PATMI™

POWDER ACUTATED TOOL
MANUFACTURERS' INSTITUTE INC

POWDER ACTUATED FASTENSING SYSTEMS BASIC TRAINING MANUAL

SISTEMAS DE SUJECIÓN ACCIONADOS CON PÓLVORA
MANUAL DE CAPACITACIÓN BÁSICA

Power Actuated Tool Manufacturers Institute, Inc.
320 North Fifth Street
St. Charles, Missouri 63301
www.patmi.org

Teléfono: 636-578-5510
Correo electrónico:
info@patmi.org

MIEMBROS

Federal Cartridge Company
ATK – Ammunition CCI/Speer
2299 Snake River Avenue
Lewiston, ID 83501
800-627-3640
Sitio web: www.atk.com

Hilti, Inc.
5400 S. 122nd East Ave.
Tulsa, OK 74146
918- 252-6000
FAX: 918-250-3801
800-879-8000
Sitio web: www.us.hilti.com

ITW Commercial Construction
North America - Ramset
700 High Grove Boulevard
Glendale Heights, IL 60139
630-825-7900
FAX: 630-893-1270
800-726-7386
Sitio web: www.ramset.com

DeWalt Engineered by Powers
2 Powers Lane
Brewster, NY, 10509
800-524-3244
Sitio web: http://anchors.dewalt.com/anchors/

Simpson Strong-Tie
5956 W. Las Positas
Pleasanton, CA 94588
925-560-9000
FAX: 925-847-3871
800-999-5099
Sitio web: www.strongtie.com

Winchester Ammunition
Olin Corporation
600 Powder Mill Road
East Alton, IL 62024
618-258-2000
FAX: 618-258-2427
800-356-2666
Sitio web: www.winchester.com

©Powder Actuated Tool Manufacturers Institute Inc. 1971
Rev. Ed ©Powder Actuated Tool Manufacturers Institute Inc. 2019

Este Manual está protegido por las leyes de Derechos de autor internacionales y de los EE.UU. Sin embargo, lo instamos a que descargue y copie este Manual para usar con fines de capacitación personal o grupal. Puede usar este Manual únicamente para fines educativos y de capacitación. Queda prohibido realizar copias o distribuir este documento con fines comerciales o de lucro. No está permitido extraer o copiar párrafos, gráficos, fotos o diagramas, salvo que ello se realice con fines educativos o de capacitación para utilizar en conjunción con el Manual. No está permitido reimprimir o mostrar públicamente este Manual o parte del mismo (p. ej., en un sitio web u otros foros públicos) y tampoco está permitido el uso fuera de contexto.

CONTENIDO

I. Objetivo de este Manual de capacitación 4

II. Introducción 5

III. Herramientas 6

IV. Elementos de fijación 7

V. Cargas de pólvora/multiplicadoras 13

VI. Protectores y monturas de fijación especiales 15

VII. Herramientas especializadas 16

VIII. Materiales de base 17

IX. Fijación en hormigón/Materiales para mampostería 19

X. Fijación en acero 24

XI. Aplicaciones básicas 27

XII. Selección del elemento de sujeción apropiado 31

XIII. Precauciones generales de seguridad 34

XIV. Operador cualificado 37

Examen 38

I. OBJETIVO DE ESTE MANUAL DE CAPACITACIÓN

La experiencia y los estudios estadísticos han establecido que el factor más importante para lograr un uso seguro y eficaz de los sistemas de sujeción accionados con pólvora es la capacitación del operador. Por lo tanto, numerosos sindicatos locales incluyen en sus programas de capacitación de aprendices el tema de sistemas de sujeción accionados con pólvora. Las reglamentaciones laborales de numerosos estados, así como la OSHA, exigen que los operadores de sistemas de sujeción accionados con pólvora reciban una capacitación exhaustiva y la certificación de su cualificación, antes de comenzar a operar herramientas accionadas con pólvora. Dado que los fundamentos del uso de la mayoría de los sistemas de sujeción accionados con pólvora son esencialmente similares, este Manual está diseñado para capacitar al usuario en aquellos elementos y aplicaciones que son comunes para la mayoría de los sistemas fabricados actualmente. Se pone a disposición para brindar asistencia a los cursos de capacitación, incluyendo a los programas de capacitación general y para aprendices del sindicato local, para los organismos reguladores a nivel federal, estatal y otros, escuelas de oficios y departamentos de seguridad organizacional. Este Manual debe ser complementado con la capacitación específica del fabricante de la herramienta sobre la operación, los cuidados y el mantenimiento de las herramientas y sistemas de ese fabricante, y al completar la capacitación requerida por ese fabricante (y cumplir todas las reglamentaciones locales) el operador recibirá la certificación para usar ese sistema.

II. INTRODUCCIÓN

POR QUÉ USAR LA TECNOLOGÍA DE SUJECIÓN ACCIONADA CON PÓLVORA

- **Portabilidad** - No requiere un suministro de energía externo (una de las primeras herramientas motorizadas inalámbricas).
- **Rapidez** - Muchos sistemas son semiautomáticos.
- **Pequeño tamaño & bajo peso** - Es ideal para realizar sujeciones en sitios de difícil acceso.

CAPACITACIÓN REQUERIDA & COMPONENTES BÁSICOS DEL SISTEMA

Un sistema de sujeción accionado con pólvora es un método seguro y rentable de realizar sujeciones de entrada forzosa en varios tipos de materiales de construcción. A pesar de que este sistema es de uso relativamente simple, existen precauciones y salvaguardas importantes que se deben observar. Este manual provee sólo la información básica común para la mayoría de los sistemas accionados con pólvora, pero no constituye por sí una cualificación ni una certificación para operar un sistema o una herramienta de sujeción accionada con pólvora. Para convertirse en un operador certificado, usted debe recibir la capacitación adicional relativa a la operación, el mantenimiento y las prácticas recomendadas por los fabricantes de cada herramienta que usted utilice. El operador certificado también debe leer y aprender todas las reglamentaciones aplicables a nivel local, estatal y federal.

Un sistema de sujeción accionado con pólvora consta de los siguientes componentes:

CARGA DE PÓLVORA/MULTIPLICADORA

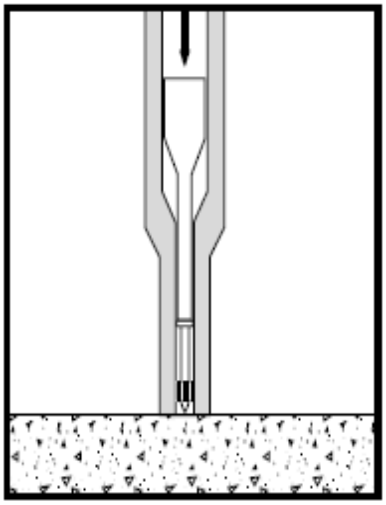
ELEMENTO DE FIJACIÓN

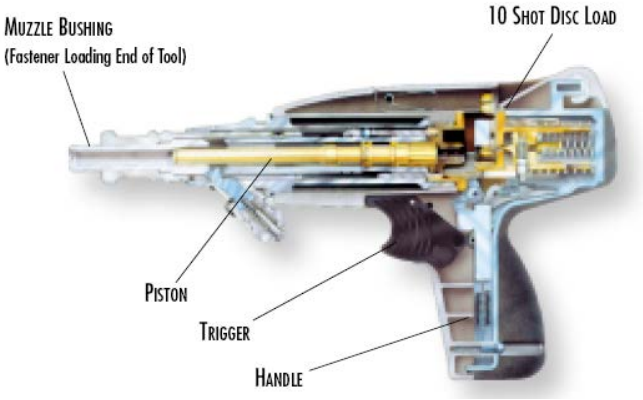
HERRAMIENTAS

III. HERRAMIENTAS - VELOCIDAD & ACCIÓN

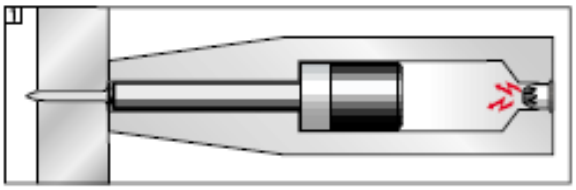
Históricamente, las herramientas fueron clasificadas según su velocidad (“alta”, “media” y “baja”)[1] y por el tipo (acción directa o indirecta)[2] En la actualidad, las herramientas (es decir, todas las herramientas fabricadas en los EE.UU.) son herramientas de acción indirecta de baja velocidad.[3] Esto significa que el gas de expansión de la carga de pólvora/multiplicadora actúa en un pistón cautivo que a su vez impulsa el elemento de fijación hacia la superficie de trabajo. Si se encuentra ante una herramienta de acción directa de alta velocidad, contacte inmediatamente al fabricante de esa herramienta.

Este manual de capacitación considera que usted está utilizando una herramienta de acción indirecta de baja velocidad.





DIAGRAMAS DE HERRAMIENTA/ELEMENTO DE SUJECIÓN DE BAJA VELOCIDAD



[1] La clase de velocidad de una herramienta se determinada mediante un ensayo de balística, utilizando el elemento de sujeción más liviano y la carga/multiplicador de pólvora más potente para el cual fue diseñada la misma herramienta.

[2] En una herramienta de acción indirecta, el gas de expansión de una carga/multiplicador de pólvora actúa sobre un pistón cautivo que, a su vez, impulsa el elemento de fijación hacia la superficie de trabajo. En una herramienta del tipo de acción directa, el gas de expansión de una carga/multiplicador de pólvora actúa directamente sobre el elemento de fijación para impulsarlo hacia la superficie de trabajo.

[3] Una herramienta de baja velocidad es aquella en la cual la velocidad promedio de pruebas no excede 100 metros por segundo (328 pies por segundo).

IV. ELEMENTOS DE FIJACIÓN

Los elementos de sujeción de las herramientas accionadas con pólvora **NO son clavos comunes**. Son fabricados con un acero especial y son sometidos a un tratamiento térmico para producir un elemento de fijación de alta dureza pero a la vez dúctil. Estas propiedades permiten que el elemento de sujeción penetre el hormigón o acero sin romperse. Un elemento de sujeción accionado con pólvora brinda una montura con fijación permanente.

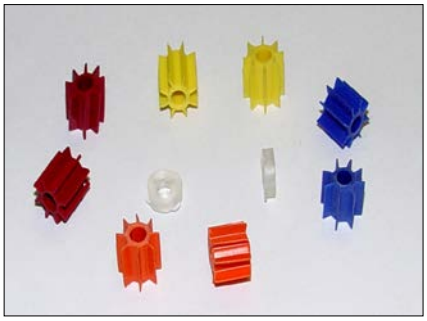
Todos los elementos de sujeción deben estar equipados con algún tipo de boquilla, arandela, anilla u otra pieza que actúe como guía. Esta pieza guía alinea el elemento de fijación en la herramienta al ser impulsado, y se utiliza comúnmente para retener el elemento de fijación en la herramienta. A continuación se presentan ejemplos de estas boquillas de calibración.

Nunca intente usar un clavo común para la sujeción accionada con pólvora.

