que las marcas que deja la órbita las borra después el movimiento excéntrico. Así las cosas, la dirección del lijado por el grano de la madera es irrelevante.

Esta combinación de movimientos también logra una mayor remoción de material, lo que, si no se controla podría provocar daños. De ahí que las máquinas modernas cuenten con reguladores de velocidad variable que propician un lijado menos agresivo.

Precisamente por su base circular, estas máquinas no pueden acceder a esquinas ni bordes rectos, pero son ideales para piezas curvas. Además, su gran poder de remoción frente a las lijadoras orbitales permite usarlas en trabajos de gran escala, como el acabado de un piso de madera, y en trabajos pequeños, como el lijado de muebles de cocina, por ejemplo.



fig. 113



fig. 114

Lijadora múltiple

Como toda herramienta para diversos usos, estas lijadoras pueden realizar distintos tipos de lijado porque combinan funciones que hemos visto hasta ahora en una sola unidad. Se comercializan en versiones con cable o inalámbricas, y están provistas de una base que se asemeja a una plancha para la ropa, con una punta triangular para el acabado fino en rincones, esquinas y lugares de difícil acceso, y una sección rectangular/cuadrada para el lijado en esquinas grandes y paralelo a bordes rectos.

Algunos modelos de lijadoras múltiples también incluyen una base circular para usarlas como lijadora excéntrica, y otros modelos tienen un tamaño y una potencia muy pequeños, que permiten que la herramienta pueda tomarse con una sola mano, como si fuera el *mouse* de nuestra computadora, para usarla en detalles muy finos o lugares confinados.

Lijadora delta

Si hay lugares difíciles y estrechos a los que una lijadora orbital no puede llegar, entonces las lijadoras delta (fig. 115) son la alternativa eléctrica al lijado manual. Se fabrican en modelos estilizados semejantes a una herramienta eléctrica multiuso, y están provistas de una base triangular que admite papeles de lija de ese diseño. Se usa exclusivamente para trabajar los detalles finos, como esquinas y rincones, en los marcos de las puertas, por ejemplo.

Son livianas, usan muy poco papel de lija y cuentan con buena recolección de polvo. Muchos operarios las usan también como sierra gracias a sus accesorios fácilmente desmontables, lo que las hace muy versátiles en un taller.

Lijadora de banda

En un acápite anterior describimos la función de las lijadoras de banda (fig. 116), al hablar de cierto tipo de esmeriladora (cfr.: p. 74). Solo agregaremos que, puesto que tienen un mecanismo en el que la banda de papel de lija se desplaza por medio de los rodillos trasero y delantero, siguiendo el mismo principio que la banda de rodadura de una topadora, las lijadoras de banda tienen una poderosa capacidad abrasiva que las hace muy adecuadas para la remoción de gran cantidad de material en extensas superficies planas. De ahí que, aun siendo una de las primeras lijadoras inventadas, no solo conserve su gran popularidad para el trabajo de lijado grueso, sino que goce de numerosas versiones: portátil, de banco, de pedestal, industrial, eléctrica, inalámbrica, neumática, de banda estrecha y de banda ancha.

Lijadoras de banda/disco para banco

Precisamente una variante de lijadora de banda (fig. 117) es una compacta versión “2 en 1” para banco, que abarca dos funciones de lijado (por medio de banda o por medio de disco). Esta es muy útil en talleres de carpintería.



fig. 115



fig. 116

La lijadora de disco, que suele tener un diámetro de entre 6 y 10 pulgadas, es ideal para lijar extremos cuadrados y curvos en tableros estrechos. Además, está equipada con una mesa de trabajo inclinable, que admite un medidor de ingletes para que el disco pueda usarse en el lijado de precisión de piezas cuadradas y angulares.

Por su parte, la lijadora de banda tiene una superficie grande y plana, con la que se pueden lijar tablones largos y anchos. En la mayoría de los modelos, la banda es ajustable para que pueda colocarse en dirección horizontal, vertical o en ángulo.

La ventaja de combinar dos funciones es que posibilita usar distintos papeles de lija: uno para trabajos de preparación (grano grueso o número bajo) y otro para trabajos de acabado (grano fino o número alto). Esto garantiza un uso sumamente versátil y un gran ahorro de tiempo, ya que elimina la necesidad de cambiar de papel de lija, al permitir alternar entre la banda y el disco.



fig. 117

Hemos visto apenas una parte del vasto catálogo de lijadoras que ofrece el mercado. De hecho, parecería que la variedad puede abrumar al potencial comprador de una máquina que debe adaptarse a sus necesidades, pero cuya elección no ve con claridad. Mírese sino la tabla que ilustra la profusión de lijadoras existentes (cfr.: fig. 118).

¿Cómo elegir una lijadora de acuerdo al trabajo por realizar?

La lijadora eléctrica es una herramienta con muchos años de historia; es por ello que existen centenares de modelos distintos en el mercado, cada uno con distintas virtudes y defectos, algunos con aplicación industrial y otros de uso más hogareño.

Elegir una lijadora dependerá entonces del tipo de trabajo que tengamos planeado *¿La destinaremos solo a lijar algunos muebles de madera o la utilizaremos para pulir piezas en un taller metalúrgico? ¿Su uso será casual o diario? ¿Trabajaremos en la comodidad de nuestro taller o necesitaremos transportarla a sitios remotos?*

USOS DE TALLER

Carpintería

El objetivo principal es lograr una buena terminación en las maderas; por lo que debe pensarse que todas las superficies de ese material serán sometidas, en mayor o menor grado, a la abrasión con lijas. También es importante tener en cuenta que en el proceso de lijado utilizaremos distintos granos (gruesos, medios y finos), por lo que el sistema de sujeción debe ser práctico y versátil, y permitir el recambio de forma ágil.

Para este oficio son excelentes inversiones las lijadoras orbitales, las de banda, las delta y las excéntricas; cubren casi todas las necesidades y son portátiles, lo que les confiere especial practicidad para llevarlas a distintos bancos de trabajo.

Una opción interesante para las carpinterías pequeñas es la adquisición de una lijadora multifunción: permiten realizar labores de lijadoras delta, orbitales y excéntricas con solo cambiar el cabezal y mover un dial.

Tipo de lijadora	Descripción	Beneficios
de banda	<ul style="list-style-type: none"> • Usa una cinta impulsada por mecanismo de polea. • Retira rápidamente grandes cantidades de material. • El modelo portátil con cable pesa menos y funciona bien para piezas pequeñas. • Las versiones de pedestal e industriales cuentan con motores pesados. • Hay diferentes tipos y tamaños disponibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ideal para puertas, mesadas y áreas irregulares. • Indicadas para grandes superficies y lijado grueso. • Lija agresivamente la madera para lograr un acabado rápido. • Los modelos portátiles y de banco son versátiles y económicos, muy adecuados para trabajos ligeros/medianos u hogareños. • Los modelos de pedestal e industriales son para trabajo pesado en entornos profesionales.
delta	<ul style="list-style-type: none"> • Base triangular. • Herramienta compacta. • Puede lijar fácilmente curvas y formas perfiladas. • Solo para trabajos de acabados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ideal para lugares confinados, como alrededor de los barrotes de una silla. • Muy buscada por los aficionados al bricolaje para el lijado de madera y plástico.
orbital	<ul style="list-style-type: none"> • Base rectangular. • El papel de lija se mueve en pequeños círculos. • Apta para lijado ligero en la preparación de superficies. • Deja marcas poco visibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se usa en diversas tareas. • Funciona bien en las esquinas y alrededor de zócalos. • Económica. • Ideal para chapas finas y contrachapado.
excéntrica	<ul style="list-style-type: none"> • Base circular. • No deja marcas visibles. • Apta para retirar mayor cantidad de material que la lijadora orbital. • No aplicable en esquinas ni bordes rectos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perfecta para superficies curvas. • Muy útil en pisos y superficies grandes. • También conveniente en trabajos pequeños.
múltiple	<ul style="list-style-type: none"> • Base triangular y rectangular (e incluso circular) en la misma herramienta. • Gran versatilidad porque puede funcionar como lijadora orbital, delta y excéntrica. • Disponible en distintos tamaños y modelos con o sin cable. 	<ul style="list-style-type: none"> • La lijadora preferida para el hogar y el bricolaje. • Totalmente portátil y accesible a rincones y bordes rectos.
banda/disco para banco	<ul style="list-style-type: none"> • Combina dos funciones en una sola máquina. • La mesa puede inclinarse para mayor precisión. • La banda puede ajustarse a diversas posiciones. • Pueden usarse dos papeles de lijas diferentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Herramienta perfecta para un taller. • Se monta en un banco de trabajo. • El disco sirve para lijar extremos cuadrados y curvos en tableros estrechos. • La banda permite trabajar con piezas grandes.

fig. 118 Resumen de los tipos de lijadora.

Talleres de mecánica

Por lo general se utilizan telas esmeriles y lijas en bandas medianas y anchas, para realizar el pulido de metales tales como aluminios, aceros, bronces y aleaciones de titanio, entre otros. Para ello es necesario elegir una lijadora de banda, de tipo industrial, cuya prioridad sea el trabajo en potencia y no la portabilidad.

En los talleres se utiliza mucho la amoladora; es buena idea elegir una lijadora que posea también esta capacidad; así combinamos dos herramientas en una, ahorramos dinero, tiempo de búsqueda y espacio.

También es de utilidad la lijadora de disco, especialmente para la terminación del afilado de herramientas de corte (brocas, fresas y bits de torno).

Otros usos

Otras industrias en donde las lijadoras tienen uso son las vidrierías (corte de vidrios y cristales para puertas y ventanas), herrerías, zinguerías y, en menor medida, en la industria del plástico (allí las tareas de lijado se dan sobre todo en zonas puntuales, como las soldaduras y las aristas).

Lo más conveniente es elegir una lijadora de banda o bien una excéntrica, para el caso de las vidrierías, en donde es más conveniente trabajar con la herramienta en mano en vez de hacerlo a la inversa.

USOS IN SITU

Albañilería

Para los trabajos en el área de las obras en construcción, la lijadora es una herramienta indispensable; la instalación de *drywall* (placas de yeso) y los trabajos de pintura son los que más requieren su uso, seguidos por los de revoque y aberturas.

Debido a la naturaleza del trabajo, es imprescindible elegir una lijadora portátil. En este caso, que sea portátil significa que la herramienta pueda utilizarse con agilidad, sin importar demasiado si posee baterías o trabaja conectada a la red de suministro eléctrico.

Para la instalación de *drywall* existe una lijadora especial que permite la abrasión a distancia mediante un brazo extensible, que la hace particularmente útil para trabajar en el techo sin necesidad de ascender escaleras; también es posible trabajar en zonas altas de las paredes o en rincones de difícil acceso.

Por otro lado, los pintores, verán con agrado las lijadoras circulares y orbitales, especialmente para preparar las paredes luego del trabajo de enlucido y reparación del enyesado o revoque; la velocidad de trabajo con respecto a la tradicional lija sobre un taco de madera es abismal, y permite acelerar los tiempos de obra, minimizando así los costos operativos.

Hogar, bricolaje y artesanías

En el ámbito hogareño o del taller del bricolador o del artesano, las lijadoras también son una buena idea.

En el bricolaje —donde se utiliza mucho la madera como materia prima— suelen utilizarse los modelos más versátiles, como la lijadora multifunción, que permiten, con solo cambiar el cabezal, obtener tanto abrasión basta como terminados finos (incluso es posible lograr el pulido espejo en algunas superficies metálicas). También encuentra gran uso la lijadora delta, que permite llegar a los rincones más inaccesibles.

Los artesanos pueden sacar provecho de esta herramienta al elegir una lijadora multifunción, que permite trabajar tanto sobre madera como yeso, mármol, vidrio, aluminio, alpaca y algunos plásticos.

Composición de la lija

La lija se compone de dos partes unidas por un adhesivo: el soporte y la superficie granular.

- **El soporte:** Es una lámina de papel, tela o material fibroso que debe ser tan fuerte como para no romperse con facilidad durante el lijado, que implica el frotamiento de este papel sobre la superficie a pulir. Para lijar madera se suele utilizar lija con soporte de papel o cartulina, mientras que para el lijado de metal el soporte es de tela resistente o fibra. El soporte se fabrica en forma de pliegos o de rectángulos manuales para pequeños trabajos.
- **La superficie granular:** sobre una de las caras de la lámina que sirve como soporte se adhiere material granuloso de diferentes tipos, de acuerdo con el tamaño de grano requerido y con el tipo de pulido, para lo cual puede ser necesaria mayor o menor dureza del material. El elemento abrasivo granular puede estar compuesto por carburo de silicio, óxido de aluminio (una de cuyas variedades es el esmeril) o zirconio.
 - » Superficie de carburo de silicio: Grano anguloso, de poca tenacidad y perdurabilidad. Se emplea principalmente para lijar materiales sólidos: piedra, mármol, titanio, vidrio, fibra de vidrio, laca, cerámica, goma o plástico.
 - » Superficie de óxido de aluminio: Grano redondo, que cuenta con tenacidad y es de alta durabilidad. Es el indicado para lijar materiales como el metal y la madera, así como para lijar paredes enlucidas.
 - » Superficie de corindón de zirconio: Grano con gran uniformidad, gran tenacidad y muy alta duración. Ideal para lijar aceros inoxidable.