BOQUILLAS DE CALIBRACIÓN TÍPICAS

ARANDELA

PLÁSTICA



ANILLA

ELEMENTOS DE SUJECIÓN COMUNES

Hay dos elementos de sujeción accionados con pólvora comunes: clavos de disparo y pernos roscados.

1. **Clavos de disparo** - Un clavo de disparo es un elemento de sujeción especial similar a un clavo común diseñado para sujetar de forma permanente un material a otro, como por ejemplo, madera a hormigón o madera a acero. Los diámetros de las cabezas varían en tamaño desde 1/4" a 3/8". Sin embargo, para tener un asiento adicional del cabezal en conjunción con materiales blandos, se pueden utilizar arandelas de mayores diámetros insertándolas o colocándolas como parte integral del mismo conjunto del clavo de disparo.

CLAVO DE DISPARO ESTÁNDAR

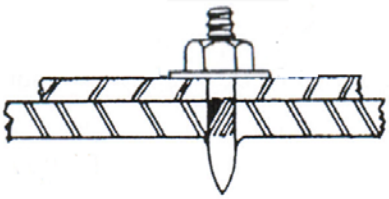
Fijación de un durmiente de madera a un piso de hormigón

Fijación de madera a una pared de hormigón

2. **Perno roscado** - Un perno roscado es un elemento de sujeción compuesto por un fuste que es impulsado en el material de base (por lo tanto, no visible después de realizada la sujeción) y una porción roscada (que permanece visible después de realizada la sujeción). Luego, se une un objeto a la parte roscada utilizando una tuerca. Los tamaños más comunes de rosca son 1/4-20, y 3/8-16.

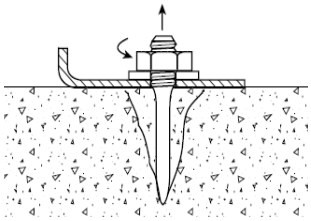
MUESTRAS DE PERNOS ROSCADOS

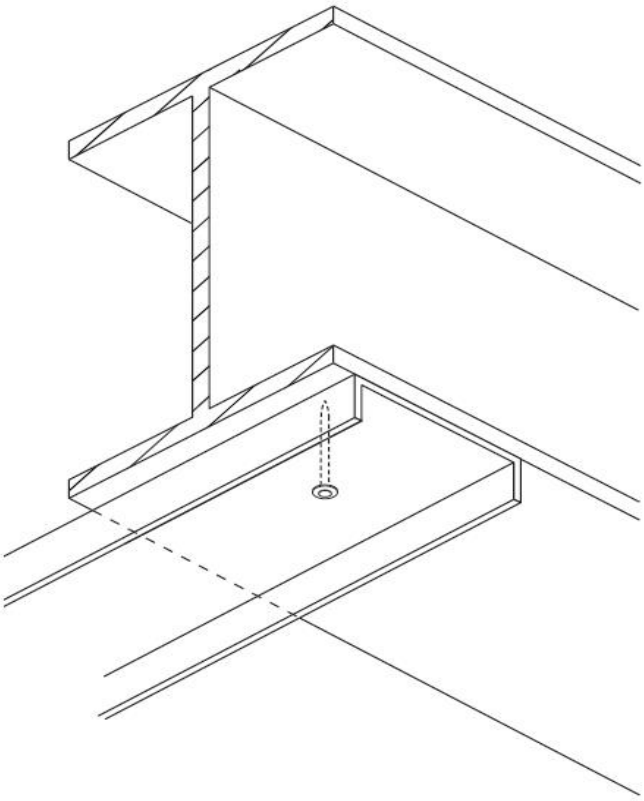
GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE ACERO EN ACERO EN HORMIGÓN (c/tuerca & arandela)



APLICACIONES DE ACERO EN ACERO

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE ACERO (c/tuerca & arandela)





Cuadro eléctrico a Viga de acero

Montante a Viga de acero

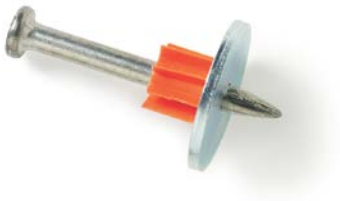
ELEMENTOS DE SUJECIÓN PARA APLICACIONES ESPECIALES:

También existen otros tipos de conjuntos de sujeción diseñados para aplicaciones especiales.

A continuación se muestran algunos ejemplos:

ELEMENTOS DE ANCLAJE PARA RUPTURA
Para la sujeción temporal de madera empotrada en hormigón, diseñada para su ruptura después de la extracción de la estructura empotrada.

ELEMENTOS DE SUJECIÓN CON ARANDELA
Generalmente utilizados para anclar madera en acero u hormigón.



ELEMENTOS DE SUJECIÓN EN SARTA
Elementos de sujeción ordenados en conjunto para herramientas de alimentación en sarta.

ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE LÁMINA DE CUBIERTA DE ACERO
Utilizados para fijar láminas de cubierta de metal corrugado a viguetas de celosía o vigas en doble T.

GRAPA DE CABLE
Utilizadas para sujetar cables a hormigón, mampostería o acero.

GRAPAS DE CANALIZACIÓN
Utilizadas para sujetar canales eléctricos a hormigón, mampostería o acero.

GRAPAS PARA TECHO

Generalmente utilizadas por techistas.

GRAPAS PARA CANASTILLAS DE CARRETERA

Utilizadas para asegurar las barras de refuerzo en canastilla en construcciones de rutas y pavimento.

V. CARGAS DE PÓLVORA/MULTIPLICADORAS

TIPOS DE CARGAS DE PÓLVORA

Las cargas de pólvora/multiplicadoras brindan una excepcional fuente de energía autónoma portátil que se utiliza en las herramientas accionadas con pólvora. En la forma usada más comúnmente, el agente propulsor está contenido dentro de una cápsula metálica. A continuación se describen las distintas cargas de pólvora, sus cartuchos y discos/tiras para cargas múltiples.

PERCUSIÓN ANULAR

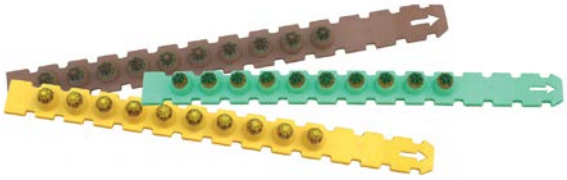
PERCUSIÓN CENTRAL

DE CUELLO ONDULADO

WADDAD

DISCO

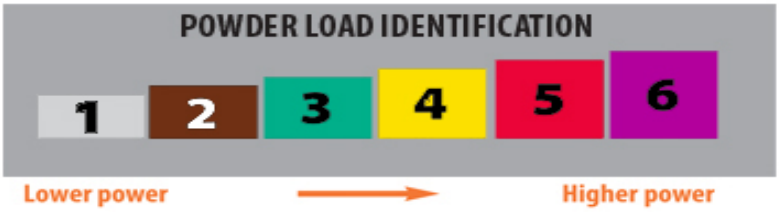
TIRA



Las cargas de pólvora están disponibles en varios tamaños, desde el calibre 0,22 hasta el 0,27. Aparte del tipo, el calibre o la forma, hay un número y un código de color estándar que se utilizan para identificar el nivel de potencia o fuerza de todas las cargas de pólvora. A pesar de que hay 12 niveles de potencia de cargas de pólvora, las que se utilizan más comúnmente son 1 a 6. La más liviana (es decir, la de menor potencia) es la carga #1 y la más pesada (es decir, al mayor potencia) es la carga #6.

El cuadro siguiente muestra esta sencilla codificación de números y colores:

NIVEL DE POTENCIA	IDENTIFICACIÓN CON COLORES	
(menor)	Color de cápsula	Color de la carga
1	Bronce	Gris
2	Bronce	Marrón/Blanco
3	Bronce	Verde
4	Bronce	Amarillo
4,5	Bronce	Azules
5	Bronce	Rojo
6	Bronce	Púrpura/Negro
(mayor)		

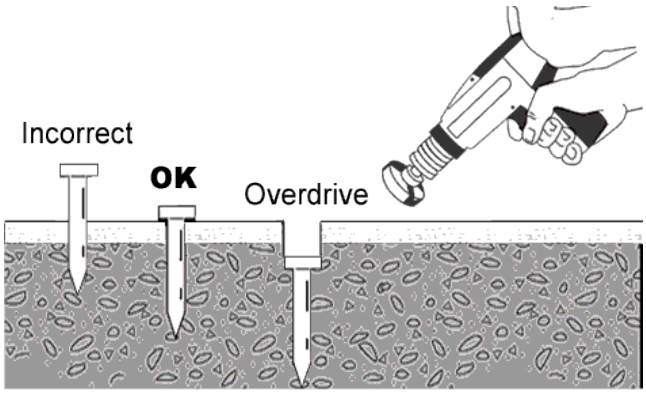


En algunas herramientas, actualmente llamadas semiautomáticas o automáticas, la carga de pólvora/multiplicadora vienen ensamblados en grupos de diez en una tira o disco que generalmente está hecho de plástico o metal. Incluso cuando las cargas de pólvora/multiplicadoras están ensambladas de esa forma, se mantienen las mismas codificaciones de color de identificación de nivel que para las cargas/multiplicadores de disparo simple, con el fin de mantener el control del nivel de potencia. El soporte plástico o metálico puede estar codificado, o no, en colores en el mismo esquema. Además de la identificación de la carga de pólvora, cada paquete está codificado en colores y muestra el número de nivel de carga.

SELECCIÓN DE LA CARGA DE PÓLVORA/MULTIPLICADORA APROPIADA

Para seleccionar el nivel de potencia apropiado a usar en cualquier aplicación, es importante comenzar con el nivel de potencia de carga más bajo recomendado para la herramienta que se utiliza. Si el elemento de sujeción de prueba no penetra a la profundidad deseada cuando utiliza el nivel más bajo de carga de pólvora, entonces debe probar el nivel siguiente de carga de pólvora, y seguir aumentando así sucesivamente, paso por paso, los niveles de carga de pólvora hasta obtener la penetración apropiada. Para herramientas con regulador de potencia, comience con la opción de selección de potencia más baja y con el nivel más bajo de carga de pólvora, aumentando gradualmente el nivel de potencia general hasta obtener la penetración apropiada.

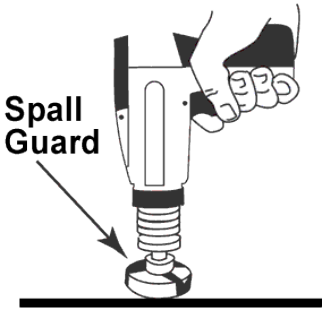
EJEMPLO
Supongamos que la herramienta para su tarea utiliza los niveles de potencia #1 a #4. El primer elemento de sujeción de prueba debe ser aplicado con la carga gris 1 (cápsula bronce) y si el elemento de sujeción no es impulsado completamente, el siguiente elemento de sujeción de prueba debe ser el de la carga marrón #2, y así sucesivamente.



Los datos del tipo y la gama de cargas de pólvora/multiplicadoras que se utilizan con cualquier herramienta aparecen impresos en la tapa interior del maletín de la herramienta y/o indicados en el Manual del Operador que viene incluido con la herramienta.

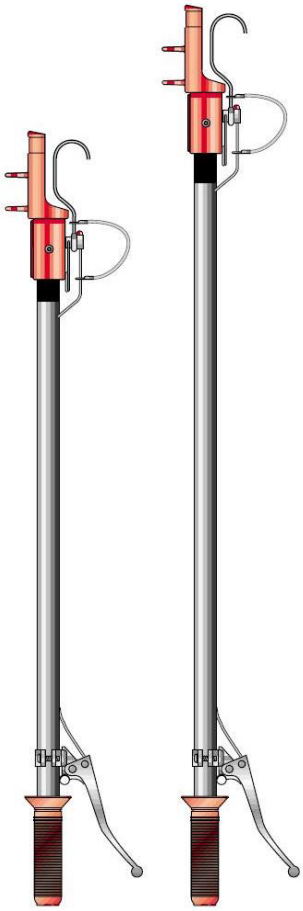
VI. PROTECTORES Y MONTURAS DE FIJACIÓN ESPECIALES

Los protectores y las monturas de fijación especiales son importantes para la seguridad y la fiabilidad del uso de su sistema de sujeción accionado con pólvora. Todas las herramientas vienen con un protector o estabilizador para limitar el rebote de esquirlas y para asegurar que la herramienta esté en posición perpendicular a la superficie de trabajo. Se debe utilizar este protector cuando se realiza la sujeción directa en el material base (por ejemplo, impulsando pernos roscados u ojal de pasador en acero u hormigón), y cuando se fija un material contra otro, si el material que se está fijando no retiene las esquirlas.



VII. HERRAMIENTAS ESPECIALIZADAS

Las sujeciones aéreas de difícil acceso (p. ej., techos acústicos) se pueden realizar utilizando una extensión en su herramienta accionada con pólvora o con una herramienta especial para techos. El uso de la extensión o de la herramienta para techo ayuda a prescindir de andamios, ya que le permite realizar sujeciones aéreas desde el piso. Para garantizar un uso seguro de la extensión debe seguir las indicaciones del manual de instrucciones del fabricante de la herramienta accionada con pólvora. Cuando utilice una herramienta manual accionada con pólvora se debe utilizar únicamente la extensión recomendada por el fabricante de la herramienta accionada con pólvora. De la misma manera, debe seguir las indicaciones del manual de instrucciones del fabricante de la herramienta para techos para garantizar una operación segura.



VIII. MATERIALES BÁSICOS

El material hacia el cual es impulsado el fuste del elemento de fijación y desde el cual se obtiene la resistencia al esfuerzo es denominado material base. En general, los materiales base son metales, hormigón y mampostería de varios tipos y durezas.

Si necesita recomendaciones para una aplicación específica, contacte al fabricante de su herramienta. Es muy importante que el operador certificado determine la aptitud del material hacia el cual se deberá impulsar el elemento de fijación.

Los **materiales base adecuados** tienen la dureza y el grosor suficientes para evitar que el elemento de sujeción pasen de largo atravesándolos por completo. Los materiales base adecuados se expanden para comprimir el fuste del elemento de sujeción, oponiendo una resistencia al esfuerzo.

Los materiales base no adecuados pueden ser reconocidos en tres categorías:

Demasiado duros — El elemento de sujeción no puede penetrar y se puede desviar o romper. Ejemplos: acero endurecido, soldaduras, hierro de fundición, mármol, fleje de acero, piedra natural, etc.

Demasiado frágil — El material se quiebra o desmorona y el elemento de fijación se puede desviar o pasar completamente de largo. Ejemplos: vidrio, azulejo, ladrillo, piedra pizarra, etc.

Demasiado blando — El material no tiene las características necesarias para producir la resistencia al esfuerzo y el elemento de sujeción puede pasar completamente de largo. Ejemplos: madera, argamasa, cartón yeso, madera aglomerada, madera contrachapada, yeso, etc.

ENSAYO DE MARCA CON PUNZÓN

Se puede realizar una prueba muy rápida y simple para determinar si el material base es adecuado.

Precaución: Para evitar lesiones personales, recuerde que siempre debe utilizar protección ocular con certificación ANSI cuando realice el ensayo de marca con punzón. Asegúrese de que su protector ocular tenga la etiqueta con la indicación completa “Z87.1**+**” y no sólo “Z87.1”. El signo “**+**” significa que el protector ocular cumple con la norma de alto impacto.

Procedimiento: Utilice un elemento de sujeción tal como un punzón (Vea el diagrama que aparece debajo) sobre el material base mismo.

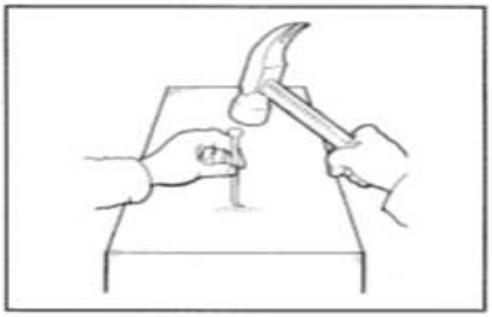
Asestando un golpe de martillo común, golpee la cabeza de un elemento de sujeción de accionamiento con pólvora sobre el material base en el cual deberá realizar la sujeción.

1. Si el material exhibe una impresión clara de la punta del elemento de sujeción y la punta del elemento de sujeción no queda ligeramente aplanada, puede proceder con el primer elemento de sujeción de prueba.
2. Si la punta del elemento de sujeción queda levemente aplanada, eso significa que el material es demasiado duro.
3. Si el material se quiebra o se desmorona, eso significa que el material es demasiado frágil.
4. Si el elemento de sujeción se hunde en el material con un golpe de martillo común, eso significa que el material es demasiado débil.

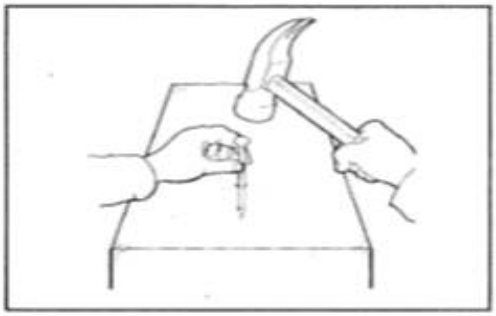
Se debe realizar el mismo procedimiento para comprobar la dureza o la fragilidad de materiales dudosos que deben ser impulsados y unidos con material base. No se necesita realizar la prueba en los materiales blando que serán unidos.

MATERIAL BASE DESCONOCIDO O DUDOSO

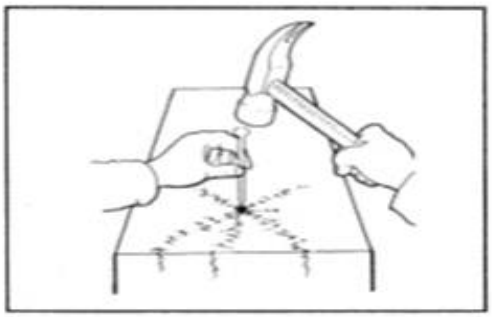
ENSAYO DE MARCA DE PUNZÓN EN MATERIAL CON ELEMENTO DE SUJECIÓN



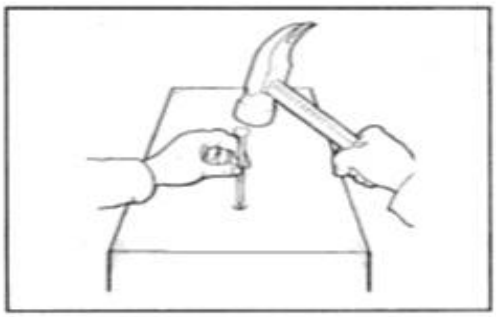
If the fastener point is flattened, the material is too hard for powder actuated fastening.



If the fastener penetrates the material easily, the material is too soft.**



If the material cracks or shatters, the material is too brittle.



If the fastener makes a small indentation into the material, the material is suitable for fastening.

NUNCA DEBE PRESUPONER

ANTE LA DUDA, HAGA LA PRUEBA DE LA MARCA DE PUNZÓN EN EL MATERIAL

O

CONSULTE A UN REPRESENTANTE DEL FABRICANTE DE LA HERRAMIENTA
ANTES DE INTENTAR REALIZAR LA SUJECIÓN

IX. SUJECIÓN EN MATERIALES DE HORMIGÓN Y DE MAMPOSTERÍA

En general, los materiales de hormigón & de mampostería son adecuados para la sujeción accionada con pólvora

Los siguientes materiales de hormigón y mampostería son adecuados para la sujeción accionada con pólvora:

1. Hormigón colado
2. Hormigón precolado
3. Bloque de hormigón (CMU), según la aplicación.

Para determinar si otros materiales de hormigón o mampostería son adecuados, consulte al fabricante de su herramienta.

Por qué el elemento de sujeción puede proveer la sujeción

Es importante entender qué sucede cuando un elemento de sujeción es impulsado en un material de hormigón/mampostería y por qué el elemento de sujeción brinda la sujeción. La resistencia al esfuerzo del elemento de sujeción es principalmente el resultado de una unión por compresión del hormigón/la mampostería con el fuste del elemento de sujeción. Al penetrar, el elemento de sujeción desplaza el hormigón/la mampostería (es decir, empuja el hormigón/la mampostería a un lado, haciendo lugar al elemento de sujeción). Dado que el material de hormigón/mampostería vuelve a su forma original (es decir, llena el espacio ocupado por el elemento de sujeción), éste se estruja o comprime alrededor del elemento de sujeción (creando una unión por compresión).

Además de la unión por compresión, el calor generado al impulsar el elemento de sujeción provoca una unión adicional entre el elemento de sujeción y el hormigón/la mampostería, referida comúnmente como unión de centrado o soldadura.

La Figura 1 (debajo) ilustra la unión de un elemento de sujeción impulsado contra el material de hormigón/mampostería.

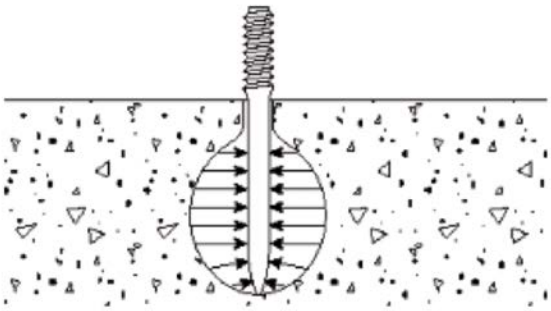


Figura 1

Hormigón/mampostería blando vs. Hormigón/mampostería duro

Es importante entender que el hormigón/la mampostería pueden tener distintas resistencias a la compresión. El hormigón/la mampostería de una resistencia superior a la compresión tiene una mayor compresión de material que da como resultado generalmente una unión superior, y por lo tanto, una resistencia al esfuerzo mayor ante la penetración del mismo elemento de sujeción.