Forma de uso de una lija

El lijado de una superficie se realiza mediante movimientos manuales longitudinales sobre ella, de tal manera que la parte granulada de la lija fricciona el área a pulir. En el caso del pulido de madera, el movimiento debe seguir la dirección de la veta. Sobre pequeñas superficies bastará con presionar la cara lisa de la lija con la mano sobre ellas. Para ejercer mayor fuerza y de forma más uniforme, se puede emplear una pieza plana o taco de madera que ayude a realizar la presión necesaria. Además, existen lijadoras eléctricas, en las cuales la lija está adherida a un disco que al girar realiza el trabajo sobre el objeto con mayor eficiencia y velocidad.

Tipos de lijas

El tamaño del grano de la lija utilizada depende del material por lijar. Así que existen lijas de grano grueso, intermedio y fino. La elección del granulado de la lija está en función asimismo de la calidad de terminación requerida. Lijas gruesas darán una terminación rústica, mientras que lijas finas permitirán obtener un pulido más delicado. Se puede realizar el lijado en seco o al agua. Ambas posibilidades tienen ventajas específicas de acuerdo con el material por tratar.

Lija

El tamaño del grano de una lija, se denomina o conoce según el número de grano. Cuanto menor sea el número de grano, mayor es el tamaño del grano, y por ende, más basto será el lijado. Para un lijado de calidad se recomienda recurrir a varias lijas, comenzando por la más gruesa y avanzando hacia la más fina.

Tipos de lija según el número de grano:

- lija **gruesa**: Con granulado grueso. Se utilizan para iniciar el trabajo sobre superficies muy rugosas u oxidadas, o para eliminar la pintura adherida, antes del lijado definitivo. Este tipo de lija abarca los números: 80, 60, 50, 40, 36, 24, 20, 16, 12.
- lija **mediana**: El grano intermedio de una lija es eficiente para mejorar el acabado de una superficie que ha sido previamente tratada con lija gruesa. Una vez que se ha quitado la pintura o el óxido, o cuando las arrugas se han alisado un poco, la lija de grano mediano suaviza la pieza a pulir antes de su tratamiento final. Abarca los números: 280, 240, 220, 180, 150, 120, 100.
- lija **fin**a: Consigue una terminación suave de las superficies. Sin embargo, se requiere la utilización de lijas más gruesas sobre áreas demasiado rugosas, ya que de realizar el trabajo directamente con una lija fina, la tarea sería demasiado dura, demandaría excesivo tiempo y probablemente no daría los resultados esperados. Abarca los números: 600, 500, 400, 360, 320.
- lija **extrafina**: Se emplea para eliminar las asperezas que puedan quedar una vez finalizado el trabajo. Abarca los números: 1500, 1200, 1000, 800.
- lija **seca**: Las lijas para pulido en seco son las más comunes y pueden utilizarse sobre todos los materiales, con diversos resultados. Uno de sus problemas consiste en la emanación de polvo, por lo cual se aconseja utilizar lentes de protección y barbijo durante el lijado.
- lija **al agua**: Las lijas al agua pueden utilizarse de igual manera que las lijas secas, o sumergirse en agua para su uso. Son más eficientes para la eliminación de los residuos y para dar una mejor terminación sobre determinados materiales.

Por otro lado, también se pueden clasificar en lijas con grano abierto y con grano cerrado. Las lijas con grano abierto, cuentan con menos granos por unidad de superficie. Lo contrario ocurre con las de grano cerrado. Las de grano abierto son ideales para pinturas, masillas, maderas blandas y resinosas, emplastes, yesos húmedos o muertos, entre otros.

También podemos encontrar las lijas con recubrimiento similar a una cera, lo que permite evacuar el polvo del lijado y evita que la lija se obstruya. Este recubrimiento lo poseen las lijas especiales para lacas o pinturas.

Selección del tipo de lija

Teniendo en cuenta la gran variedad de lijas que existen, es muy importante que se seleccione la más adecuada para el trabajo a realizar, y además que se consideren las distintas fases o etapas del trabajo, si fuera el caso.

Ejemplos del uso de distintos tipos de lija en trabajos específicos

Para la eliminación inicial de pintura excedente y residuos granulados en madera o yeso, debe utilizarse una lija seca de grano grueso. Una vez emparejada la superficie, se continúa con una lija mediana y se realiza la terminación con lija seca muy fina.

Para lijado de metales, se usa la lija de tela esmeril y se sigue una secuencia similar. Esmeril grueso para remoción de óxido y rebabas, luego esmeril mediano y finalmente fino.

La lija al agua, en sus tres grados de granulado, es muy buena para el alisado de superficies rellenas con masilla o para mejorar la terminación de la pintura.

Esta útil y eficiente herramienta es un gran aliado para obtener trabajos con acabados perfectos. Basta con elegir la lija adecuada y con aplicarla de forma correcta.

PINZAS, TENAZAS Y ALICATES

¿Qué son, para qué sirven y cuántos tipos hay?

Existe un vasto catálogo de pinzas (incluidos los alicates y tenazas) (fig. 119) que se usan como herramientas en disímiles disciplinas como la mecánica, la carpintería, la cristalería, entre muchas otras.

Generalmente, las **funciones** básicas de todas estas herramientas son tres: **corte, sujeción/agarre o torsión** de piezas o elementos de diversos materiales, tanto metálicos como plásticos. Algunas efectúan una sola de estas funciones; otras, dos o incluso, las tres funciones.

La gran mayoría de las pinzas que veremos a continuación se fabrican de aleación de acero de alto rendimiento y los mangos presentan un recubrimiento no aislado de polipropileno, que asegura un buen agarre y reduce la fatiga del usuario. No obstante, muchas pinzas también se comercializan dentro de la gama de las herramientas aisladas, o sea, con mangos provistos de un recubrimiento, y otras han sido hechas íntegramente en acero inoxidable, para uso en entornos específicos.



fig. 119

TENAZAS

De origen muy antiguo que se remonta a cientos de siglos antes de la era cristiana, las tenazas han venido complementando eficazmente el trabajo del hombre cuando se trata de sujetar elementos (clavos, tornillos, alambres, objetos de materiales blandos, etc.) y tirar de ellos fuertemente para extraerlos o cortarlos.

Existen dos tipos principales de tenazas, que pueden adquirirse en distintos tamaños según el tipo de herramienta requerido y la dureza del material por trabajar: tenazas de carpintero y tenazas de armador. Veamos cada una por separado.

• Tenazas de carpintero

Provistas de robustas mordazas metálicas con bordes biselados (cónicos) lo suficientemente anchos como para sujetar un clavo sin cortarlo. Se usan para asir y extraer clavos o grapas de cualquier superficie de madera.

Durante el movimiento de extracción, la cabeza lisa y redondeada de la herramienta sirve como punto de palanca contra la madera, ya que rueda sobre esta en lugar de hundirse en la superficie y causar daños. La longitud de las tenazas de carpintero (fig. 120) puede llegar a los 300 mm y el ancho de la cabeza puede variar entre 20 y 30 mm.



fig. 120

- **Tenazas de armador**

Provistas de mordazas más filosas que las anteriores. Se usan para cortar materiales como: alambre, resortes, clavos, remaches y pernos. La cabeza es casi plana y más pequeña, lo que le permite cortar cerca de la superficie sin hundirse. El tamaño de las tenazas de armador (fig. 121) varía entre 100 y 200 mm de largo y los modelos más resistentes pueden cortar alambres duros de hasta 3 mm de diámetro.

Aunque pueden usarse indistintamente, la diferencia entre ambos tipos de tenaza es que las de carpintero están diseñadas principalmente para sujetar elementos, mientras que las tenazas de armador están destinadas sobre todo a cortar.



fig. 121

PINZAS PROPIAMENTE DICHAS

- **Pinzas universales o de combinación**

Son las más difundidas y usadas, disponibles en muchos diseños y con una gran variedad de características. Su función es múltiple, ya que combinan mordazas de sujeción con filos especialmente diseñados para cortar alambre y materiales duros.

Usan la acción de palanca para aumentar la presión ejercida por el usuario al cerrar los mangos, de manera que la fuerza entre las mordazas es mayor que la presión ejercida por usuario, lo cual se traduce en un mayor agarre que el que lograríamos con nuestra propia mano.

Por lo general, tienen mordazas dentadas que proporcionan fricción en el agarre, así como puntas cuadradas, aunque hay ciertas variaciones en el diseño de las mordazas. Muchos modelos presentan incluso un corte redondeado y dentado en las mordazas, que sirve para sostener materiales cilíndricos como un tubo, por poner un ejemplo.

Gracias a su diseño, las pinzas de combinación (fig. 122) pueden usarse para diversas funciones, como ilustra la tabla (cfr.: fig. 123).

- **Pinzas articuladas regulables de dos posiciones**

Las pinzas de combinación se diseñan típicamente para sujetar objetos pequeños, como alambre y pernos. Si debemos maniobrar objetos más grandes, las pinzas regulables de dos posiciones (fig. 124) serán más adecuadas. Vienen en varios tamaños y sus mordazas pueden fijarse en dos posiciones diferentes según del ancho del objeto a sujetar.

Las mordazas son dentadas, con una sección de agarre cilíndrica, un filo de corte y un pivote usado para ajustar la apertura de las mordazas a fin de manejar objetos grandes o pequeños. Las mordazas dentadas y la sección de agarre cilíndrica se usan para sujetar objetos. El filo permite cortar clavos y alambre blando. Sin embargo, debemos tener cuidado, porque el corte de materiales duros o de alambre de gran calibre puede provocar que se zafen las mordazas e inutilizar la herramienta.



fig. 122



fig. 124







Función	Características	Esquema
Sujetar.	Sujeción de materiales cilíndricos, mediante el corte redondo y dentado de las mordazas.	
	Sujeción de materiales planos, mediante la parte recta de las mordazas.	
Comprimir.	Compresión, por ejemplo, de una férula o de los eslabones de una cadena.	
Doblar, retorcer o enderezar.	Una vez que un material se sostiene firmemente en las mordazas de agarre, pueden manipularse de varias maneras.	
Extraer.	El agarre firme permite tirar de objetos, por ejemplo, clavos o grapas, para extraerlos de donde están adheridos.	
Cortar.	Los filos se encuentran cerca del punto de pivote, que es la posición en las mordazas donde se ejerce la mayor fuerza. Estos filos pueden cortar cables y alambres blandos. Son hojas cortas, no diseñadas para efectuar cortes largos.	

fig. 123 Pinzas: funciones y características.

• Pinzas pico de loro

Una alternativa clave a los tipos anteriores son las pinzas pico de loro. Se trata también de pinzas articuladas regulables, pero de múltiples posiciones, que cumplen un propósito más específico que las anteriores, puesto que obvian la función de corte para centrarse en su poderoso agarre, apriete y torsión. Ideales para tuberías y demás objetos cilíndricos o planos, tuercas, tornillos, así como piezas mecánicas y de plomería de diversos tamaños, ya que algunos modelos admiten hasta 25 posiciones diferentes de ajuste.

En las siguientes figuras se ofrecen detalles sobre distintos modelos de pico de loro, en lo que se refiere a: tipos de mordaza (fig. 125) y longitud (fig. 126):






Diseño de pinza pico de loro	Figura	Características y usos
con mordazas en V o tipo cobra		<ul style="list-style-type: none"> • Considerada la mejor forma de mordaza, especialmente para materiales redondos. • Menos propensa a dañar accesorios de plástico. • Mayor abertura de agarre, pero mucho menos peso que las pinzas convencionales para tubos. • Ajuste preciso para la adaptación óptima a diversos tamaños de piezas y para una posición ergonómica de la empuñadura. • Autorretención de tuberías y tuercas, con agarre perfecto a la pieza ejerciendo el mínimo de esfuerzo.
con mordazas tipo cobra, largas y en punta		<ul style="list-style-type: none"> • Permiten un fuerte agarre en zonas de difícil acceso. • Ideales para servicios técnicos y de mantenimiento, para reparar aparatos, para el sector automovilístico y para la industria en general.
con mordazas paralelas		<ul style="list-style-type: none"> • Ideales para superficies delicadas. • Usos en conexiones de agua, instalación de cabezales de ducha o para apretar y aflojar tornillos.
con mordazas lisas		<ul style="list-style-type: none"> • Alta presión de apriete en superficies paralelas delicadas y sin dañar la pieza de trabajo. • Usos en contrarracores y griferías; en prensado, para activar la potencia adhesiva de pegamentos de contacto; para cortar cantos al trabajar con baldosas; para abrir abrazaderas de cable, para usarlo como pequeño tornillo de banco.
con mordazas combinadas (con/sin dientes)		<ul style="list-style-type: none"> • Combinan propiedades de agarre, según la necesidad.

fig. 125 Pinzas pico de loro: funciones y características.

Longitud total de la pinza pico de loro (mm)	Apertura máxima (mm)		Características
	Diámetro del cilindro	Diámetro hexagonal	
125	27	27	Ideales para trabajos como la mecánica de precisión, el bricolaje y en el hogar; accesibilidad mejorada en condiciones de poco espacio.
180	42	36	Buen acceso a la pieza de trabajo.
250	50	46	Gran capacidad de trabajo y buen acceso a la pieza; alta potencialidad de carga y forma delgada.
300	70	60	

fig. 126 Pinzas pico de loro: longitud.

• Pinzas pelacables

Este gran grupo de herramientas de corte, de uso obligado para todo electricista, se conoce también como *alicates pelacables*, *pinzas desnudadoras* o *pinzas crimp(e)adoras* (estas dos últimas denominaciones provendrían de préstamos del inglés, y son muy usadas en ciertos países de habla hispana). Los dos primeros nombres describen el funcionamiento de la herramienta, ya que pelan o “desnudan” (*strip*) el cable al presionarlo o pellizcarlo desde un extremo, lo que permite así retirar su cubierta plástica aislante para dejar expuesto el alambre conductor, sin dañar ni cortar ningún filamento, como sí ocurriría mediante pelacables caseros y menos sofisticados, como un cuchillo o una tijera común.