Relación entre resistencia del hormigón/la mampostería, la unión del elemento de sujeción y la penetración del elemento de sujeción

Si se aplica una excesiva carga de tensión directa (desenganche) en el elemento de sujeción, se producirá una falla en alguna de estas dos formas:

1. El elemento de sujeción puede desengancharse del hormigón/la mampostería (Vea la **Figura 2**), **O**
2. Puede producirse una falla en el mismo hormigón/la mampostería. (Vea la **Figura 3**).

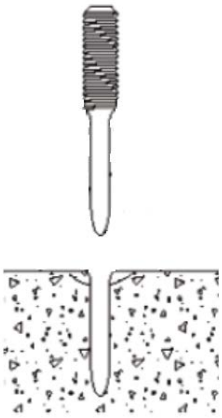


Figura 2

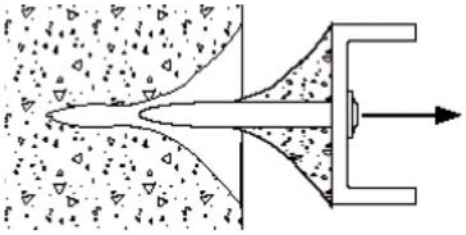


Figura 3

Esto ilustra una relación importante entre la profundidad de penetración del elemento de fijación, la unión del fuste del elemento de fijación, y la fuerza del hormigón/la mampostería misma. Cuando la profundidad de penetración produce una unión en el fuste del elemento de fijación equivalente a la fuerza del hormigón/la mampostería se obtiene la resistencia al esfuerzo óptima.

En qué se relaciona el diámetro del elemento de sujeción con la penetración del elemento de sujeción

El diámetro del fuste del elemento de sujeción guarda relación con la penetración del fuste del elemento de sujeción de dos maneras:

1. Para una dureza específica del hormigón/la mampostería hay una combinación de diámetro y penetración que produce la máxima resistencia al esfuerzo.
2. El diámetro del elemento de sujeción debe guardar una relación definida con la longitud del fuste para resistir satisfactoriamente el doblado durante la penetración.

Se puede obtener una resistencia al esfuerzo satisfactoria utilizando las siguientes profundidades de penetración recomendadas:

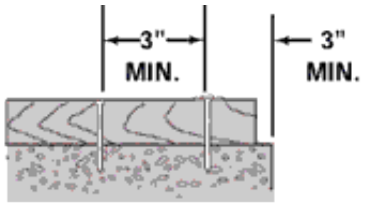
1. Para el hormigón/mampostería blando (aproximadamente desde 2.000 a 2.500 psi) la penetración debe equivaler
   aproximadamente a entre 9 y 10 veces el diámetro del fuste del elemento de sujeción.
2. Para el hormigón/mampostería común (aproximadamente desde 3.500 a 4.000 psi) la penetración debe equivaler
   aproximadamente a entre 7 y 8 veces el diámetro del fuste del elemento de sujeción.
3. Para el hormigón/mampostería duro (aproximadamente desde 5.000 a 6.000 psi) la penetración debe equivaler
   aproximadamente a entre 5 y 6 veces el diámetro del fuste del elemento de sujeción.

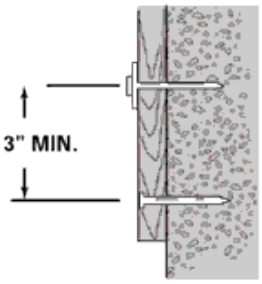
La unión por compresión del hormigón/la mampostería alrededor del elemento de sujeción aumenta con la profundidad de la penetración del elemento de sujeción y con la fuerza del mismo hormigón/la mampostería.

Espaciamiento de los elementos de sujeción

Al realizar la sujeción en hormigón/mampostería, es importante recordar algunos datos básicos para garantizar una sujeción segura y apropiada:

1. NO realice sujeciones a menos de 3” de distancia desde el borde del hormigón/la mampostería (Vea las Figuras 4A & 4B).
   Si el hormigón/la mampostería se quiebra, el elemento de fijación no sujetará y es posible que se salte una pieza de hormigón/mampostería o el elemento de sujeción de forma peligrosa (Vea la Figura 4C).





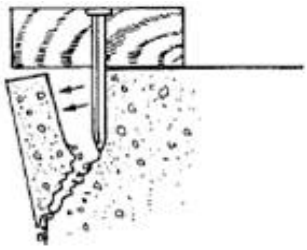


Figura 4A **Figura 4B** **Figura 4C**

2. Situar los elementos de sujeción demasiado cerca entre ellos también puede hacer que el hormigón/la mampostería se quiebren. El espacio mínimo recomendado entre elementos de sujeción basado en el diámetro del fuste es el siguiente:

Espacio entre elementos de sujeción y distancia desde el borde necesarias para excluir la posibilidad de efectos no deseados en el rendimiento del elemento de fijación*

Diámetro del fuste mm (pulgadas)	Espacio entre elementos de sujeción mm (pulgadas)		Distancia mínima desde el borde mm (pulgadas)		
	Acero	Hormigón	Acero	Hormigón	
2,5 a 4,0 (0,100 a 0,156)	25 (1,0)		100 (4,0)	12 (0,5)	80 (3,2)
4,1 a 5,0 (0,157 a 0,199)	25 (1,0)		130 (5,1)	12 (0,5)	90 (3,5)
5,1 a 6,5 (0,200 a 0,250)	40 (1,6)		150 (5,9)	25 (1,0)	100 (4,0)

*Fuente: ASTM E1190

3. Es importante que el hormigón/la mampostería sea por lo menos el triple de grueso que la penetración del elemento de sujeción. Si el hormigón/la mampostería es demasiado delgada, las fuerzas de compresión que se forman en la punta del elemento de sujeción pueden hacer que una porción del hormigón/la mampostería se quiebre (Vea la Figura 5 que aparece debajo). Como resultado, es posible que el elemento de sujeción ceda y que se presente el peligro de desprendimiento de piezas o trozos de hormigón/mampostería.

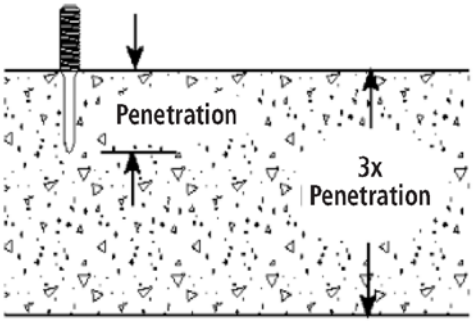


Figura 5

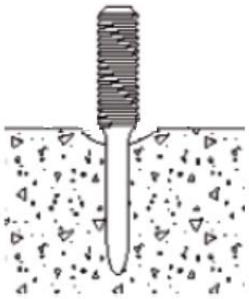


Figura 6

4. **La sujeción en mortero sólo debe practicarse en la junta horizontal.** Normalmente, una junta vertical NO es mortero sólido, y por lo tanto no es lo suficientemente grueso para soportar la sujeción accionada con pólvora. Sujete únicamente juntas horizontales. También debe asegurarse de que el diámetro del fuste del elemento de sujeción no sobrepase la junta del mortero (en el hormigón/la mampostería). Un elemento de sujeción demasiado extenso puede producir quiebres en la junta y reducir su resistencia al esfuerzo.

5. **El desportillamiento en la superficie del hormigón/mampostería situada alrededor del fuste del elemento de sujeción es llamado espalación.** Hay varios factores a recordar respecto a la espalación.

- Es causada por la compresión=de los elementos de sujeción del hormigón/la mampostería y el impacto inicial. (Vea la **Figura 6** que aparece arriba).
- Una espalación mínima no reduce de forma significativa la resistencia al esfuerzo.
- Si la espalación afecta sólo la apariencia, se puede mejorar la misma utilizando un adaptador de reducción de espalación para realizar la sujeción (Vea las **Figuras 7A & 7B**).

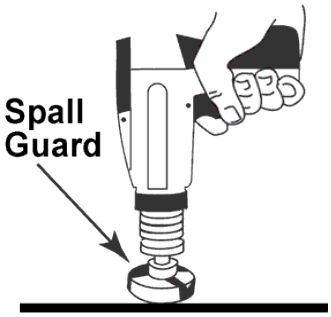


Figura 7A

Figura 7B

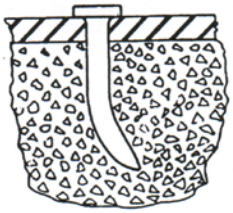
La espalación se puede reducir o eliminar de la siguiente forma:

- Utilice un elemento de sujeción con un fuste de un diámetro menor B que también le permita usar un elemento de sujeción que tenga un fuste de una longitud menor (lo cual da como resultado una menor penetración). Tenga en cuenta que es posible que los valores de rendimiento se Vean reducidos.

- Dado que la penetración excesiva suele causar un exceso de espalación, pruebe con un fuste de menor longitud, de un nivel de fuerza inferior, o ambos. Tenga en cuenta que es posible que los valores de rendimiento se Vean reducidos.

- Asegúrese de que su herramienta accionada con pólvora esté en posición perpendicular a la superficie del hormigón/la mampostería. Cualquier fuerza angular puede provocar espalación. Utilice un protector de herramienta para mantener la estabilidad.

6. **Si impulsa un elemento de sujeción hacia una barra de armadura con cantidades excesivamente abundantes de áridos duros, se puede producir un Aefecto anzuelo. El efecto anzuelo se produce generalmente cuando un elemento de sujeción impulsado golpea contra un objeto duro, y ese objeto dobla y desvía el elemento de sujeción.**



El efecto anzuelo puede reducir la resistencia al esfuerzo (es decir, es posible que la sujeción que realice no resulte eficaz) y generalmente incrementa la espalación. El efecto anzuelo también puede ser peligroso porque provoca desportillamiento y esquirlas de hormigón/mampostería. A menos que la aplicación misma de la sujeción provea una protección equivalente o mayor, debe utilizar siempre un protector o un montaje de fijación en la herramienta, **especialmente cuando** esté impulsado pernos roscados o pasadores de ojal directamente por el hormigón/la mampostería.

Métodos para eliminar o minimizar el efecto anzuelo:

- Reducir la penetración del fuste
- Aumentar el diámetro del fuste
- Verificar el nivel de potencia para garantizar que el elemento de sujeción no sea impulsado excesivamente.
- Utilice una guarda o estabilizador para espalación.

7. **Si modifica la longitud o el diámetro del elemento de fijación para minimizar la espalación o eliminar el efecto anzuelo, deberá volver a verificar la resistencia al esfuerzo de los elementos de sujeción.** Si tiene alguna duda acerca de la eficacia la sujeción que ha realizado, deberá volver a realizar la prueba (Vea la Sección VIII).

X. FIJACIÓN EN ACERO

Un elemento de sujeción impulsado contra el acero se mantiene sujetado en el acero debido a la tendencia natural del acero de volver a su condición original inalterada después de que el elemento de sujeción ha penetrado. Cuando el elemento de sujeción es impulsado contra el acero, éste empuja el acero hacia un lado, comprimiéndolo y desplazándolo. La tendencia del acero a volver a su posición original ejerce una fuerza asidora o esfuerzo de apriete en el fuste del elemento de sujeción, como se muestra en la **Figura 8** (debajo).

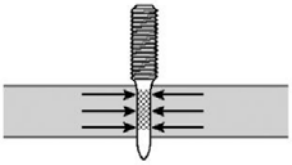


Figura 8

La resistencia al esfuerzo de un elemento de sujeción accionado con pólvora colocado en el acero es directamente afectada por el área de contacto total entre el fuste del elemento de sujeción y el material base de acero.

Un incremento en el diámetro del fuste del elemento de sujeción o en el grosor del material base de acero generará un incremento en la resistencia al esfuerzo. Para mantener una resistencia al esfuerzo eficiente, el diámetro del fuste del elemento de sujeción no debe exceder el grosor del material base.

Para lograr la fuerza asidora máxima, el punto del elemento de sujeción debe penetrar completamente el lado opuesto del acero en el cual se coloca el elemento de fijación. Si el punto del fuste del elemento de fijación no se extiende por el material base de acero, una parte de la fuerza de compresión en el área del punto actuará oponiendo fuerza y haciendo que el elemento de sujeción vuelva a salir, como se muestra en la **Figura 9** (debajo).

Acero de calibre ligero fijado en acero

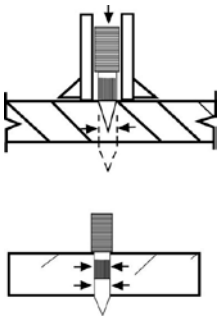


Figura 9

Se puede demostrar un ejemplo de este efecto arrojando un punzón para hielo contra una plancha de goma de 1/2 pulgada de grosor. Si el punto no penetra la goma por completo, es relativamente fácil sacarlo. Cuando la punta penetra completamente en la goma y ésta se comprime alrededor del fuste, el retiro es hace más difícil. Si se extrae el punzón de hielo, el orificio en la goma tiende a cerrarse.

Cuando los elementos de sujeción son colocados en piezas de acero grueso en el cual la punta no penetra completamente, aún se pueden realizar sujeciones. Sin embargo, la resistencia al esfuerzo del

elemento de sujeción, se verá reducida debido a la fuerza de compresión que actúa en el punto del elemento de sujeción. Recuerde que la resistencia al esfuerzo total eficaz es la suministrada por la sección recta menos el efecto negativo del punto empotrado. Para incrementar la eficacia de la porción recta, se utilizan moleteadores de varios tipos.

En general, los elementos de sujeción fabricados para usar en acero tienen fustes moleteados. La superficie áspera que brinda el moleteado proporciona una acción de enclavamiento entre el elemento de sujeción y el acero. En general, los fustes moleteados ofrecen mayor resistencia al desenganche que los fustes lisos, y aumentan la resistencia al giro cuando se ajustan tuercas en pernos roscados. Puede ver formas típicas de fustes moleteados en las **Figuras 10A & 10B** (debajo).

Figura 10A
(elemento de sujeción moleteado espiral/diagonal, foto)

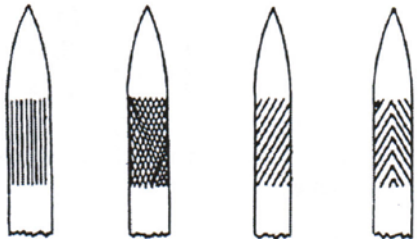


Figura 10B Tipos de moleteado
Los tipos de moleteado varían desde (izquierda a derecha, arriba),
recto, en diamante, en espiral (conocido también como diagonal),
y en espiga.

Para obtener información acerca del mejor tipo de sujeción, fustes moleteados especiales y una selección de carga de pólvora para aplicaciones específicas, consulte las recomendaciones del fabricante de la herramienta. Ante la duda, realice ensayos en la obra.

Cuando se necesite impulsar elementos de sujeción contra materiales de metales desconocidos, será necesario determinar si ese material es apto para sujeciones de accionamiento con pólvora. Para ello, consulte al fabricante de la herramienta o realice una prueba de marca de punzón para comprobar la dureza (Lea la Sección VIII para conocer la prueba de marca con punzón para determinar si el material base es apto).

Al realizar la sujeción en acero, es importante recordar algunos datos básicos para ayudar a garantizar una sujeción segura y apropiada:

NO realice una sujeción demasiado cerca del borde de una pieza de acero. El acero que está entre el elemento de sujeción y el borde se puede extender, de modo que no apriete el fuste del elemento de sujeción. Es posible que se fracture y permita que el elemento de sujeción salte de un modo peligroso (Vea la Figura 11). En ninguno de los casos se puede obtener la resistencia al esfuerzo máxima.

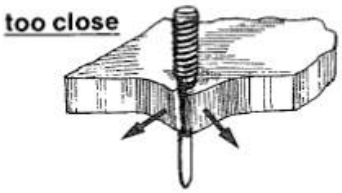


Figura 11

NO coloque elementos de sujeción demasiado cerca entre sí. Colocar elementos de sujeción demasiado cerca entre sí puede afectar la fuerza de compresión que sostiene el elemento de sujeción adyacente y reducir su resistencia al esfuerzo. A continuación se indican los requisitos mínimos de espacio y distancia desde el borde para una sujeción eficaz.

Espacio entre elementos de sujeción y distancia desde el borde necesarias para excluir la posibilidad de efectos no deseados en el rendimiento del elemento de fijación*

Diámetro del fuste mm (pulgadas)	Espacio entre elementos de sujeción mm (pulgadas)		Distancia mínima desde el borde mm (pulgadas)		
	Acero	Hormigón	Acero	Hormigón	
2,5 a 4,0 (0,100 a 0,156)	25 (1,0)		100 (4,0)	12 (0,5)	80 (3,2)
4,1 a 5,0 (0,157 a 0,199)	25 (1,0)		130 (5,1)	12 (0,5)	90 (3,5)
5,1 a 6,5 (0,200 a 0,250)	40 (1,6)		150 (5,9)	25 (1,0)	100 (4,0)

*Fuente: ASTM E1190

NO realice sujeciones en material base de acero que sea más fino que el diámetro del fuste del elemento de sujeción. La resistencia al esfuerzo se verá reducida y es posible que el elemento de sujeción sea impulsado excesivamente.

Grosores mínimos recomendados de acero

Diámetro del fuste del elemento de sujeción	Grosor mínimo
0,125	1/8”
0,145 hasta 0,187	3/16”
0,21875 hasta	1/4”

NO use elementos de sujeción con fustes cuya longitud sea mayor a la exigida para la aplicación. El efecto de bruñido de un fuste largo que pasa por el acero agranda el orificio en el acero, reduciendo la resistencia al esfuerzo (generalmente no más de 1/4" de la punta penetra a través del lado posterior del material base).

Evitar el impulso excesivo del elemento de sujeción. Impulsar un elemento de sujeción ejerciendo una fuerza excesiva puede hacer que se deteriore. El resalto (rebote) de un elemento de sujeción impulsado de forma excesiva reducirá la resistencia al esfuerzo del elemento de sujeción. (**Figura 12**).
La longitud utilizable de pasadas también se ve reducida por el impulso excesivo (**Figura 13**).

Figura 12 **Figura 13**

NO impulse un elemento de sujeción en áreas que fueron soldadas o cortadas con soplete. La soldadura o el corte con soplete pueden producir áreas duras. Estas áreas pueden resultar demasiado duras para la sujeción accionada con pólvora.

Utilice la guarda para espalación adecuada en la herramienta cuando realice sujeciones en acero que esté muy oxidado, escoriado o galvanizado. Las esquirlas desplazadas pueden ser peligrosas.

NO realice una sujeción atravesando los orificios existentes, a menos que utilice una guía positiva para centrar el calibre de la herramienta sobre el orificio. Si el elemento de fijación no está centrado sobre el orificio, se puede desviar por el borde del orificio.

Cuando realice la sujeción sobre piezas de acero sin soporte, para asegurar una penetración uniforme y una apropiada resistencia al esfuerzo, apuntale el acero en el área de impulso para evitar cualquier tipo de acción de *desprendimiento*.

XI. APLICACIONES BÁSICAS

La mayoría de las aplicaciones de sistemas de sujeción accionadas con pólvora corresponden a una de las seis clasificaciones generales. Examinemos cada una:

A. Sujeción permanente de material relativamente blando (madera, aislamiento, etc.) a hormigón (Figuras 14A, 14B, 15).

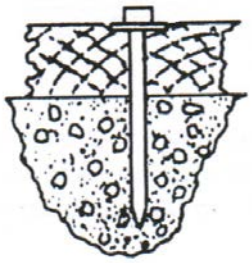


Figura 14A
Pasador con arandela
Fijación de madera a hormigón

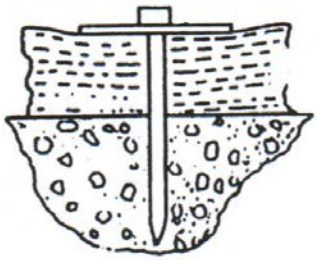


Figura 14B
Pasador con arandela grande para
aislación a hormigón

Figura 15
Vista de elemento de sujeción (con arandela) desde ángulo superior
Sujeción de madera a hormigón

Una consideración importante es la cantidad de superficie de asiento necesaria para garantizar la resistencia apropiada del material que se debe fijar, sin impulsar excesivamente. Los diámetros de cabezal de los clavos de disparo utilizados para realizar sujeciones permanentes son relativamente pequeños. Los materiales blandos se pueden partir, deteriorar, o bien la suavidad del material puede permitir que el cabezal del elemento de fijación atraviese el material, destruyendo la sujeción, aunque el clavo de disparo permanezca firme en el material base. Esto se puede evitar impulsando el elemento de fijación a través de una arandela de mayor diámetro para proveer la superficie de asiento mayor que es necesaria para la buena retención del material blando, y al mismo tiempo, evitar la propulsión excesiva. El tamaño de la arandela adicional necesaria dependerá de la suavidad del material. Un material muy suave como la espuma de aislamiento puede requerir una arandela (disco) de dos pulgadas de diámetro o más. (Vea las **Figuras 14B, 15 & 18**).