De ahí la variedad de pinzas pelacables (cfr.: fig. 127). Veamos los tipos principales de esta herramienta especializada:

- » **pelacables con muescas predeterminadas:** Herramientas de mordazas planas, cada una de las cuales presenta diversas muescas o hendiduras simétricas que al cerrarse forman un diámetro debidamente especificado. Este responde a una variedad de diámetros estandarizados de cables, que son los de uso más habitual en electricidad. El cable se coloca en la hendidura correspondiente a su diámetro y, al cerrarse la pinza, queda atrapado, mientras se corta su cubierta. Luego se la desplaza hacia un lado y queda expuesto el alambre de cobre.
- » **pelacables regulables:** Este modelo es más sencillo, ya que no viene con muescas predeterminadas, sino que el diámetro requerido se logra girando un tornillo pasador sobre una de las mordazas. Las platinas de sujeción están curvadas en ángulo recto y cada una tiene una muesca, de manera que se aprisiona el cable cuando se cierran en el diámetro establecido por el tornillo. Son modelos más económicos que los anteriores y manejan menos diámetros.
- » **pelacables automáticos:** Un modelo más complejo e ideal para electricistas profesionales son los pelacables automáticos, que incorporan un dial de ajuste para regularlos fácilmente según el diámetro del cable. Las herramientas de corte son cuchillas intercambiables para 4 o 6 secciones diferentes de cable, y tienen un tope longitudinal que permite trabajos repetitivos con una misma longitud de pelado.



pelacables predefinido



pelacables regulable



pelacables automático

fig. 127

Existen también otros modelos automáticos más costosos que se usan directamente sobre el cable, sin necesidad de regulación previa. Efectúan un pequeño corte y tiran de la cubierta plástica para separarla sin el menor esfuerzo por parte del usuario.

Aunque su nombre es claramente explicativo sobre su función, las pinzas pelacables también pueden usarse para cortar tornillos, clavos y piezas metálicas pequeñas, comprimir aletas de accesorios de manera que hagan buen contacto con los terminales, o insertar dos terminales asegurando un buen empalme.

• Pinzas de presión

Estas herramientas, también variadas, son muy útiles en situaciones puntuales como las descritas en la fig. 128:

Tipo	Características y usos	Esquema
pinzas de presión con mordazas en C	<ul style="list-style-type: none"> • Para sujetar dos piezas juntas mientras se sueldan, se pegan o se marcan. • Perfectas para trabajar en carrocería de autos, tareas de ensamblaje, talleres de soldadura, fabricación de armarios metálicos, etc. 	
pinzas de presión multiuso	<ul style="list-style-type: none"> • La configuración de la mordaza es ideal para sujetar piezas redondas, planas y cuadradas. • Perfectas para plomeros, soldadores y mecánicos en general. 	
pinzas de presión con mordazas rectas	<ul style="list-style-type: none"> • Estrechas para lograr una buena accesibilidad. • Útiles para automóviles, garajes, talleres o fábricas, en trabajos de producción o mantenimiento. 	
pinzas de presión con mordazas curvas y filo cortante	<ul style="list-style-type: none"> • Estrechas para lograr una buena accesibilidad. • Útiles para automóviles, garajes, talleres o fábricas, en trabajos de producción o mantenimiento. • También son ideales para trabajos de plomería y calefacción, pues los filos de corte son perfectos para cortar soldaduras de plomo, etc. 	

fig. 128 Usos de pinzas de presión.

ALICATES

¿Cómo elegir el alicate idóneo para lo que voy a hacer?

En la selección de alicates debemos considerar dos cuestiones fundamentales:

- **Trabajo que se va a realizar:** Puesto que los alicates tienen muchos usos, vale la pena conocer cuál es el que mejor se adapta a cada trabajo en particular. Por ejemplo, veamos algunas preguntas que deberíamos formularnos acerca del uso previsto:

a) ¿Necesitamos sujetar, doblar o cortar componentes o cables/alambres con corriente eléctrica activa?

En tal caso, un alicate universal con mango aislante será la herramienta indicada. Este tipo de mangos cumplen con normas internacionales y están diseñados para soportar tensiones de hasta 1000 voltios.

b) ¿Tenemos que desarmar y/o reparar objetos pequeños o que exigen mucha precisión dentro de un espacio confinado, por ejemplo, componentes electrónicos, motores o relojería?

Los alicates de punta/boca fina y larga son el tipo de herramienta que necesitamos. Y si además los objetos que debemos reparar se encuentran en zonas de difícil acceso, los alicates curvos o de punta acodada serán aún de mayor utilidad.

c) ¿Debemos apretar/aflojar tuercas o trabajamos normalmente con piezas que son de dos o más tamaños distintos y deseamos una herramienta que pueda adaptarse a todas?

Un alicate de articulación deslizante (hasta dos tamaños) o un alicate pico de loro y cremallera (con varios tamaños) podrá brindarnos las prestaciones que buscamos.

d) ¿Nos interesan específicamente las operaciones de corte, ya sea de alambre, chapa u otras láminas metálicas delgadas?

Existe un gran grupo de alicates de corte de diversos tamaños, subdividido en alicates de corte frontal, corte lateral y corte diagonal, cada uno con funciones distintas que veremos más adelante en una tabla resumen (cfr.: fig. 129).

e) ¿Buscamos un buen alicate para nuestro trabajo de bricolaje en casa?

Nada mejor y más completo que un alicate universal, que nos permitirá cortar, sostener, dar forma y torcer/trenzar alambres comunes y conductores (en este último caso el mango debe ser aislante); y hasta podremos usarlo, en caso de apuro y si no disponemos de las llaves correspondientes, para apretar y aflojar tuercas y pernos.

f) ¿Deseamos efectuar un trabajo de plomería o soldadura que exige sujetar las piezas firmemente y no contamos con una morsa?

No solamente el ya mencionado alicate de pico de loro y cremallera será útil en este caso, sino, mejor aún, un alicate de presión, que puede comportarse como una morsa portátil.

Tamaño del alicate: Si solo buscamos un alicate universal, por razones de seguridad conviene elegir uno de al menos 150 mm de largo o más. Esto garantiza que, durante el uso de la herramienta, es decir, cuando se contraigan las asas, no nos dañemos los dedos. Sin embargo, en muchos otros casos debemos elegir el tamaño en función del trabajo a realizar, como se ha ido indicando. Por ejemplo, para tareas delicadas, elegiremos los alicates más pequeños, y aquellas tareas pesadas relacionadas con la construcción o la plomería requerirán una herramienta de al menos 200 mm o incluso 250 mm de largo. Si usamos alicates con frecuencia por motivos de trabajo o *hobby*, deberemos pensar en adquirir una caja o estuche con alicates de distintos tamaños. Hay muchos fabricantes que ofrecen juegos de alicates no solo de tamaño variable, sino de diversos tipos que cubren una amplia gama de servicios, tanto para el aficionado como para el profesional.

Ahora que tenemos una idea más concreta del alicate que debemos elegir, veamos en la siguiente tabla (fig. 129) numerosos pormenores sobre los tipos más comunes de alicates recomendados para trabajos habituales.







Función	Tipo	Características	Esquema
alicate de sujeción	de boca plana	La boca termina en dos puntas cónicas que permiten sujetar sin ejercer mucha fuerza y realizar torsiones a modo de anillas en cables y alambres.	
	para anillos de retención	Anillos interiores: cuando los mangos se cierran, las puntas también.	
		Anillos exteriores: cuando los mangos se cierran, las puntas se abren.	
alicates de corte	diagonal	Usados para cortar materiales pequeños y ligeros como alambre, clavijas y otros similares. No deben usarse para sostener o agarrar objetos.	
	de boca semirredonda y punta curva	Tienen bocas estrechas, semirredondas y dentadas. Buen filo para cortar material blando como cobre y cable aislado. Las puntas se doblan a 45° o 60° para un buen agarre y mejor accesibilidad en espacios reducidos.	
	de boca semi-redonda plana	Tienen bocas estrechas, semirredondas y dentadas. Buen filo para cortar material blando como cobre y cable aislado. Las puntas proporcionan un buen agarre y mejor accesibilidad en espacios reducidos.	

fig. 129 Características de alicates de sujeción y de corte.

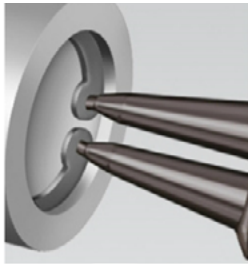
Dentro del grupo de herramientas de menor tamaño que engloba las pinzas en general, los alicates encuentran amplia aplicación entre electricistas, mecánicos y técnicos de componentes electrónicos. De ahí que nos detengamos brevemente en otro tipo de alicates muy usados, particularmente por los mecánicos.

Alicates para anillos de retención

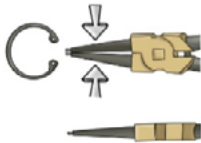
Los dos diseños básicos de alicates para anillos de retención son los que se usan para manipular anillos internos o externos, según el caso, y cuyos diámetros varían entre 0,5 mm y 1000 mm.

Se usan alicates para anillos internos para colocar anillos de retención en el interior de un eje u orificio, o extraerlos de ese orificio en el que están asentados. Los alicates funcionan de la misma manera que los estándar: cuando los mangos se cierran, las puntas se cierran.

Se usan alicates para anillos externos cuando los anillos de retención se encuentran alrededor de un pasador o eje. Funcionan de manera opuesta a los anteriores: cuando los mangos se cierran, las puntas se abren. Para facilitar el trabajo en áreas confinadas, las puntas de ambos tipos pueden ser curvas además de rectas, como queda ilustrado en la fig. 130:



alicate para anillo de retención interno



alicate para anillo de retención externo

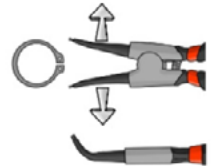


fig. 130

CINCEL MANUAL

El cincel se usa únicamente en frío con la ayuda de una herramienta de soporte como un martillo o una maza. Sus funciones generales son dos:

- Dividir un material.
- Extraer virutas de un material.

En relación con ambas funciones, se derivan múltiples aplicaciones, que van, entre otras, de la apertura de orificios y canaletas en paredes y la rotura de cemento y hormigón al corte de ranuras, perfilado, desbastado, cepillado, acanalado, tallado y acabado de piezas. Por lo tanto, el uso del cincel se extiende a una multiplicidad de áreas, desde la construcción hasta la orfebrería. La forma de la herramienta varía de acuerdo con esas aplicaciones.

A pesar de tal diversidad de modelos, un cincel consta básicamente de cuatro partes (fig. 131):

1. **cabeza:** Extremo que recibe el impacto de la herramienta de soporte.
2. **mango:** Vástago o cuerpo, por donde se propaga el impacto.
3. **cuña:** Formada por las partes laterales donde se hallan las áreas de corte.
4. **arista de corte:** Que transmite el impacto a la pieza de trabajo.

Así, según su aplicación, el diseño del cincel puede tener forma de barra, de sección rectangular, hexagonal, cuadrada o redonda, con filo en un extremo y biselado en el extremo opuesto. Los materiales que se pueden trabajar con un cincel incluyen: mampostería, piedra, mármol, granito, metal y también madera, aunque los cincelos para madera se conocen como formones o escoplos y, por lo tanto, no los abordaremos en este acápite.



fig. 131 Partes del cincel.

Funcionamiento del cincel y elección del tipo adecuado

La diversidad de modelos de cincel plantea la interrogante de qué herramienta elegir de acuerdo a la aplicación y al material empleado. Por ello, las características de las partes descritas en la figura de arriba cobran gran importancia a la hora de la decisión.

Por solo citar el mango, este debe ser lo suficientemente largo como para sostenerlo con la mano. Si no fuera así, la cabeza de la herramienta quedaría apenas por encima de la mano, lo que pudiera provocar lesiones. Los cincelos demasiado largos tienden a flexionarse, son difíciles de maniobrar y se parten fácilmente, por ello es importante buscar un equilibrio en las dimensiones del mango.

La aplicación que vamos a dar al cincel está relacionada con la posición en que utilizaremos la herramienta. Si se mantiene en un ángulo de 90° con respecto a la superficie de la pieza de trabajo, el cincel cumple la función de separación de la pieza en dos mitades (cfr.: fig. 132). Si se mantiene en un ángulo menor a 90° , entonces cumple la función de extracción de viruta (cfr.: fig. 133).

El tamaño de la herramienta de soporte que golpea el cincel y la velocidad a la que la misma golpea determinan la energía de movimiento que efectúa el trabajo de separación. Es importante, pues, que exista una proporción entre la masa del cincel y la masa de la herramienta de soporte; lo ideal es que la segunda sea por lo menos el doble de la del cincel.

A su vez, las áreas de corte formadas por la cuña de un cincel son las que determinan el ángulo de corte o filo, el cual es decisivo para el efecto de separación de la herramienta. Así, cuanto más pequeño sea el ángulo de corte, la herramienta tendrá mayor penetración y efecto de separación en la pieza de trabajo, mientras que los ángulos de corte grandes tendrán un efecto de separación pequeño.

La dureza del material también debe tenerse en cuenta en la selección del cincel adecuado para efectuar la separación. Así, por ejemplo, si se trabaja con metales, los materiales blandos, como el aluminio, necesitarán un cincel con ángulo de corte pequeño, mientras que los materiales duros, como el acero, requerirán una herramienta con un ángulo de corte más grande.