B. Sujeción permanente de material relativamente blando (madera, aislamiento, etc.) a acero (Figuras 16, 17, 18).

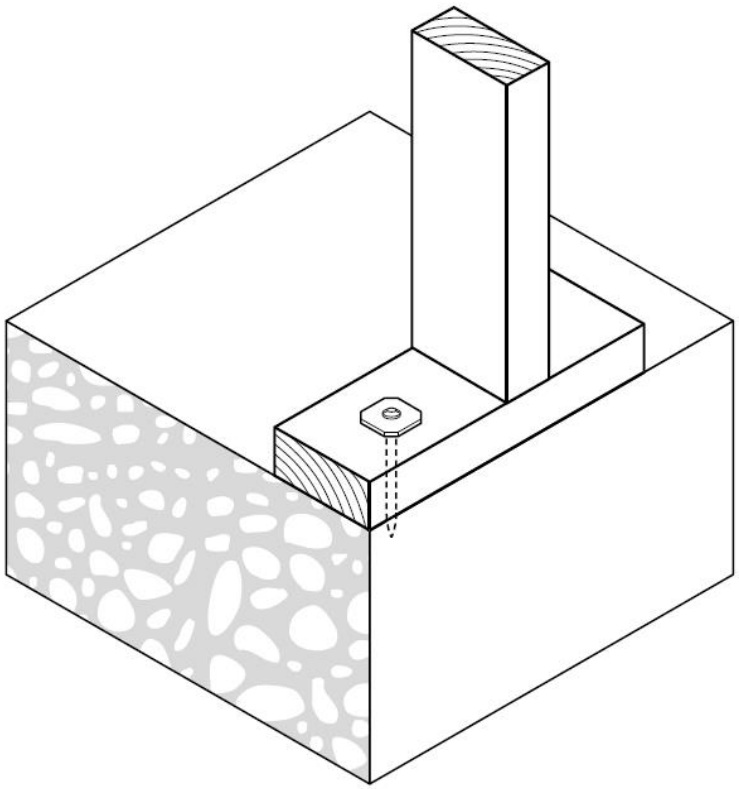


Figura 16
Durmiente de madera a hormigón

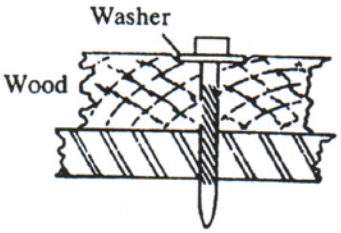


Figura 17

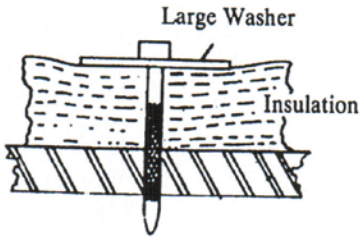


Figura 18

En estas aplicaciones, se aplican exactamente las mismas consideraciones que en el Párrafo A anterior. Recuerde que los elementos de sujeción con fuste moleteado proveen, por lo general, una mejor resistencia al esfuerzo que los elementos de sujeción con fuste liso.

C. Sujeción permanente de metal a hormigón (Figuras 18A, 18B, 19 &19A).

Figura 18A
(Vista de elemento de sujeción desde ángulo superior)

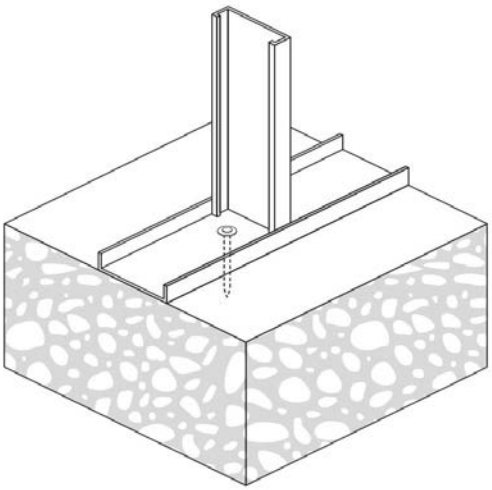


Figura 18B
(Vista de viga de cartón yeso a hormigón, desde ángulo superior)

Se suelen fijar variados tipos de objetos de metal en hormigón, como placas, ángulos, canales, grapas, abrazaderas, así como también paneles de revestimiento y techos. Dado que el material que se debe fijar es bastante duro, por lo general, la superficie relativamente pequeña de asiento del cabezal del clavo de disparo utilizado para sujeciones permanentes tiene el diámetro suficiente para brindar una buena retención y resistencia al esfuerzo (**Figura 19**). El uso de un elemento de sujeción con arandelas puede incrementar la resistencia al desvío del elemento de sujeción (**Figura 19A**).

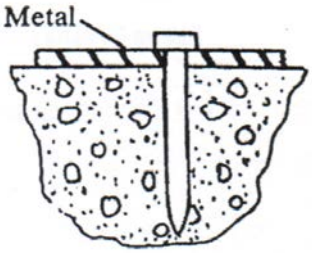


Figura 19

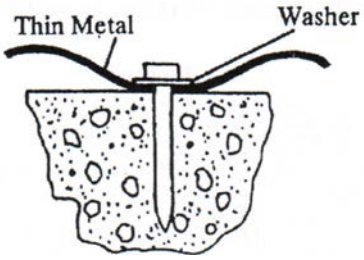


Figura 19A

D. Sujeción permanente de metal a acero (Figuras. 20 & 21).

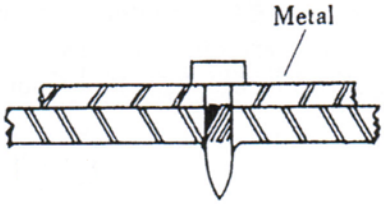


Figura 20

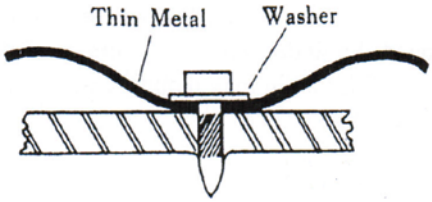


Figura 21

Para este grupo de aplicaciones se aplican las mismas consideraciones fundamentales de la Sección C (arriba).

E. Sujeción de objetos o materiales movibles a hormigón. (Vea la **Figura 22**).

Las aplicaciones más comunes de este grupo incluyen objetos con orificios existentes o previamente perforados. Primero se predetermina cuidadosamente la ubicación del elemento de sujeción y se traza en la superficie de trabajo en el punto exacto en el que se localizará el orificio en el material a ser sujetado. Luego, el elemento de sujeción es propulsado en la intersección de las líneas trazadas. El material que se une es colocado luego sobre el perno propulsado y es asegurado con una arandela y una tuerca. La selección de la arandela a ser utilizada debajo de la tuerca dependerá de la suavidad del material que se está fijando. Cuanto más suave sea el material que está siendo fijado, más grande deberá ser la arandela para proveer una buena retención y superficie de asiento.

PRECAUCIÓN: La sobretensión de una tuerca en un perno roscado puede desviar el perno. Consulte al fabricante del elemento de sujeción para conocer el torque de ajuste apropiado.

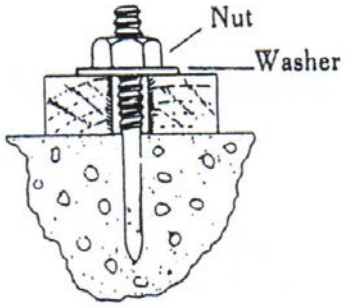


Figura 22

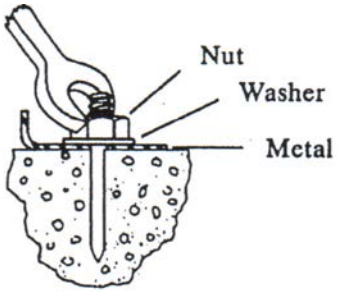


Figura 23

En ocasiones, es necesario o deseable proveer un método para retirar el elemento de sujeción o el material sujetado, cuando no hay un orificio preexistente. En estos casos se puede usar un perno roscado como si fuera un clavo de disparo que esté propulsado directamente a través de ambos materiales que están siendo sujetados y contra el material base, como en los Párrafos A a D, Sección XII. Para remover el perno, aplique torque con una llave. Como la tuerca fue deliberadamente sobretensionada, ésta ejerce una fuerza de separación o de arrastre a través de la arandela y del material sujetado, provocando la retracción del elemento de sujeción (Vea la **Figura 23,** arriba).

F. Sujeción de objetos o materiales movibles a acero (Figura 24).

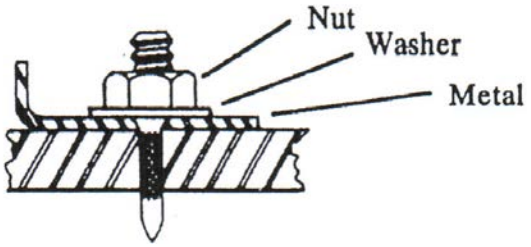


Figura 24

Se aplican las mismas consideraciones generales que para la sujeción de objetos o materiales movibles a hormigón (**Figura 22**). Es mejor usar un perno con un fuste moleteado y asegurarse de que la punta del elemento de fijación penetre completamente el lado posterior del material base de acero para garantizar la mayor resistencia al esfuerzo.

RECUERDE
No sobretensione la tuerca. Consulte al fabricante del elemento de sujeción para conocer el torque de ajuste apropiado.

XII. SELECCIÓN DEL ELEMENTO DE SUJECIÓN APROPIADO

La selección del elemento de sujeción apropiado depende de la aplicación y del material al cual se debe propulsar el elemento de sujeción. Si se desea realizar una sujeción permanente no movible, se debe utilizar un clavo de disparo. Si desea realizar una instalación movible, utilice un perno roscado. Ante la duda de qué tipo de elemento de fijación utilizar para sus aplicaciones específicas, consulte a un representante del fabricante de su herramienta. Hay disponibles varios diámetros por cada longitud de fuste. Para una aplicación liviana, por lo general es suficiente seleccionar un fuste de diámetro pequeño. Para una aplicación pesada, es posible que se necesite seleccionar un fuste de diámetro grande. Además de diámetro del pasador, el empotramiento y el espaciamiento del pasador influyen en la capacidad de resistencia del pasador en el material base. Generalmente, la mayoría de los especificadores tienen una demanda de carga calculada para sus aplicaciones específicas, y la mayoría de los fabricantes de pasadores ofrecen datos publicados de rendimiento, y muchos tienen informes conformes al código con datos de rendimiento del pasador. Verifique los datos publicados por los fabricantes del rendimiento del pasador sobre profundidad del empotrado y diámetro del pasador.

FIJACIÓN EN ACERO

Recuerde como regla general que cuando realice una sujeción en acero, la punta del elemento de sujeción debe penetrar por completo el lado opuesto. Este factor debe ser considerado al seleccionar las longitudes del fuste. Recuerde también que, por lo general, los elementos de sujeción de fuste moleteado sujetan mejor en acero, en comparación con los elementos de sujeción con fuste liso.

Clavos de disparo - Para seleccionar la longitud apropiada del fuste, determine el grosor total del material a ser sujetado (X), el grosor del acero en el cual se propulsará el pasador (Y), más la longitud de la punta. El total de X, Y y la longitud de la punta forman la longitud apropiada del fuste (Figura 25).

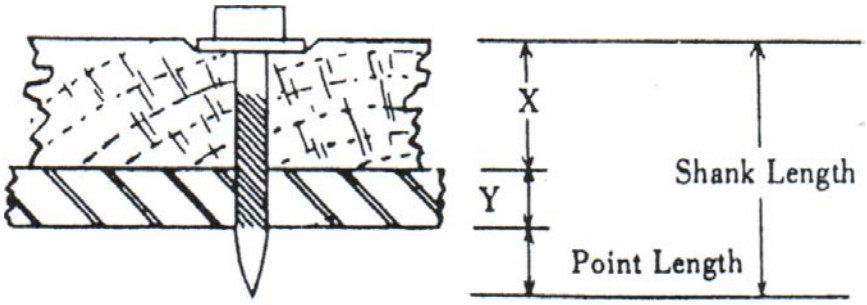


Figura 25

Pernos roscados - La longitud apropiada del fuste para los pernos roscados depende del grosor del acero (Y), más la longitud de la punta del perno roscado. Según el grosor del material a ser sujetado, hay disponibles distintas longitudes de rosca. Por lo general, si el objeto a ser fijado es un panel de metal, se debe seleccionar una longitud corta de rosca. Si el objeto a ser sujetado es grueso, se debe seleccionar una longitud de rosca igualmente larga de modo que se puedan aplicar la tuerca y la arandela. (**Figura 26**).

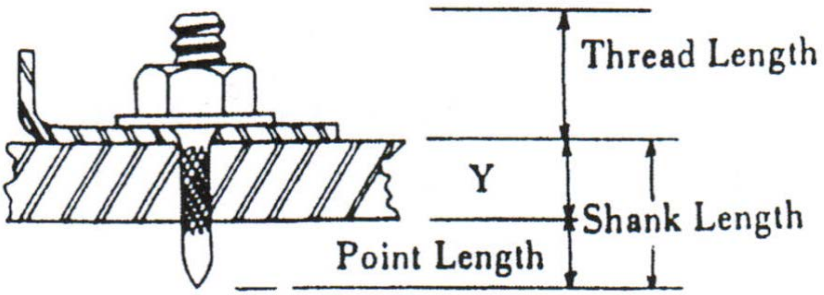


Figura 26

FIJACIÓN EN HORMIGÓN/MATERIALES PARA MAMPOSTERÍA

Por regla general, cuando se realiza una sujeción en hormigón común, el elemento de sujeción debe penetrar entre 7 y 8 veces el diámetro del fuste. En hormigón duro, normalmente es suficiente una penetración de 5 a 6 veces los diámetros del fuste para obtener una resistencia al esfuerzo apropiada. En hormigón más blando (de bajas resistencias a la compresión), por lo general es suficiente entre 9 y 10 veces el diámetro del fuste.

Clavos de disparo - Para seleccionar el clavo de disparo apropiado para hormigón o mampostería, se debe determinar la longitud correcta del fuste considerando una tolerancia para el grosor del material a ser sujetado (X), más la profundidad de la penetración requerida (Y), utilizando las siguientes reglas de penetración de diámetro de fuste. (**Figura 27**).

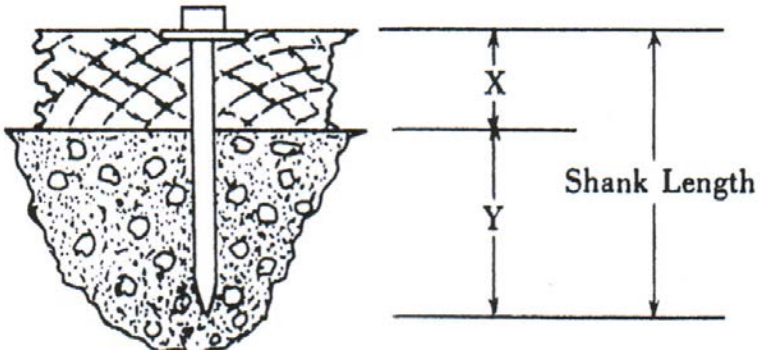


Figura 27

Pernos roscados La selección de la longitud apropiada del perno roscado se determina utilizando las reglas precedentes de penetración de diámetro de fuste. Seleccione una longitud de rosca que admita el grosor del material a ser sujetado, así como una tuerca y una arandela (**Figura 28**).

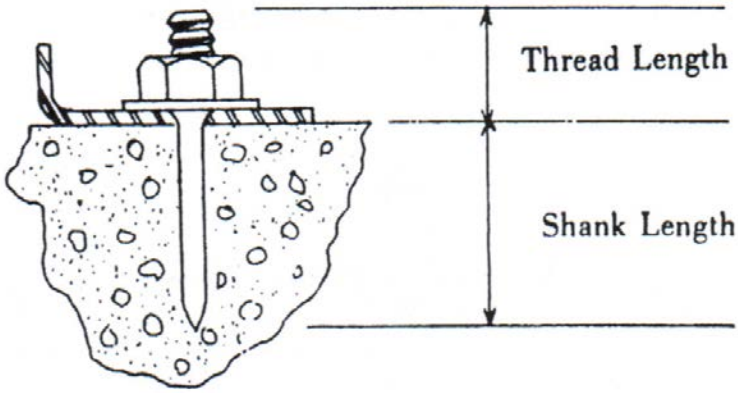


Figura 28

Accesorios de sujeción - Para seleccionar las longitudes apropiadas de fuste para los accesorios de sujeción tales como los pasadores de ojal, los pernos de uso general, las grapas de canalización y las grapas para techo, considere una tolerancia para el grosor del accesorio (X), más la profundidad de penetración requerida, utilizando las reglas precedentes de penetración del diámetro del fuste.

XIII. PRECAUCIONES GENERALES DE SEGURIDAD

SE PUEDEN PRODUCIR LESIONES PERSONALES GRAVES O DETERIORO DE PROPIEDAD SI NO SE OBSERVAN LAS PRECAUCIONES DE SEGURIDAD APROPIADAS.

Las herramientas accionadas con pólvora están diseñadas para operar de forma segura. Lamentablemente, no pueden usar el razonamiento por usted, el operador de la herramienta.

USAR EL RAZONAMIENTO ES SU RESPONSABILIDAD
La operación segura de las herramientas accionadas con pólvora requiere conocimientos y alerta constante de parte de usted, el operador de la herramienta.

A. Para usar sistemas de sujeción accionados con pólvora de forma segura:

1. Utilice su sentido común y el buen juicio.
2. Utilice la herramienta únicamente para el uso previsto.
3. Familiarícese con el material que se está sujetando y el material base al que se está sujetando.
4. Cumpla con las instrucciones del fabricante de su herramienta.

B. Las precauciones específicas a recordar y practicar son:

1. Operadores de herramientas y asistentes:

(a) El operador de la herramienta, los asistentes y el personal asociado deben utilizar protección ocular conforme a las normas ANSI/SEA Z87.1+ en todo momento en que estén utilizando la herramienta. Se deben utilizar máscaras de protección según lo exijan las condiciones de trabajo.

(b) Se recomienda el uso de protección auditiva.

(c) Nunca permita que se reúnan espectadores alrededor cuando esté usando una herramienta.

(d) Cuando esté trabajando en escaleras o andamios, mantenga el equilibrio y utilice riostras de seguridad en todo momento.

(e) No cargue la herramienta hasta todo esté listo para ejecutar la sujeción.

(f) Mantenga siempre la herramienta apuntada a una dirección segura.

(g) Nunca transporte una herramienta cargada de un proyecto a otro. La herramienta debe ser cargada sólo para el uso inmediato de cada sujeción.

(h) Coloque un cartel de por lo menos 8” x 10” con letras de lo menos 1” de alto que diga “ADVERTENCIA: HERRAMIENTA ACCIONADA CON PÓLVORA EN USO” a plena vista en donde las herramientas accionadas con pólvora se encuentran en uso, y en las áreas adyacentes a las áreas en las que se encuentran en uso las herramientas accionadas con pólvora.

2. Herramientas - Cuidados y servicio de mantenimiento:

(a) Las herramientas deben ser limpiadas y mantenidas de acuerdo con las instrucciones específicas de los fabricantes de cada herramienta.

(b) Siembre debe inspeccionar todas las herramientas antes del uso de cada día para asegurarse de que estén en condiciones apropiadas de funcionamiento.

(c) Las herramientas que no estén operando correctamente deben ser sacadas de servicio hasta que hayan sido reparadas.

(d) Las herramientas deben ser almacenadas, operadas y mantenidas en estricta conformidad de las instrucciones del fabricante. Las herramientas accionadas con pólvora deben recibir servicio de mantenimiento y deben ser sometidas con una frecuencia establecida por la recomendación del fabricante de la herramienta a una inspección para verificar si tienen partes gastadas o deterioradas.

(e) No se deben realizar alteraciones en las herramientas accionadas con pólvora. Use únicamente los repuestos especificados por el fabricante de la herramienta. La alteración de la herramienta o el uso de componentes distintos a los especificados por el fabricante pueden invalidar los mecanismos de protección de seguridad de la herramienta.

(f) Las herramientas y las cargas deben ser almacenadas en un contenedor cerrado cuando no estén en uso. Asegúrese de descargar la herramienta antes de guardarla. Nunca debe guardar o dejar sin supervisión una herramienta cargada.

3. Herramientas - Uso y limitaciones

(a) Se debe usar el protector apropiado, el montaje de fijación, el adaptador o el accesorio adecuado para la aplicación que fueron recomendados y suministrados por el fabricante.

(b) Use únicamente las posiciones excéntricas de los protectores ajustables cuando realice sujeciones cerca de obstrucciones tales como una pared, cuando la obstrucción provea la misma protección que el protector.

(c) Siempre opere la herramienta en ángulos rectos en relación con la superficie de trabajo, salvo para las aplicaciones específicas recomendadas por el fabricante de la herramienta.

(d) Antes de realizar la carga, siempre debe inspeccionar la cámara para verificar si hay materiales extraños.

(e) No use la herramienta en una atmósfera explosiva o inflamable.

(f) Nunca sitúe la mano encima del extremo frontal (boca de cañón) de la herramienta.

(g) Siempre debe cargar en primer lugar el elemento de sujeción y en segundo lugar la carga de pólvora/multiplicadora.

(i) Sus dedos nunca deben estar cerca del gatillo sino hasta el momento exacto en que tenga que accionar la herramienta.

(j) Nunca apunte una herramienta - sin importar si está cargada o no - hacia alguien.

4. Cargas de pólvora

(a) Siempre debe verificar el color y el calibre de cada carga de pólvora/multiplicadora antes de insertarla en la cámara de la herramienta.

(b) Siempre debe hacer un primer ensayo de sujeción con el nivel de potencia (u opción de potencia) más bajo recomendado para la herramienta.

(c) Nunca intente forzar una carga de pólvora en la cámara de una herramienta ni tampoco se asome por la cámara para ver una carga.

(d) En caso de producirse un disparo por accidente, sostenga la herramienta firmemente contra la superficie de trabajo por un período de treinta segundos, y vuelva a poner el gatillo de la herramienta en funcionamiento. Si la herramienta no se descarga, siga las instrucciones especificadas por el fabricante. Coloque etiquetas y saque la herramienta de servicio. Si se ha recamarado una carga pero no se accionó, no la arroje en un bote de residuos ni la deje en el sitio de trabajo. Esas cargas no usadas deben ser reunidas y desechadas de forma segura de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

(e) Nunca transporte elementos de sujeción u otros objetos metálicos en el mismo recipiente, compartimento, bolsillo de delantal o pantalón con cargas de pólvora/multiplicadora.

(f) Debe guardar las herramientas accionadas con pólvora y las cargas de pólvora/multiplicadoras en un lugar seguro y resguardado al que sólo tenga acceso el personal autorizado.