Finalmente, *¿qué longitud debe tener la arista de corte adecuada?* Esto dependerá del espesor de la pieza de trabajo. Si tenemos secciones de gran espesor, conviene elegir un cincel con arista de corte pequeña, ya que posee mejor penetración. Si, por el contrario, debemos seccionar, por ejemplo, láminas delgadas, un cincel con arista de corte larga nos ahorrará gran cantidad de tiempo.

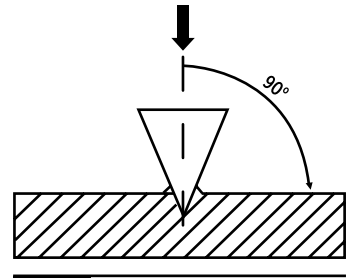


fig. 132

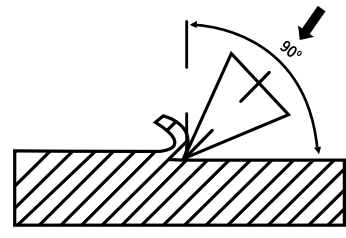


fig. 133

Tipos de cincelos

El cincel más común es el que tiene el extremo plano y liso, usado extensamente tanto en mampostería como en metal. Si la arista de corte es sumamente delgada y filosa, la herramienta recibe el nombre de *cortafío* o *cortafierros*.

Para las piezas mecánicas en particular se emplean varios tipos de cincel, como los que se observan en la fig. 134:

1. **cortafío o cortafierros:** Para cincelar superficies planas y cortar láminas y varillas delgadas.
2. **cincel de punta aguda:** Para el ranurado en láminas delgadas y hacer pequeñas ranuras chaveteras y muescas.
3. **cincel de punta redonda:** Para iniciar agujeros a taladrar o tallar acanaladuras y surcos.
4. **cincel para ranuras de engrase:** Para hacer canales de lubricación en cojinetes y ranuras pequeñas.
5. **cincel de punta de diamante:** Para cortar ranuras en V y para cincelar rincones.

Precauciones para el manejo de cincelos

El cincel debe manejarse con sumo cuidado, procurando que la herramienta de soporte (martillo o maza) no resbale y lesione la mano del operador. Las manos y la cara deberán protegerse con guantes y gafas de seguridad para amortiguar los golpes y el impacto de partículas. De ser necesario, se colocará una protección anular de esponja de goma sobre la cabeza del cincel.

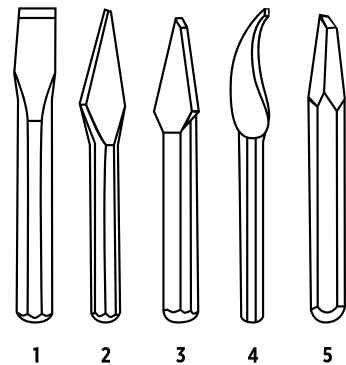


fig. 134

Cincelos para piezas mecánicas.

Debe tenerse en cuenta que el martilleo repetido termina por aplanar la cabeza del cincel, la cual adquiere una forma de hongo. Cuando ello ocurra, un amolado devolverá a la herramienta su forma original, como lo muestra la fig 135. Es muy peligroso utilizar cinceles con la cabeza aplanada a causa de las proyecciones de partículas metálicas, que pueden producirse con la fuerza de una bala.



fig. 135

Martillos cinceladores

El avance de la tecnología ha puesto a nuestra disposición toda una gama de cinceles para albañilería y mampostería que cambia el concepto de uso tradicional de esta herramienta. Los martillos cinceladores son máquinas eléctricas similares a un rotomartillo, capaces de admitir una variedad de cinceles construidos en acero SDS, de diversas formas de cuña, diseñadas para cada necesidad en particular, como se muestra en la fig. 136 y se detalla a continuación:

1. **cincel para cemento:** Para eliminar y limpiar juntas en mampostería y cemento.
2. **cincel para azulejos:** Para levantar o quitar baldosas.
3. **cincel de aletas:** Para escoplear y practicar canales y ranuras con límite de profundidad.
4. **cincel dentado:** Para sanear mampostería y juntas.
5. **cincel de metal duro para juntas:** Para eliminar y limpiar juntas y mampostería (vida útil extralarga).
6. **cincel hueco:** Para practicar canales pequeños en mampostería y hormigón.
7. **cincel acanalado:** Para escoplear y practicar ranuras y canales.
8. **cincel pala:** Para la demolición de grandes cantidades de material.
9. **cincel plano:** Para el corte selectivo y todos los trabajos de cincelado, demolición y apertura de brechas.
- 10 y 11. **cincel puntero:** Para el tendido de conductos y trabajos de cincelado, demolición y apertura de brechas.



fig. 136 Cinceles para martillos.

DESTORNILLADOR

Entre todas las herramientas de mano, acaso tan común, antigua y utilizada como el martillo, está el destornillador (fig. 137). También conocido como *desarmador* o *desatornillador*. Como su nombre indica, es usado para aflojar y apretar tornillos que necesiten poca fuerza de presión y generalmente de pequeño diámetro.

Partes del destornillador

Existen 3 piezas diferenciadas en tal herramienta, cada una con sus características: mango, cuerpo y cabeza (fig. 138). Veámoslas en detalle:



fig. 137



fig. 138

1. **mango:** Por aquí sujetamos la herramienta y ejercemos la fuerza para hacerla funcionar. Puede ser de diferentes materiales: madera, PVC y resinas plásticas. Es muy importante que no sea resbaloso y que sea de un material que aisle la corriente eléctrica.
2. **cuerpo** (vástago o cuña): Es una barra de metal cuyo grosor y longitud varía según el tipo de destornillador. Suele ser de acero o de una aleación de cromo-vanadio para que resista perfectamente la fuerza que se ejerce al atornillar o viceversa. Se fabrican en distintas longitudes, los hay incluso telescópicos.
3. **cabeza:** Es la parte más importante. Se introduce en el tornillo para hacerlo girar. La diferencia de tipos depende del tirafondo que se vaya a utilizar; varían en la longitud y el grosor del filo, así como en la forma.

Tipos de destornilladores

Existen diferentes tipos de cabezas de tornillos (redondas con solo una ranura, avellanada con ranura plana, con ranuras de estrella Philips o de estrella Pozidriv, con ranura Torx, etc.). Para poder ajustar o aflojar estos tornillos, se utiliza un destornillador diferente cada vez, según corresponda a la forma de la ranura.

Las puntas

Estas son las puntas de atornillado que más se usan en bricolaje (fig. 139):

- **plana o de pala:** Para cabezas con una sola ranura en el centro, muy usada en carpintería, para tornillos que entran fácilmente y requieren una fuerza media de apriete.
- **hexagonal:** Punta con extremo plano y con forma de hexágono.
- **de estrella:** Con forma de cruz y con punta pronunciada.
- **Pozidriv:** Similar al anterior pero con una pequeña ranura o muesca en cada cuarto de la estrella.
- **Torx:** Estrella de seis brazos, con el extremo plano.
- **Torx de seguridad:** Como el Torx pero con una hendidura en el centro para introducir un pequeño vástago que llevan los tornillos de este tipo. Son tornillos inviolables.

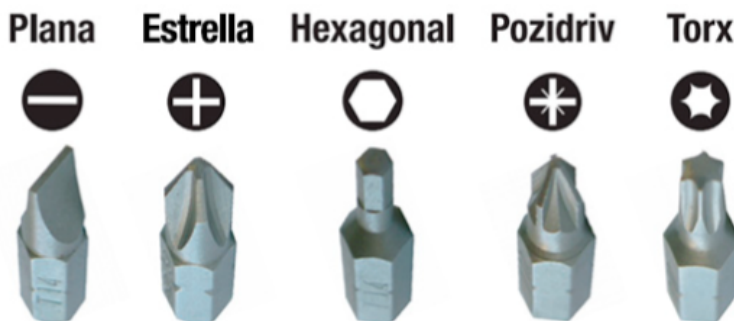


fig. 139 Puntas de atornillado.

Algunos más específicos

Otros destornilladores no tienen el mismo uso que los comentados hasta aquí y, aunque tienen la misma forma, se utilizan para tareas bien distintas. Los hay ciertamente muy especiales y que merecen ser mencionados:

- **buscapolos:** Sirven para comprobar si hay corriente eléctrica en un mecanismo. Suelen tener un mango e incluso el vástago aislados, para evitar accidentes (el aislamiento resiste hasta 1000 voltios).
- **intercambiables:** Un único mango y un vástago con un surtido de puntas intercambiables. Suelen ofrecer dos tamaños de las tres puntas más usadas: plana, de estrella y Pozidriv.
- **de carraca:** Cuando se atornilla o desatornilla con un destornillador normal, en cada vuelta hay que levantar la herramienta del tornillo y volver a situarla para que la mano pueda girar. Los de carraca evitan esto, ya que al disminuir la presión de atornillado se puede girar la mano sin levantar el destornillador.
- **de precisión:** Principalmente usados en electrónica, relojería o aeromodelismo. Tienen puntas muy precisas, para tornillos muy pequeños.

- **imantados:** Su punta está imantada de manera que es muy cómodo coger con ella los tornillos cuando se hacen largas series de atornillado. Además, evita que se te caigan en la primera fase de introducción del tornillo, si no los has sujetado bien.



fig. 140 Tipos de destornilladores y tornillos.

A la hora de solicitar un destornillador, debemos indicar: el tipo de punta y las medidas requeridas, el material del mango, la longitud total, si la punta se quiere imantada, si se precisa extralargo, aislado o con otra característica específica, todo en relación con la utilidad que se le va a dar a la herramienta.

ESPÁTULAS

Las espátulas son herramientas manuales utilizadas generalmente para el raspado de diversos materiales.

La espátula consta de dos piezas, unidas firmemente: un mango (de madera, plástico, goma, etc.) y una hoja o lámina metálica plana (fig. 141), que comúnmente es de acero inoxidable. La hoja suele tener una terminación filosa, uniforme y recta, en V , pero no siempre es así; ya que existen también, por ejemplo, espátulas dentadas o con dientes, denominadas rasquetas de encolar (cfr. *infra*: fig. 144). Asimismo, encontraremos espátulas de hoja plástica, o bien de mango plástico, generalmente utilizadas para trabajos hogareños ocasionales.

Las espátulas varían en el ancho. Generalmente van de 1" (25,4 mm) hasta 7", y puede haber incluso otras más anchas. El espesor de la hoja o lámina también varía. Todo depende del uso que se le dará a la herramienta. Las utilizamos en general para retirar las viejas capas de pintura, pero pueden tener además otros usos muy precisos: distribuir y emparejar superficies con yeso, enlucido, masilla, etc., o servir para retirar cualquier elemento extraño de una superficie (óxido, pegamentos...), así como para tapar grietas, ranuras, etc.

Tipos de espátula

Hay distintos tipos de espátula, entre los que se destacan los siguientes modelos:

- **espátula con hoja recta** (fig. 142): Se utilizan para aplicar materiales (yeso, enlucido, masilla) en pequeñas superficies, o bien para rellenar y tapar pequeñas grietas, ranuras o imperfecciones. También son las más utilizadas para quitar viejas capas de pintura o restos de empapelado.
- **espátulas con hoja de forma triangular** (fig. 143): Utilizadas especialmente para molduras, ya que nos permiten un acceso fácil a zonas con desniveles pronunciados.
- **rasquetas o raedera** (fig. 144): Su lámina, de gran tamaño, tiene forma rectangular y dientes en el extremo de la hoja –como ya se indicó. Se utilizan para la aplicación de materiales en orificios o grietas de proporción considerable.



fig. 141 Espátula plana



fig. 142



fig. 143



fig. 144

LLAVES FIJAS

Por lo general, los extremos de esta herramienta están orientados en un ángulo de aproximadamente 15° con respecto al eje longitudinal del mango, lo que permite una mayor libertad de movimiento en espacios confinados, ya que la llave se puede dar vuelta.

Las medidas y las especificaciones de las llaves fijas (fig. 145) responden a las normas ISO 10102, DIN 3110, NF ISO 3318 y NF ISO 10102, y el mercado dispone, generalmente, de los siguientes tamaños de abertura, según el fabricante:



fig. 145

- Dimensiones métricas: de 3,2 x 5,5 mm a 46 x 50 mm (por ejemplo, 6 x 7, 10 x 11, 14 x 15, 27 x 29, 30 x 32 mm, etc.).
- Dimensiones en pulgadas: de $\frac{1}{4}$ x $\frac{5}{16}$ a $1\frac{13}{16}$ x 2 (por ejemplo, $\frac{9}{16}$ x $\frac{5}{8}$, $1\frac{1}{8}$ x $\frac{3}{4}$, $1\frac{1}{8}$ x $1\frac{15}{16}$ pulg., etc.).

También se ofrecen juegos de llaves fijas, ya sea en caja, estuche, módulo o panel, que pueden contener entre 5 y 15 llaves, según el fabricante. Los tamaños de llave más pequeños, es decir, entre 3,2 y 8 mm, también se comercializan en un estuche tipo llavero que contiene entre 8 y 10 herramientas.

El inconveniente principal que presenta el empleo de llaves fijas es la necesidad de efectuar un amplio recorrido angular (conocido como *ángulo de recuperación*) para acceder a la siguiente cara del tornillo o tuerca. Además, al encajar únicamente en dos caras del tornillo o tuerca, existe un alto riesgo de que la llave resbale, por lo que las aristas del tornillo o tuerca pueden quedar redondeadas.

LLAVES DE ESTRELLA

El inconveniente apuntado para las llaves fijas queda eliminado con las llaves de estrella. Estas son llaves cerradas en forma de anillo, cuyo interior presenta una configuración hexagonal simple (de seis lados) o con dos hexágonos cruzados a 30° (de 12 lados) o bien una configuración cuadrada (de 8 lados). Con la llave de 6 caras pueden aplicarse grandes pares de apriete sin riesgo de resbalar, ya que la llave rodea completamente el tornillo o tuerca, ajustándose a estos con precisión. La llave de 12 lados presenta la ventaja de sujetar el tornillo o tuerca en 12 posiciones distintas, disponiendo de un mayor ángulo de giro que permite el cambio frecuente de la posición de la llave, lo que las hace muy útiles para ensambles de difícil acceso.

Las llaves de estrella generalmente presentan dos extremos de distinta medida, numerados de la misma forma que las fijas, y se comercializan en diversos diseños. Veamos los principales (cfr.: fig. 146):

- **Llaves de estrella rectas o planas** (normas ISO 10103, DIN 837 y NF ISO 10103): Son como acabamos de describir y también presentan un cierto ángulo entre los planos del mango y de la abertura para evitar el roce contra la superficie plana en la que está roscado el tornillo.
- **Llaves de estrella acodadas** (normas ISO 10104 y DIN 838): Sus extremos forman una especie de codo respecto al mango. Son muy útiles en tornillos o tuercas que estén levemente hundidos respecto a una superficie plana.
- **Llaves de estrella de media luna** (normas ISO 3318 y NF ISO 3318): La forma de media luna facilita la maniobra en tuercas inaccesibles con una herramienta clásica. Por lo general, la configuración de la estrella es de 12 lados.

- **Llaves de estrella con carraca o trinquete** (norma ISO 1711-1) (cfr.: fig. 147): la particularidad de estas llaves es que solo ejercen presión en un sentido del giro (lo cual se selecciona mediante una pequeña palanca), mientras dejan libre el giro hacia el sentido contrario. Son sumamente útiles porque reducen de modo drástico el ángulo de recuperación, en particular en lugares de difícil acceso o con poco margen de movimiento de la llave.
- **Llaves de estrella abiertas o de racores para tuberías** (norma DIN 3118) (cfr.: fig. 147): Básicamente se trata de llaves de estrella rectas o planas con una abertura en la boca de acoplamiento. Son ideales para aflojar y apretar racores de extremo hexagonal. Su principal ventaja es que se dispone de una mayor superficie de contacto con el tornillo o tuerca, por lo que se reduce el riesgo de redondeo. Las medidas métricas más habituales son: 7 x 9, 8 x 10, 11 x 13, 12 x 14 y 17 x 19 mm. Se usan generalmente en las industrias y en los diferentes servicios técnicos que se dedican a la conducción hidráulica, neumática y similares.



fig. 146



fig. 147

Llaves combinadas

La mezcla de una llave fija con una llave de estrella en una sola herramienta de dos extremos y con una única medida ha dado origen a las llaves mixtas o combinadas (cfr.: fig. 148). Así, por ejemplo, es habitual encontrar llaves combinadas plana-estrella o plana-carraca de la misma medida, para combinar sus ventajas; o sea, la accesibilidad que permiten las llaves de estrella con la rapidez de accionamiento de las llaves fijas.

Tipo de llave combinada	Características	Diseño
llave fija y de estrella plana de 6 a 12 lados	Norma DIN 3113, ISO 3318, ISO 7738, ISO 691. Posee la cabeza de estrella inclinada a 10° o 15°. Dimensiones métricas: 4-41 mm. Dimensiones en pulgadas de ¼ a 2 y ¾.	
llave fija y de estrella acodada	Norma DIN 3113, ISO 3318, ISO 7738 y NF ISO 7738. Posee cabeza de 12 caras acodada: el espacio bajo el mango facilita el paso de los dedos o de un obstáculo. Dimensiones métricas de 6-32 mm.	

fig. 148 Características de llaves fijas combinadas.

Llaves de tubo

Es una llave de acero que tiene forma de tubo. En cada uno de sus extremos tiene un hueco de forma hexagonal, donde se encaja una tuerca de un determinado tamaño. Los extremos de la misma llave sirven para 2 tuercas de medidas consecutivas. La parte central y exterior de la llave tiene una forma hexagonal para que en ella pueda ser encajada una llave fija o una llave inglesa, y esto nos permita apretar o aflojar la tuerca.

Se utiliza para apretar o aflojar tanto tornillos con cabeza hexagonal como tuercas que se encuentren en lugares poco accesibles. Se debe usar una llave de tubo que tenga la misma medida que la tuerca que queremos hacer girar.

LLAVE ALLEN

Desde el operario de un taller, ya sea mecánico, de carpintería o de bicicletas, hasta el aficionado al bricolaje que desea armar un mueble adquirido en un hipermercado, todos han usado llaves Allen (fig. 149) alguna vez.

Sin embargo, sabemos que las llaves fueron diseñadas para hacer girar los múltiples tipos de tornillos ofrecidos en el mercado. Por lo tanto, las llaves Allen no existirían si el amplio surtido que ofrece la tornillería moderna no incluyera tornillos cuya cabeza contiene un hueco axial, que recibe el nombre de cabeza hexagonal hueca o cabeza Allen (fig. 150).

En virtud de su ahuecamiento, este tipo de tornillos no puede girarse con una llave de tuerca común, sino con una llave macho denominada, precisamente, llave Allen.

Aparentemente, la aparición de los tornillos Allen a comienzos del siglo xx se debe a razones de seguridad industrial, ante la necesidad de que las poleas y los ejes de las líneas de transmisión, de uso habitual en las fábricas de la época, contaran con tornillos de sujeción sin cabeza, los cuales serían menos propensos a engancharse en la ropa de los trabajadores y, por ende, a producir accidentes.

Los tornillos Allen fueron primeramente adoptados por fabricantes de herramientas y matrices, y más tarde se extendieron a otras áreas involucradas en la manufactura de aviones, tanques y submarinos militares, aviones civiles, automóviles, motos, bicicletas, muebles y otros.

La colocación o la extracción de los tornillos Allen condujo a la invención de una llave manual pequeña, liviana, económica y de diseño sumamente sencillo, ya que consta de una barra hexagonal con forma acodada en L, cuya medida exterior coincide con la distancia entre las caras opuestas del tornillo a girar. El lado corto de la L encaja perfectamente en tornillos que contienen un hexágono interior, y el lado largo sirve como palanca para el giro (fig. 151).

Hoy en día, las llaves Allen se fabrican en acero galvanizado con o sin aleación de cromo-vanadio niquelada, están disponibles en varios tamaños (tanto en medidas métricas como imperiales), determinados por las normas DIN 911, ISO 2936 y ANSI B18.3.2M, y las dimensiones de sus caras opuestas van de los 0,9 mm a los 36 mm. Los tamaños más grandes abarcan llaves cuya longitud total oscila entre 20 y 35 cm, y su peso entre 1 y 5 kg.

Formas de llaves Allen disponibles en el comercio

Por lo general, las llaves Allen se pueden adquirir individualmente o en juegos que contienen varias piezas de diversos tamaños, ya sea con brazo corto o largo. Estos juegos pueden adquirirse en llavero, en estuche o caja, o en una navaja, como muestra la fig. 152.



fig. 149



fig. 150



fig. 151

Las navajas presentan un práctico diseño de bolsillo y cuerpo de hule, que contiene juegos de 7 u 8 piezas, tanto en medidas métricas como imperiales. La ventaja que ofrecen los diseños de navaja es que permiten tener todas las llaves juntas sin que se extravíen.

También se dispone de llaves Allen con mango ergonómico en T o vertical (como un destornillador ordinario). Estos diseños otorgan un manejo sumamente confortable, utilizando el par de giro completo (fig. 153). Algunos fabricantes incorporan un orificio en el mango para colgar la herramienta y mantener en orden el lugar de trabajo.



fig. 152

Variantes de llaves Allen

Las llaves que veremos a continuación presentan una característica en común con las llaves Allen, pues están diseñadas para hacer girar tornillos cuya cabeza contiene un hueco axial. Por lo tanto, podemos considerarlas como variantes de las llaves Allen, ya que se fabrican con los mismos materiales y se comercializan en las mismas formas y presentaciones que acabamos de ver.



fig. 153

Llaves Allen con punta bola o esférica

Estas herramientas poseen en la punta una pseudoesfera o bola hexagonal, que se introduce de manera sencilla y exacta en el perfil interior del tornillo, permitiendo girarlo con la llave en posición fuera de eje, como se observa en la fig. 154.

Este diseño es el indicado para lugares de difícil acceso y, según su tamaño, la llave puede oscilar hasta un ángulo de 30° respecto al eje.

Las llaves Allen con punta esférica o de bola están construidas en acero al cromo-vanadio de alta aleación, que garantiza una gran perdurabilidad y pares muy favorables.

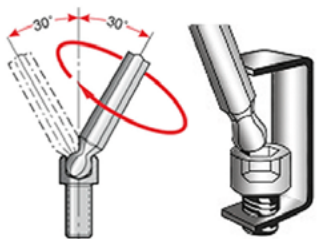
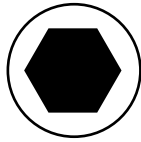


fig. 154

Llaves Bristol

El tornillo Bristol, creado por la Bristol Wrench Company, presenta una estructura acanalada con 4 o 6 ranuras, que no son necesariamente inviolables y que están cortadas por una brochadora de esquinas cuadradas, lo que otorga un ligero corte sesgado a las esquinas exteriores de la llave. La principal ventaja de este sistema es que la casi totalidad de la fuerza de giro se aplica en ángulos rectos sobre la cara acanalada del tornillo, lo que reduce la posibilidad de que el tornillo “se pase de rosca”. Por esta razón las llaves Bristol se utilizan a menudo en metales blandos no ferrosos. En comparación con una llave Allen y para un mismo par de torsión, las llaves Bristol son menos propensas a pasarse de rosca, pero no son mucho más resistentes que una llave Torx (cfr.: fig. 155).

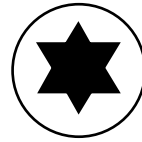
La Bristol es de uso general en aviónica, equipos de comunicación de alta gama, cámaras, frenos de aire y maquinaria para construcción, agricultura, defensa, astronomía. Las variantes con un pasador en el centro se emplean frecuentemente en sistemas de videojuegos como PlayStations, consolas Xbox y otros.



ALLEN



BRISTOL



TORX

fig. 155

Llaves Torx

Son de uso común en automóviles, equipos automatizados y componentes informáticos, ya que son resistentes al efecto *cam-out* (es decir, a que la varilla del destornillador resbale o se deslice indeseadamente del tornillo). De ahí que sean muy adecuadas para trabajar en dispositivos eléctricos empleadas en líneas de montaje de producción.

Por su diseño, los tornillos de cabeza Torx resisten el efecto *cam-out* mejor que la cabeza Phillips o cabeza ranurada. Mientras las cabezas Phillips fueron diseñadas para provocar el efecto *cam-out* a fin de evitar un apriete excesivo, las cabezas Torx fueron diseñadas para evitarlo. La razón de esto fue el desarrollo de mejores destornilladores industriales automáticos que limitan el par. En lugar de esperar a que la herramienta resbale de la cabeza del tornillo cuando se alcanza un nivel de par, lo que puede dañar la punta del destornillador, la cabeza del tornillo o la pieza de trabajo, el diseño de la llave Torx alcanza un par deseado de forma constante y, según manifiestan los fabricantes, este diseño puede prolongar diez veces la vida de la punta de la herramienta.

A diferencia de las llaves Allen, las llaves Torx tienen:

- Una barra circular en lugar de hexagonal.
- Extremos en forma de estrella de seis puntas.

Tanto las llaves Bristol como las Torx pueden incorporar una esfera en la punta para el acceso a lugares difíciles.

LLAVES AJUSTABLES

Llave inglesa

Conocidas también, según el país o la región, como *llave francesa*, *llave Bahco*, *llave Crescent* o *llave sueca* son, por mucho, el tipo más común de llave ajustable (fig. 156).

Presentan dos caras o mordazas paralelas y lisas, desplazadas en un ángulo de 15° con relación al mango, por lo que pueden usarse en espacios confinados. Una mordaza está fija al cuerpo constitutivo del mango y la otra mordaza es móvil, permitiendo la apertura y el cierre con respecto a la fija. La mordaza móvil está provista de una cremallera dentada a la cual engrana un tornillo helicoidal (tornillo sinfín) que al girarse manualmente modifica la apertura de las caras para adaptarse a diferentes medidas del elemento a girar.

Las llaves inglesas se fabrican generalmente de acero forjado estampado y presentan un recubrimiento de cromo para prevenir la corrosión. Las herramientas de alta calidad suelen fabricarse de aleaciones de cromo-vanadio y en algunos casos incluso de titanio. También se comercializan en versiones de acero inoxidable, así como con los tratamientos y los accesorios adecuados para cumplir los requisitos correspondientes de herramientas aisladas, antichispa y anticáida.

Vienen en una gran diversidad de tamaños, según el diámetro de la tuerca o la cabeza de perno que encaja entre las mordazas, cuyas medidas pueden ser métricas (milímetros) o imperiales (pulgadas o milésimas de pulgada). Las firmas reconocidas ofrecen, por ejemplo, llaves inglesas métricas con una longitud entre 110 y 770 mm y una apertura de mordazas entre 13 y 85 mm.

El uso correcto de una llave inglesa requiere un completo ajuste de la mordaza móvil a la tuerca o cabeza de perno para evitar dañarlas, o lo que es lo mismo, provocar su *redondeo*. No deben usarse con elementos que ya han sido redondeados, porque esto puede generar una sobrecarga en la mordaza móvil. Tampoco deben usarse en posición vertical en espacios muy reducidos, lugares donde una llave de tubo es realmente la herramienta adecuada.