(g) Mantenga siempre las cargas de pólvora separadas por nivel de potencia, color y tipo, es decir, no mezcle cargas de pólvora de distintos niveles de potencia, colores o tipos, en el mismo contenedor o compartimento.

5. Materiales, materiales base y materiales a ser sujetados.

(a) Antes de realizar la sujeción de cualquier material no identificado, inspecciónelo mediante el ensayo de marca con punzón.

(b) Siempre siga las reglas de distancia del borde, espacio del elemento de sujeción y grosor del material.

(c) No intente instalar un elemento de sujeción a través de un orificio existente en acero o cualquier otro material, a menos que use una guía positiva para garantizar la ubicación exacta. Ello puede hacer que el elemento de fijación golpee contra el borde del orificio y cause un efecto anzuelo o rebote.

(d) Nunca intente realizar una sujeción en un área de espalación o agrietada en hormigón/mampostería o en un área donde se produjo una sujeción fallida previamente. Ello puede hacer que el elemento de fijación cause un efecto anzuelo o rebote.

(e) Nunca sobretensione un elemento de sujeción.

(f) No use un elemento de sujeción para retirar una pieza de acero. Esto puede causar una acción de desprendimiento y a lo largo de cierto período de tiempo, el elemento de sujeción se puede soltar.

(g) Nunca sobretensione una tuerca en un perno roscado. La sobretensión del perno crea una tensión de arrastre en el perno que puede debilitar el elemento de sujeción.

(h) No intente instalar elementos de sujeción en materiales muy duros o muy frágiles tales como hierro de fundición, acero para herramientas, fleje de acero, azulejo, baldosas huecas, bloques de vidrio, ladrillos y rocas naturales.

(i) **NUNCA REALICE SUJECIONES EN MADERA, MADERA AGLOMERADA, ARGAMASA U OTROS MATERIALES BLANDES, A MENOS QUE TENGAN COMO FONDO UN MATERIAL QUE EVITE QUE EL ELEMENTO DE SUJECIÓN LO ATRAVIESE COMPLETAMENTE.**

(j) Siempre debe familiarizarse con el material que está sujetando, especialmente en edificios antiguos donde el material base puede estar oculto. Inspeccione constantemente para evitar realizar sujeciones en materiales inadecuados.

XIV. OPERADOR CUALIFICADO

NO podrá usar/operar una herramienta accionada con pólvora hasta que usted haya:

- Leído y entendido el manual de instrucciones del fabricante de la herramienta.[4]
- Recibido la capacitación apropiada requerida por la OSHA (la cual puede incluir capacitación con práctica impartida por un instructor autorizado, y completar exitosamente un examen escrito provisto por el fabricante de la herramienta).[5]
- Recibido capacitación especial si no puede distinguir los colores usados en el sistema de codificación por colores para identificar los niveles de potencia apropiados.

Después de su capacitación e instrucción, usted DEBE tener la capacidad de:

- Leer y entender el manual de instrucciones del fabricante de la herramienta.
- Limpiar la herramienta de forma correcta.
- Reconocer cualquier parte desgastada o deteriorada, o funcionamiento defectuoso.
- Reconocer el sistema de codificación por números y colores usado para identificar los niveles de potencia apropiados; y
- Usar la herramienta de forma correcta, dentro de las limitaciones de uso, y operar la herramienta correctamente en presencia del instructor.

Leer este manual de capacitación y completar exitosamente el examen que aparece en la parte posterior de este manual de capacitación NO cualifica, certifica ni otorga ninguna licencia para operar un sistema o una herramienta de sujeción accionada con pólvora. Usted debe obtener la capacitación y las instrucciones del fabricante de su herramienta accionada con pólvora o (cuando corresponda) de otro instructor autorizado, antes de usar cualquier sistema de sujeción accionada con pólvora.

Sin embargo, recibir la capacitación y la instrucción sobre una herramienta no lo cualifica para operar cualquier otra herramienta accionada con pólvora. El incumplimiento de obtener y seguir la capacitación exigida por la OSHA, y las instrucciones del fabricante de cada herramienta accionada con pólvora puede resultar en lesiones graves al operador y otras personas.

Las leyes, las reglamentaciones (como las reglamentaciones estatales y federales de la OSHA) y las normas (como la norma ANSI A10.3 - 2013) que rigen el uso seguro de herramientas accionadas con pólvora pueden ser sometidas a revisión en forma periódica. Tales revisiones pueden cambiar los métodos de operación segura descritos en este manual y/o la capacitación exigida para convertirse en un operador seguro y cualificado de herramientas accionadas con pólvora. PATMI no se hace responsable por las revisiones que se produzcan después de la publicación de este manual de capacitación. Es suya la responsabilidad de mantenerse al tanto de las leyes, las reglamentaciones y las normas vigentes aplicables a la herramienta que usted usa.

---

4 Vea el Apéndice para encontrar enlaces a los manuales de instrucciones del fabricante.

5 Vea el Apéndice para encontrar enlaces de los fabricantes que ofrecen instrucción/capacitación en línea.

EXAMEN

Después de estudiar este manual, usted debería tener la capacidad de responder las siguientes preguntas. El examen es solamente una guía de estudio y no lo cualifica para operar herramientas específicas.

1. Usted debe tener una tarjeta de operador certificado de la herramienta para operar la herramienta. V F

2. El operador nunca debe colocar la mano sobre la boca del cañón de la herramienta para amartillar la herramienta o cerrarla. V F

3. Las herramientas nunca deben ser usadas cerca de la presencia de emisiones inflamables o vapores explosivos. V F

4. Utilice la herramienta únicamente para la aplicación prevista. No se permite el juego o el comportamiento informal. V F

5. Las herramientas averiadas se pueden usar y no tienen que ser sacadas de servicio inmediatamente. V F

6. No es necesario que los operadores, los asistentes y el personal asociado utilicen protección ocular mientras estén operando la herramienta. V F

7. Antes de sujetar cualquier material dudoso, el operador debe determinar su aptitud realizando una prueba de marca con punzón. V F

8. Nunca realice sujeciones en materiales que permitan que el elemento de sujeción penetre y se escape. V F

9. El operador debe asegurarse de que la herramienta esté perpendicular a la superficie de trabajo cuando la dispare. V F

10. Siempre se deben realizar sujeciones de prueba con el nivel más alto de potencia de pólvora. V F

11. Nunca coloque los dedos en el gatillo sino hasta que esté listo para realizar la sujeción. V F

12. En el caso de un disparo por accidente, debe extraer la carga de pólvora/multiplicadora inmediatamente. V F

13. Las cargas de pólvora/multiplicadoras de distintos niveles y tipos deben ser mantenidas en compartimentos o contenedores separados. V F

14. Se debe utilizar protección auditiva cuando se realizan sujeciones. V F

15. Se deben utilizar protectores de seguridad o guardas para espalación suministradas con la herramienta por el fabricante toda vez que sea posible con la herramienta. V F

16. No es importante leer el manual de instrucciones del operador antes de operar la herramienta. V F

17. Las cargas de pólvora nunca deben ser sacadas a la fuerza de una herramienta. V F

18. El elemento de sujeción siempre debe ser colocado en la herramienta antes de la carga de pólvora. V F

19. Sólo se deben usar los elementos de sujeción diseñados y fabricados para funcionar de forma compatible con las herramientas accionadas con pólvora. V F

20. Nunca realice sujeciones en hormigón con grietas o espalación. V F

EXAMEN - RESPUESTAS

1. Verdadero	Página 37, Sección XIV
2. Verdadero	Página 35, Sección XIII
3. Verdadero	Página 35, Sección XIII
4. Verdadero	Página 34, Sección XIII
5. Falso	Página 35, Sección XIII
6. Falso	Página 34, Sección XIII
7. Verdadero	Páginas 17-18, Sección VIII
8. Verdadero	Páginas 17-18, Sección VIII
9. Verdadero	Página 35, Sección XIII
10. Falso	Página 35, Sección XIII Página 14, Sección V
11. Verdadero	Página 35, Sección XIII
12. Falso	Página 36, Sección XIII
13. Verdadero	Página 36, Sección XIII
14. Verdadero	Página 34, Sección XIII
15. Verdadero	Página 35, Sección XIII Página 15, Sección VI
16. Falso	Página 37, Sección XIV
17. Verdadero	Página 35, Sección XIII
18. Verdadero	Página 35, Sección VIII
19. Verdadero	Página 7, Sección IV
20. Verdadero	Página 36, Sección XIII

PRECAUCIÓN

IMPORTANTE

Este manual de capacitación fue diseñado únicamente para presentarle la naturaleza general de los sistemas de sujeción accionada con pólvora y su uso. Leer este manual de capacitación y completar exitosamente el examen NO cualifica, certifica ni otorga ninguna licencia para operar un sistema o una herramienta de sujeción accionada con pólvora. Usted debe obtener la capacitación y las instrucciones del fabricante de su herramienta accionada con pólvora, del instructor autorizado por los fabricantes, o (cuando corresponda) por el instructor autorizado por el estado, antes de usar cualquier sistema de sujeción accionada con pólvora. Sin embargo, recibir la capacitación y la instrucción sobre una herramienta no lo cualifica para operar cualquier otra herramienta accionada con pólvora. El incumplimiento de obtener y seguir la capacitación exigida por la OSHA, y las instrucciones del fabricante de cada herramienta accionada con pólvora puede resultar en lesiones graves al operador y otras personas. Las leyes, las reglamentaciones (como las reglamentaciones estatales y federales de la OSHA) y las normas (como la norma ANSI A10.3 - 2013) que rigen el uso seguro de herramientas accionadas con pólvora pueden ser sometidas a revisión en forma periódica. Tales revisiones pueden cambiar los métodos de operación segura descritos en este manual y/o la capacitación exigida para convertirse en un operador seguro y cualificado de herramientas accionadas con pólvora. PATMI no se hace responsable por las revisiones que se produzcan después de la publicación de este manual de capacitación. Es suya la responsabilidad de mantenerse al tanto de las leyes, las reglamentaciones y las normas vigentes aplicables a la herramienta que usted usa. La información y las recomendaciones contenidas en este documento fueron obtenidas de fuentes que se consideraron confiables. The Powder Actuated Tool Manufacturers Institute, Inc. no otorga ninguna afirmación, garantía o representación alguna acerca de la validez absoluta o suficiencia de cualquier representación contenida en este documento. El Instituto no asume ninguna responsabilidad por el uso o uso indebido del material contenido en el presente documento. No se debe presumir que este documento contiene todos los métodos de operación segura aceptables o que no se requieran otras medidas o medidas adicionales en ciertas circunstancias o condiciones.

Facts About PATMI

PATMI provides a common industry voice for manufacturers of power actuated fastening systems. With operator safety as its primary goal, PATMI stresses training, certification, and safety awareness. PATMI associate members include suppliers of expendable good related to the industry, who are not directly involved in the manufacture of powder actuated tools. Membership and associate membership in PATMI is a statement of concern for the welfare of the powder actuated tool industry and the safety of industry customers.

Member
National Safety Council

Member American National
Standards Institute, Inc.

PATMI™
POWDER ACUTATED TOOL
MANUFACTURERS' INSTITUTE INC

www.patmi.org