Opciones de llaves inglesas

El mercado ofrece llaves inglesas con numerosas opciones según la necesidad (fig. 157). Por ejemplo, muchos fabricantes disponen de líneas de llaves provistas de una escala graduada en milímetros o pulgadas, que permite visualizar rápidamente el tamaño de los elementos de sujeción a girar.

Otras líneas vienen provistas de mangos ergonómicos que mejoran el uso de la fuerza manual y proveen un agarre más seguro en distintas posiciones de trabajo, minimizando la posibilidad de accidentes. Existen modelos de líneas ergonómicas que presentan llaves con una amplia apertura de las mordazas (hasta 55 mm), o que incluyen una cara estriada para que estas llaves también puedan ser usadas en caños.

Tales modelos se presentan en acabados fosfatados o cromados, con un templado de precisión y tratamiento contra la corrosión que responde a estrictas normas ISO, ASME, DIN y UNE.

En la tabla que sigue (fig. 158) mencionamos solamente algunos usos principales de las llaves inglesas.



fig. 156



fig. 157

Plomería y gas	Cuando se trabaja en artefactos diferentes, como lavabos, inodoros, piletas, bañeras, calefones y otros accesorios de cocina y baño, existen diferentes diámetros de cañerías y tamaños de tuercas y pernos. Una llave inglesa permite manejar muchos tamaños con facilidad.
Reparación de automóviles	Aunque para ciertas reparaciones se requiere una llave de trinquete o una llave de tubo, siempre hay lugares de acceso difícil en los que la llave inglesa es perfecta para la tarea y puede ofrecer el apalancamiento necesario para ajustar o aflojar tuercas y pernos.
Reparación de bicicletas y motocicletas	Si se produce un contratiempo, como una cubierta desinflada o una cadena suelta, una llave inglesa es ideal para extraer o apretar tornillos, o para ayudar a cambiar una cubierta.
Ensamble de muebles	Los muebles que se adquieren en supermercados requieren el armado. Una llave inglesa puede adaptarse a los diferentes tamaños de tuercas y pernos usados para ensamblar dichos muebles. Su existencia eliminar la necesidad de tener varias llaves, reduce el tiempo perdido para buscar el tamaño preciso de la llave y facilita pasar de un tamaño de tuerca o perno a otro.

fig. 158 Usos principales de las llaves inglesas.

Llave Stillson

La tradicional llave Stillson, conocida también como *llave de grifa* o *llave de perro*, fue específicamente diseñada para ajustar conexiones y accesorios entre cañerías. De ahí que las mordazas presenten superficies dentadas o rugosas, a fin de facilitar el agarre cuando se gira la llave, mientras que la mordaza inferior puede moverse hacia arriba o hacia abajo para adaptarse al tamaño del objeto a sujetar. Existen diversos modelos de llaves

Stillson (cfr.: fig. 159) que es importante tener en cuenta según los requerimientos de los trabajos que vayamos a realizar.






<p>rectas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es el tipo más popular de llave Stillson y conserva un diseño muy parecido al original, creado en 1869. Se usan para ajustar caños con diámetros que van desde ¾ a 8 pulgadas y más. • Se miden por la longitud del mango y pueden adquirirse en tamaños que varían, generalmente, de 20 a 90 mm o más. La longitud del mango debe elegirse de acuerdo con el espacio disponible para moverlo en un arco. • Conformadas, por lo general, de aluminio o acero forjado, con tratamiento anticorrosión y con mordazas templadas por inducción. 	
<p>acodadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las mordazas son paralelas al mango y sus caras son más estrechas. Diseñadas para usarse sin dañar los elementos circundantes, en lugares confinados donde hay poco espacio para sujetar un objeto. • Se usan cuando un caño es paralelo a otro objeto, o cuando un objeto se encuentra en un ángulo de difícil acceso. • Las longitudes varían de 14-18 pulgadas. • Para tareas más ligeras se recomiendan llaves acodadas de aluminio. 	
<p>acodadas para extremos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presentan mordazas en ángulo respecto a los mangos y tienen dientes para un mejor agarre. • Se usan en tuberías que están cerca de la pared o que presentan un recorrido alterado, por ejemplo, como un codo de 90°. • También funcionan perfectamente en espacios confinados o en tubería aéreas. • Las longitudes del mango varían entre 6-36 pulgadas, y las llaves se pueden usar para sujetar caños de hasta 5 pulgadas de diámetro. • Facilitan la sujeción de caños porque la llave no resbala. 	
<p>de palanca compuesta</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Otorgan mayor apalancamiento para aflojar uniones atascadas a causa de corrosión o daños, o a causa de la antigüedad de la cañería, la acumulación de minerales, etc. • La fuerza aplicada por el usuario se “magnifica” para incrementar el resultado, a fin de proporcionar la potencia suficiente para aflojar las uniones problemáticas. 	
<p>hexagonales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presentan mordazas delgadas y lisas que se insertan en los lugares más estrechos. • El diseño de las mordazas es hexagonal para facilitar el agarre multilateral y seguro de tuercas también hexagonales, o tuercas cuadradas, uniones y tuercas de empaque de válvulas. • El modelo de cabeza acodada con apertura extragrande es ideal para asegurar las tuercas de drenaje de bañeras, piletas de cocina y lavabos. 	

fig. 159 Tipos de llave Stillson: usos.

Llave de mono

Las llaves de mono (fig. 160) se diseñaron hace más de 150 años para ajustar tuercas de las ruedas de las carretas, por lo que eran y son herramientas muy resistentes, usadas siempre en trabajos a gran escala. Por ser poco maniobrables, su popularidad ha disminuido considerablemente en los últimos tiempos en favor de la llave Stillson, ya que esta puede cumplir todas las funciones de una llave de mono, mientras que lo contrario no siempre es aplicable.

Aunque muchos las confunden con las llaves Stillson, porque en ambos tipos las mordazas se ajustan mediante un engranaje de tornillo sinfín que se gira con el pulgar, la diferencia reside en la superficie de las mordazas. Como se observa en la figura de abajo, una llave de mono tiene mordazas lisas que se encuentran siempre perpendiculares al mango, mientras que una llave Stillson tiene mordazas dentadas y, según el diseño, como vimos más arriba, pueden estar ubicadas perpendiculares o paralelas al mango. Debido a sus mordazas lisas, la llave de mono es más adecuada para girar tuercas y tornillos en lugar de sujetar caños y tubos.

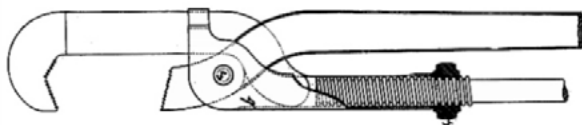


fig. 160

Llave para caño

La invención de J.P. Johansson en 1888, especial para aplicaciones de plomería, se denomina aún hoy *mano de hierro*, si bien se comercializa como *llave para caño* (fig. 161). Esta herramienta supone varias mejoras con respecto a la llave Stillson estándar. En otros países se conoce como *llave sueca*, nacionalidad del herrero que la patentó.

La herramienta presenta dos mangos, uno de los cuales tiene una tuerca de regulación que se usa para cerrar las mordazas móviles alrededor del caño o accesorio. Puesto que se cierra con mucha fuerza, no es necesario que la herramienta engrane la tuerca o la cabeza del perno a la que se aplica.

Están generalmente fabricadas en aleación de acero, con mordazas templadas por inducción y acabado fosfatado con tratamiento antioxidación, o en modelos más costosos, con acabado niquelado y cromado para una máxima resistencia al óxido.

Se producen con mangos comunes (su longitud total puede superar los 100 cm para caños de hasta 5 pulgadas de diámetro) o con mangos ergonómicos, y se presentan en dos versiones: universal y para caños de esquina, cuyas mordazas están orientadas a 45° para trabajos en lugares de difícil acceso (cfr.: fig. 162).

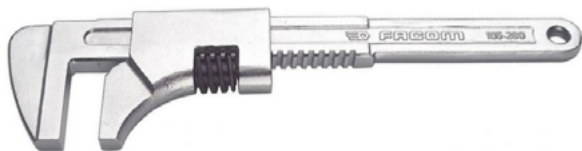


fig. 161



Mordazas especialmente endurecidas. Los dientes han sido sesgados para obtener un agarre del material con mayor potencia.



Bloqueo de seguridad que impide que se caiga la tuerca.



La llave puede bloquearse fácilmente en la posición deseada con la tuerca ajustable. La sujeción de la mordaza se incrementa cuando se aplica presión sobre el mango.

Forma exterior fabricada en chapa de acero resistente, cubierto de TPE para un agarre suave, antideslizante y ergonómico.



Puede sujetar tanto objetos redondos como tuercas, en espacio reducidos.



Mordazas especialmente endurecidas. Los dientes han sido sesgados para obtener un agarre del material con mayor potencia.



El diseño del cabezal, ahora más fino, permite una alta accesibilidad a espacios reducidos.

Mango ergonómico

Mango de dos componentes de TPE (elastómero termoplástico), para un agarre perfecto. Inyectado sobre un alma de acero plegado.

fig. 162

PICOS

Si bien existen diversos tamaños y formas según los modelos, todos los picos (fig. 163) son herramientas de destrucción y picado constituidas por una barra ligeramente encorvada de hierro o acero y un mango de madera o fibra de vidrio en el centro. Es precisamente el diseño de los extremos de la barra metálica el que varía y no solo confiere características particulares a la herramienta, sino que los distingue con nombres diversos. Veamos algunas variantes. Vale aclarar que las denominaciones suelen diferir según los países y, según el fabricante; así que puede haber más combinaciones que las aquí descritas.



fig. 163

Tipos de picos (cfr.: fig. 164)

- **pico:** La barra metálica del pico propiamente dicho puede ser simétrica o asimétrica y presenta ambos extremos en punta afilada. Estos extremos puntiagudos se utilizan con mayor frecuencia para romper superficies rocosas o duras como hormigón o tierra seca. El gran impulso de un pico pesado combinado con pequeñas áreas de contacto le confiere notable eficacia para este propósito. Por ello, la principal aplicación del pico reside en preparar el terreno de la construcción, ya sea abriendo zanjas o desmenuzando la tierra. Una variante de pico es aquella en que uno de los extremos es plano con borde ancho y cortante (cfr.: fig. 164: pico 1), por lo que la herramienta es útil para el desterronado y las excavaciones en suelos blandos o para extraer troncos y raíces. Para manejar los picos se emplean siempre las dos manos.
- **zapapico:** La diferencia básica es que posee uno de sus extremos en forma de azada o pala delgada y larga, con un borde cortante que permite cavar con rapidez y exactitud.
- **alcotana o picoleta:** Es una especie de pico, algo más pequeño, que se utiliza fundamentalmente en albañilería. Uno de sus extremos es cortante y posee forma de hacha, mientras el otro tiene forma de azada o pala. Sin embargo, puede haber variantes de alcotanas en que el extremo cortante se reemplaza por un martillo (cfr.: fig. 164: alcotana 1) o una punta (cfr.: fig. 164: alcotana 2), como en el pico convencional. Las alcotanas se pueden manejar con las dos manos o bien, en el caso de las más pequeñas, con una sola.
- **piqueta:** Similar a los picos y las alcotanas, pero pequeña; se maneja con una sola mano. El mango posee unos 40 cm de largo y los extremos de la barra pueden ser, al igual que las alcotanas, de varias formas, entre las que se destaca la combinación de pala-hacha y martillo-hacha. Aplicaciones varias: cortar ladrillos, quitar restos de cemento u hormigón, asentar ladrillos sobre las hiladas, etc.

Consejos para el uso y el mantenimiento de los picos

Por tratarse de herramientas peligrosas, los picos deben emplearse siguiendo medidas de seguridad personal, como el uso de botas y gafas protectoras aprobadas, y evitando que haya otras personas en las cercanías donde se maneja la herramienta.

Unos de los errores más comunes que pueden derivar en lesiones es emplear picos cuyas puntas están dentadas, melladas o estriadas, o cuyos mangos son de dimensiones inadecuadas o presentan astillas. Por otro lado,

los picos nunca deben usarse para golpear o romper superficies metálicas o enderezar herramientas, tales como martillos u otras.

Respecto a su mantenimiento, los picos deben guardarse limpios en un lugar seco, y aceitados o engrasados para protegerlos de la oxidación. Los extremos que se usan para corte deben mantenerse afilados, para que lo que se puede emplear una piedra de afilar si fuere necesario.

Los picos que se emplean en jardinería y agricultura deberán lavarse para eliminar la tierra adherida utilizando un cepillo de acero y agua jabonosa. Se desinfectan así para el uso futuro, a fin de proteger las plantas de enfermedades y parásitos.

Los picos más modernos están contruidos en una sola pieza de acero forjado tratado térmicamente, con propiedades que les confieren una máxima resistencia a la tracción, la torsión, el desgaste y el impacto.

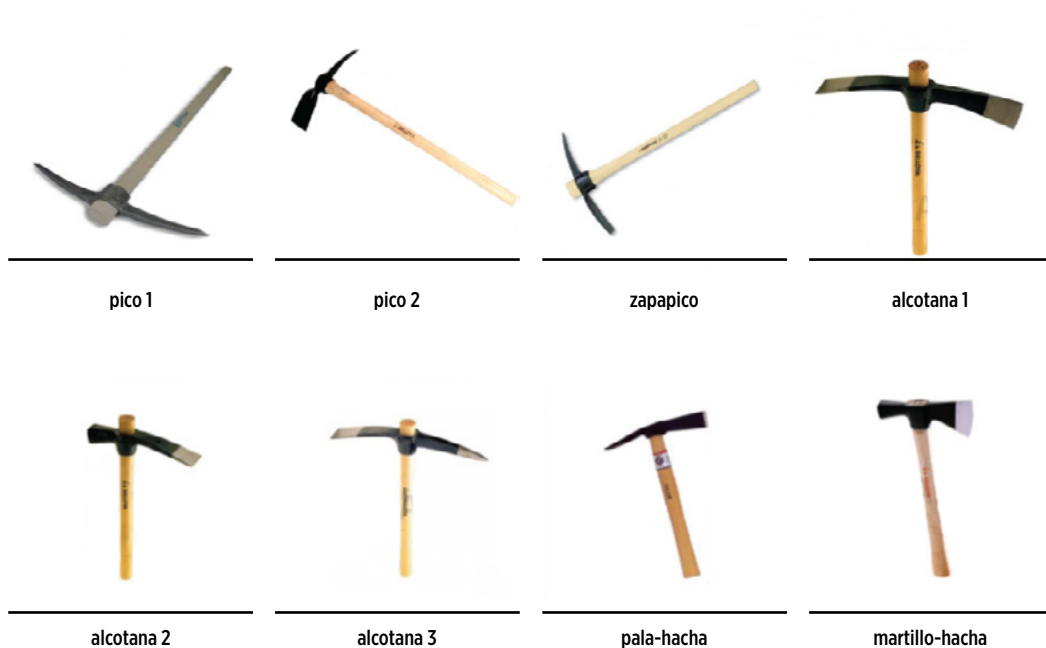


fig. 164

NIVEL DE BURBUJA

¿Cómo elegir un nivel de burbuja?

Los niveles son una de las herramientas más necesarias en cualquier taller para trabajos de nivelado tanto en tareas sencillas (colgar un cuadro o unas barras de cortinas, por ej.) como en las más complejas (alicatar y soldar, poner pisos, azulejos, bloques o comprobar la nivelación de las bases de equipos en las industrias, entre otros). Los hay de muchas longitudes y muchos llevan dibujada una regla, muy útil para marcar, por ejemplo, la posición de las hiladas de azulejos. En albañilería supone una gran ventaja que, a la vez que se comprueba el nivelado, se pueda golpear sobre la herramienta con el mazo de goma para corregir la posición de las piezas.

Hay niveles de burbuja (fig. 165) de dos viales, uno horizontal (180°) y otro vertical (90°) pero existen modelos que incorporan varios viales verticales y alguno a 45°, para marcar ángulos.



fig. 165

Tipos de niveles manuales



fig. 166 Mini nivel: Muy ligero, ideal para pequeños trabajos como colgar cuadros o estanterías.



fig. 167 Nivel de varias burbujas: Disponible en medidas desde 225 hasta 1500 mm, para trabajos de gran envergadura.



fig. 168 Nivel de tubos: Diseñado para "abrazar" los tubos de diferente grosor a la hora de nivelarlos horizontal o verticalmente. Gracias a unos potentes imanes, se sujeta firmemente de los postes metálicos.



fig. 169 Nivel plegable: Ideal para la nivelación de postes; se puede abrir y quedar plano para adaptarse a distintas medidas. Puede adherirse a superficies metálicas mediante sus imanes y a otro tipo de superficies mediante potentes gomas.

Otros tipos especiales



fig. 170 Nivel escuadra y digital.



fig. 171 Nivel de burbuja digital.



fig. 172 Nivel de superficie.



fig. 173 Nivel antichoque.



fig. 174 Nivel de armazón magnética.

El uso del nivel de burbuja es bastante intuitivo, aunque siempre conviene tener presentes algunos conceptos, especialmente lo que nos permita elegir el nivel adecuado en el momento de adquirirlo en el mercado o más adelante, al aplicarlo en nuestras labores. En primer lugar, si vamos a comprar un nivel de burbuja, debemos prestar atención a algunos detalles relacionados con el uso que tendrá la herramienta:

Tolerancia de fabricación: Es la suma de todos los errores que pueden producirse durante la manufactura del nivel, es decir, el radio del bulbo y su montaje en la armazón, por un lado, y el paralelismo y la rectitud de la armazón por el otro. Cuanto más baja sea la tolerancia de fabricación, más preciso será el nivel. Por lo general, los niveles de precisión se fabrican de conformidad con la norma ISO 9001.

Armazón: El aluminio otorga a la armazón una durabilidad adicional sin sumar un peso apreciable. La resistencia de la armazón se ve afectada principalmente por dos factores: el tamaño del orificio para el bulbo y el grosor de la armazón. Cuanto mayor sea el orificio, menor será la perdurabilidad. A su vez, cuanto más gruesas sean las paredes de la armazón, mayor será la perdurabilidad. La longitud del nivel de burbuja también es importante: cuanto más largo sea el nivel, mayor será su precisión. Sin embargo, se debe tener cuidado de que la armazón de los niveles largos no se tuerza ni deforme.

Facilidad de lectura: Muchos niveles incorporan una lente de aumento para que el desplazamiento de la burbuja se observe con mayor claridad. Otros cuentan con un reflector luminiscente que facilita la lectura, incluso de noche o cuando las condiciones de iluminación no son favorables. Es conveniente, además, que el bulbo esté provisto de marcas o graduaciones en varias caras de la herramienta, para que también puedan realizarse lecturas cuando el nivel se coloque boca abajo o cabezabajo.

Sensibilidad: La sensibilidad es una especificación importante para un nivel de burbuja. Se define como el cambio de ángulo o gradiente necesario para desplazar la burbuja por unidad de distancia y es el parámetro del cual depende la precisión general de la herramienta. Si el tubo tiene divisiones graduadas, entonces la sensibilidad se refiere al ángulo o al cambio de gradiente necesario para desplazar la burbuja por una de estas divisiones. La sensibilidad se expresa en mm/m y el espaciado estándar para las divisiones es de 2 mm. Vale decir que, por ejemplo, para un nivel de 1 m de largo, la sensibilidad estará dada por la altura a la que se debe elevar un extremo del nivel para que la burbuja se desplace 2 mm. Los niveles demasiado sensibles pueden ser difíciles de usar, sin embargo, cuanto más sensibles sean, más preciso será nuestro trabajo.

Precisión: El radio del bulbo determina la precisión de un nivel de burbuja. Un radio más grande significa que la burbuja puede desplazarse más fácilmente. La evaluación de la precisión de un nivel de burbuja es simplemente comprobar la repetitividad de sus lecturas. A continuación, describiremos paso a paso cómo hacerlo.

Antes de usar cualquier nivel de burbuja, y a fin de asegurarnos de que funcionará correctamente, la superficie de la herramienta y la superficie a comprobar deben estar limpias. Si el nivel se ha utilizado previamente en un entorno que dejó sustancias adheridas en su superficie, estas deberán eliminarse. Debemos limpiar las superficies con un paño húmedo o usar cuidadosamente un cincel para eliminar cualquier sustancia sólida adherida. Una vez que nos aseguramos de la limpieza, podemos proceder a utilizar el nivel. Los siguientes pasos sirven no solo para comprobar la precisión del nivel de burbuja, también ejemplifican su uso:

- Colocamos el nivel sobre una mesa. Puede usarse cualquier mesa y no es necesario que sea perfectamente horizontal.
- Observamos la posición de la burbuja. Si la burbuja está a la derecha de las dos líneas, colocamos un trozo de cartón debajo del extremo izquierdo del nivel. Si la burbuja está a la izquierda de las líneas, colocamos el cartón debajo del extremo derecho del nivel. Si es necesario, continuamos agregando trozos de cartón hasta que la burbuja quede perfectamente centrada entre las dos líneas.
- Una vez que la burbuja esté centrada, colocamos el nivel cabeza abajo sobre los mismos trozos de cartón. La burbuja debería estar todavía centrada.
- Ahora giramos el nivel 180° y lo colocamos sobre los mismos trozos de cartón. La burbuja todavía debe estar centrada.
- Si la burbuja se ha desplazado en cualquiera de las posiciones de prueba, significa que el nivel no es preciso y por lo tanto no deberíamos usarlo/comprarlo.

Si el nivel viene provisto de una burbuja para aplomar (o sea, medir la verticalidad), procedemos de la misma manera, pero sobre una superficie vertical.

NIVEL LÁSER

Son los más precisos y sofisticados para comprobar la nivelación, pero también para el trazado de líneas, ya que el láser proyecta su luz sobre cualquier superficie, lo que permite, en los modelos más completos, trazar dos líneas al mismo tiempo, paralelas o cruzadas. Los modelos más sencillos y los precios, cada vez más asequibles, les están haciendo ganar terreno en el bricolaje hogareño.

Estas herramientas se llaman *niveles láser* (fig. 170) porque permiten proyectar una luz láser que sirve de guía para la realización de diferentes trabajos, pero la medición se hace por otros mecanismos (manual o automáticamente, e incluso mediante el sistema de burbuja).



fig. 175

Algunos usos del nivel láser:

- Trabajos comunes dentro del hogar, como colgar cuadros, especialmente si se quieren alinear con otros que ya hay en la pared.
- Montaje de muebles de cocina.
- Colocación de enchufes e interruptores.
- Poner cenefas, baldosas y azulejos.
- Empapelar.

Tipos de nivel láser

- **Manuales:** Se utilizan como los tradicionales, posicionándolos sobre la superficie o el elemento a nivelar y moviéndolos manualmente arriba y abajo, para conseguir tal nivelación. Una vez lograda esta, se proyectan las líneas, de entre 3 y 5 m de longitud.
- **Autonivelantes:** Un sensor electrónico es el encargado de comprobar la nivelación, que se muestra en un *display*. Se posiciona, se espera unos segundos y aparece la medición, con un margen de error inferior a 4°. Los niveles autonivelantes pueden ser a su vez:
 - » **de pared:** Potentes imanes permiten fijarlos a una superficie metálica, por lo que incorporan una placa metálica sobre la que colocar el nivel láser. La placa se puede fijar al muro mediante adhesivo de doble cara, pinchos especiales para fibra-yeso o madera, e incluso, provisionalmente, con un tornillo. Pueden proyectar líneas en ángulo y suelen incorporar detección de metales y estructuras.
 - » **de trípode:** Apoyados en patas extensibles, fácilmente transportables, permiten nivelar distintas zonas sin mover el aparato y proyectar varias líneas a la vez.

Los niveles de burbuja, han gozado de amplia aplicación durante décadas, porque permiten obtener una buena precisión a un costo mínimo. Sin embargo, hoy en día no solo ofrecen aún mayor precisión, sino funciones adicionales, tales como el aplomado y la medición a distancia. Así bien, aunque el nivel de burbuja todavía mantiene su

vigencia, los profesionales han comprobado que el empleo de un nivel multiuso resulta más económico, ahorra espacio y ofrece múltiples ventajas.

Precisamente una de las grandes ventajas de los niveles láser es que se ha podido dejar de lado antiguas técnicas de alineación y nivelación muy comunes en el sector de la construcción, como la técnica de nivelación de suelo (mediante mangueras con agua, hilos y estacas, etc.). Esta técnica fue empleada por mucho tiempo debido a la falta de alternativas para ese tipo de tarea, pero no aseguraba una alineación totalmente exacta de superficies o ambientes.

Por tal razón, los niveles láser llegaron al mercado para permitir un manejo muy simple, tener la mayor de las precisiones y permitir que el trabajo en una obra no quite tiempo al obrero, sino que, por el contrario, se complementa con otras tareas, dado que permite que varios obreros a la vez continúen realizando sus tareas sin pérdida de tiempo.

En los últimos 15 o 20 años la tecnología ha dado origen a varios tipos de niveles láser, incluso de distintos tamaños. Tal variedad se debe a las diferentes necesidades de nivelación que pueden exigir usuarios específicos. Por lo tanto, el conocimiento de las variedades principales que podemos encontrar en el mercado nos ayudará a decidir cuál es el nivel láser que mejor satisface nuestras necesidades. Veamos cuáles son esas variedades:

- **niveles láser de puntos:** De tamaño pequeño, se usan principalmente en interiores y proyectan uno o más puntos sobre una superficie. Estos puntos pueden señalar un determinado nivel a la misma altura sobre una pared opuesta, o alinear, por ejemplo, la parte superior de un marco de ventana con otro. Sus aplicaciones van desde la instalación de revestimientos y placas de yeso laminado (*drywall*), hasta la comprobación de escuadras. Los puntos se pueden trazar sobre la superficie con un lápiz y si se proyectan varios puntos, estos se pueden usar como una línea.
- **niveles láser de líneas:** También de tamaño pequeño, con aplicación mayoritaria en interiores. Usan un solo rayo láser, proyectado a lo largo de 180° para determinar un plano horizontal o vertical absoluto, como si se tratara de una línea de tiza sobre una superficie. El rayo también puede emplearse como regla. Son útiles para alinear una hilera de cuadros, instalar un estante sobre un plano de nivel a lo largo de una pared y para un sinnúmero de otros trabajos, tanto en el hogar como en la industria. Algunos fabricantes comercializan modelos combinados, es decir, niveles láser de puntos, líneas y líneas cruzadas en un solo dispositivo.
- **niveles láser rotatorios:** Su tamaño es más grande que los mencionados arriba, pueden emplearse en interiores y exteriores. Al igual que los niveles láser de líneas, usan un solo rayo, con la diferencia de que este se proyecta a lo largo de 360°, y origina dos dimensiones. Son ideales para una amplia gama de trabajos y más adelante brindaremos una serie de consejos a la hora de adquirir un nivel de este tipo.

Ubicados en un lugar intermedio por su precio y tipo de prestaciones, los **niveles láser de líneas** son, generalmente, los que ofrecen la mayor diversidad de modelos diseñados para cada necesidad. Es así como carpinteros, pintores, electricistas, plomeros, instaladores en general y constructores de interiores, entre otros, pueden beneficiarse de esos pequeños dispositivos de bolsillo en aplicaciones como: pintura, instalación de *drywall*, cañerías, equipos de aire acondicionado, muebles, molduras, aberturas, revestimientos, etc. Muchos niveles vienen provistos, además, de una serie de accesorios para su uso.

¿Cómo funciona un nivel láser de líneas?

Estos dispositivos contienen diodos (normalmente uno por línea) que emiten rayos de luz visible. La luz atraviesa una lente concentradora e impacta sobre dos prismas (uno para el rayo de nivel y otro para el rayo de plomada),

para abrirse en abanico a lo largo de un plano. Cuando choca contra un objeto, esta luz se visualiza como una línea. Si los prismas se omitieran, se tendría un láser de puntos y la luz se proyectaría como un rayo concentrado que se visualizaría como un punto.

Los modernos niveles láser de líneas son autonivelantes y para ello el dispositivo utiliza un pequeño péndulo incorporado en su interior. Los diodos están unidos a este péndulo que oscila sobre un grupo de cardanes.

Un imán amortigua el movimiento de oscilación del péndulo y ayuda a lograr la nivelación de manera más rápida. Cuando el péndulo se detiene, los rayos quedan aplomados y nivelados, y atraviesan los prismas, que los abren en abanico en amplios planos de luz. Cuando este abanico impacta sobre una superficie, aparece como líneas. El péndulo solo funciona dentro de un rango limitado, ya que si la base del láser no está dentro de un nivel de 4° a 6°, la herramienta no puede autonivelarse. Cuando esto sucede, el láser alerta al usuario de varias maneras: puede emitir una señal acústica, proyectar un rayo parpadeante o simplemente apagarse.

Los rayos láser son de color rojo o verde. El rojo es más común porque los diodos rojos son más económicos, consumen menos energía y funcionan perfectamente a temperaturas más bajas. Pero el ojo humano capta con mayor facilidad el láser verde, por lo que algunos niveles láser, generalmente los modelos rotatorios más costosos, suelen utilizar ese color.

Factores que afectan la precisión

Aunque la precisión de estos niveles láser de líneas es excelente, debe tenerse en cuenta que existen factores que pueden afectarla porque provocan desviaciones del rayo láser.

El factor principal es la temperatura ambiente y, en especial, las variaciones de temperatura entre el piso y una cierta altura. Como las variaciones de temperatura a diferente altura son mayores en las proximidades del piso, se recomienda, en lo posible, montar el nivel láser sobre un trípode y colocarlo en el centro de la superficie de trabajo.

Además de las influencias externas, también aquellas propias del aparato (por ejemplo, caídas o golpes fuertes) pueden provocar errores de medición. De ahí que, antes de comenzar a trabajar, sea aconsejable controlar la precisión del dispositivo. Siguiendo las instrucciones provistas por el fabricante, primero se comprueba la exactitud de altura y de nivelado de la línea láser horizontal y a continuación la exactitud de nivelado de la línea láser vertical.

Como siempre, la decisión de compra de un nivel láser de líneas está determinada por algunos factores que debemos tener en cuenta, además de las consideraciones de rigor referentes al tipo, frecuencia y ambiente de uso.

¿Qué tener en cuenta al elegir un nivel láser de líneas?

Como alternativa al tradicional nivel de burbuja, los niveles láser ofrecen una serie de ventajas que se traducen en mayor economía, mejor precisión y óptima performance.

De la gran familia de niveles láser diseñada para cubrir un amplio espectro de necesidades, el nivel láser de líneas es el aliado indispensable para quienes realizan frecuentemente la alineación horizontal, vertical e inclinada en interiores. Vale decir que instaladores de placas de yeso laminado (*drywall*), muebles, armarios colgantes, molduras, puertas, ventanas y tapajuntas, sistemas de ventilación y aire acondicionado, electricistas, albañiles, carpinteros, plomeros y hasta el aficionado al bricolaje se beneficiarán ampliamente con el uso de estos pequeños dispositivos. Por lo general, los fabricantes ofrecen una variada gama de niveles láser de línea, lo que podría dificultar o demorar nuestra elección.

La guía que detallamos seguidamente brinda orientaciones para una toma de decisión apropiada a nuestros requerimientos. En consecuencia, lo que debemos tener en cuenta al comprar un nivel láser de líneas es lo siguiente:

- **Performance:** Los niveles láser de líneas son mucho más que simples láseres. Por lo tanto, la precisión debe ser excelente y el rayo láser debe proyectarse con una óptima visibilidad y nitidez a lo largo de todo el trayecto declarado por el fabricante en el alcance mínimo del dispositivo. En condiciones sin iluminación solar directa y libres de polvo y variaciones bruscas de temperatura, los mejores niveles láser tienen un alcance mínimo de 15 m y una precisión de $\pm 0,3$ mm/m.
- **Nivelación automática:** muchos fabricantes ofrecen niveles láser capaces de nivelarse automáticamente dentro de un cierto margen que, generalmente, es de $\pm 4^\circ$. Esta función es importante porque implica un considerable ahorro de tiempo y permite mediciones más precisas. Por lo tanto, si vamos a efectuar un uso frecuente del dispositivo, será ventajoso buscar aquellos provistos con nivelación automática, teniendo en cuenta las siguientes características adicionales:
- **Tiempo de nivelación:** por razones de practicidad, es conveniente elegir un dispositivo que sea capaz de autonivelarse rápidamente. Un tiempo de nivelación típico es de 4 segundos o menos.
- **Proyección de líneas en pendiente y bloqueo del péndulo:** la función de autonivelación se realiza mediante un péndulo oscilante, conectado a los diodos emisores de luz, que cuando se detiene devuelve tales rayos, nivelados y aplomados. Si necesitáramos usar el dispositivo para alinear una pendiente, ya sea, por ejemplo, para colocar la baranda de una escalera o un revestimiento en ángulo, la función de autonivelación (solo activa para niveles y plomadas) no nos sirve, y el dispositivo emitiría una señal de advertencia al estar inclinado más allá del margen de autonivelación. Para que esto no suceda, el nivel debe contar con un botón de bloqueo del péndulo que impida la activación de la señal de advertencia (acústica, lumínica, apagado del aparato, etc., que es inofensiva, pero puede ser molesta para el usuario) y, al mismo tiempo, evite el movimiento del péndulo cuando el dispositivo se transporta de un lugar a otro.
- **Proyección de líneas cruzadas:** los niveles láser que proyectan líneas cruzadas pueden crear un patrón sobre las superficies que es de gran utilidad para instalar gabinetes, revestimientos de todo tipo o realizar trabajos donde se requiera un alto grado de precisión. Así que si somos instaladores en general será muy conveniente buscar un nivel que proyecte líneas en cruz.
- **Manejo cómodo y sencillo:** además de considerar características ergonómicas, como una empuñadura de caucho que brinde un agarre confortable y seguro, desconexión automática después de un cierto tiempo de inactividad, protección contra el polvo y una buena autonomía de uso (entre 12 y 15 h), el usuario siempre encontrará gratificante el hecho de poder seleccionar los diversos modos de operación del aparato con la menor cantidad posible de movimientos. A tal fin, en muchos modelos un solo botón realiza el cambio entre modos de operación, que pueden ser:
 - » Horizontal (con nivelación automática): Genera una línea láser horizontal.
 - » Vertical (con nivelación automática): Genera una línea láser vertical.
 - » De línea cruzada con nivelación automática: Genera una línea láser horizontal y una vertical (en algunos modelos).
 - » De línea cruzada sin nivelación automática: Genera una línea láser horizontal y una vertical (en algunos modelos).
- **Accesorios:** la precisión de las mediciones también depende de la firmeza con la que esté montado el nivel láser. Para ello, muchos fabricantes no solo ofrecen sus productos provistos de imanes en el lado opuesto a la emisión del rayo láser, para posibilitar el montaje sobre superficies metálicas, sino que además los incluyen en maletines que contienen otros diversos accesorios de fijación, la mayoría de los cuales se asemeja a los ofrecidos para el nivel láser rotatorio, por ejemplo:

- » **Trípode:** Constituye una base de nivelación estable y ajustable en altura, ideal para ambientes de gran tamaño.
- » **Placa reflectora:** Permite transferir la posición del rayo láser contra el piso o el nivel de altura del láser sobre una pared. Está provista de un recubrimiento reflectante que hace más perceptible el rayo láser a gran distancia o con sol intenso.
- » **Gafas para láser:** Filtran la luz del entorno, permitiendo apreciar con mayor intensidad la luz del láser, especialmente la de color rojo.
- » **Soporte multifuncional:** Este accesorio, provisto por algunos fabricantes, consta de una base magnética potente y una pinza de sujeción. Sirve para múltiples aplicaciones, ya que puede fijarse magnéticamente a superficies metálicas, apoyarse sobre el piso mediante patas retráctiles, montarse en *drywall* o en madera con tornillos, o sobre estructuras metálicas para techos falsos mediante una horquilla con resorte.

En la fig. 171 vemos el soporte funcional que comercializa la firma Bosch y sus partes principales, aditamento adaptable a muchos dispositivos de medición de la misma marca.



fig. 176

Aplicaciones del nivel láser en interiores:

- Alinear y aplanar paredes.
- Nivelar todo tipo de suelos.
- Comprobar alturas puertas o ventanas.
- Instalar techos suspendidos.
- Instalar revestimientos en el hogar o en un proyecto profesional.
- Alinear estantes, armarios y otros accesorios.

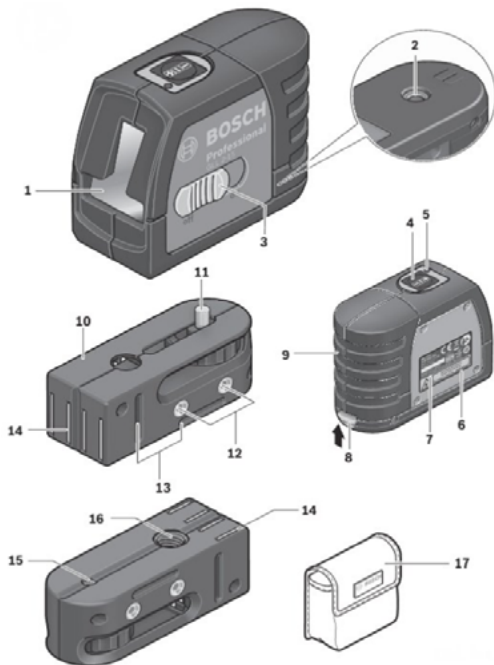
Aplicaciones del nivel láser en exteriores:

- Verificar de manera sencilla la nivelación de postes, vigas, cercas, porches...
- Alinear mampostería.
- Realizar planos.
- Comprobar elevaciones de la tierra.
- Calcular una pendiente en pos de establecer el grado adecuado para el drenaje o el riego.
- Alinear cercas, postes y cubiertas.
- Nivelar terrenos para cultivos agrícolas.

¿Cómo está compuesto un nivel láser de líneas?

En la figura siguiente vemos un esquema de las partes principales de un **nivel láser de líneas** típico (fig. 172). A pesar de su tamaño reducido, estos dispositivos son compactos, están contruidos en plástico duro y se suministran con un estuche protector. Funcionan con pilas comunes tipo AA o AAA, según el modelo y el fabricante, lo que garantiza una autonomía de uso continuo de 12 a 15 h. Muchos incorporan, también, orificios para montaje en trípode o soportes de pared, o contienen imanes para su fijación segura en piezas metálicas.

Los componentes del nivel láser que observamos en la ilustración son:



1. abertura de salida del rayo láser
2. montaje para trípode de 1/4"
3. interruptor de conexión/desconexión
4. selector de modos de operación
5. indicador de nivelación automática
6. señal de advertencia de falla en la nivelación automática
7. número de serie
8. cierre de la tapa del alojamiento de las pilas
9. tapa del alojamiento de las pilas
10. soporte
11. tornillo de fijación del soporte
12. orificios de sujeción del soporte
13. guía de la correa
14. imanes para montaje en superficies metálicas
15. montaje para trípode de 1/4" en el soporte
16. montaje para trípode de 5/8" en el soporte
17. estuche protector.

fig. 177

CIZALLA MANUAL

Esta herramienta está formada por una estructura metálica resistente en cuyo cuerpo se encuentran fijadas mediante tornillos dos cuchillas de corte, una fija y otra móvil. Sobre el cuerpo de la cizalla (fig. 173) pivotea una barra de accionamiento de la cuchilla móvil. En la mayoría de los casos, la cizalla permite utilizar las cuchillas por ambas caras.

Esta máquina debe ser anclada al piso mediante tornillos. Se utiliza para efectuar el corte transversal de barras de acero de diferentes diámetros, mediante el brazo accionado por un obrero. Y, justamente, la característica fundamental que se debe valorar para solicitarla es el diámetro mayor de barra que se quiere cortar.




fig. 178



Este manual fue desarrollado como una modesta ayuda para los municipios atendidos por el Proyecto PRODEL con la colaboración de COSUDE y para todos los municipios del país que desarrollan proyectos de producción de materiales de construcción, como vía de solución a la problemática de viviendas y obras sociales en nuestro país.

El manual es una fuente de información técnica a la hora de elaborar proyectos y solicitar los equipos y las herramientas necesarios, asimismo ayuda a concebir las condiciones de infraestructura necesarias para el montaje y la puesta en marcha de dichos proyectos.



 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Cuba

**Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE**



CENTRO
DE DESARROLLO
LOCAL
Y COMUNITARIO



ISBN: 978-959-7113-55-3

