

**MANUAL DE ENGARZADO DE CALIDAD**  
**Núm. de pedido 63800-0029**

## Contenido

### SECCIÓN

- 1 Introducción a las tecnologías de engarzado
- 2 Finalidad
- 3 Alcance
- 4 Definiciones
- 5 Materiales relacionados
- 6 Procedimientos
- 7 Medición
- 8 Control del proceso de engarzado
- 9 Resolución de fallos
- 10 Tabla de calibres de alambres

## SECCIÓN 1

### INTRODUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS DE ENGARZADO

Desarrolladas para eliminar la necesidad de soldar los terminales, las tecnologías permiten obtener conexiones de alta calidad entre un terminal y un cable a un costo aplicado relativamente bajo. Los métodos para aplicar los terminales engarzados dependen de la aplicación y del volumen, e incluyen desde dispositivos manuales hasta sistemas completamente automatizados.

Los métodos de aplicación incluyen una herramienta manual básica, una prensa con su juego de troqueles, un pelador engarzador o un sistema completamente automatizado de procesamiento de cables. Sin embargo, independientemente del método que se utilice, la configuración de cada herramienta es esencial para lograr la buena calidad de engarzado.

Hoy, muchas compañías fabricantes de equipo original (OEM) están utilizando procesos estadísticos de control (SPC) para mejorar continuamente el engarzado de sus terminaciones. La terminación por engarzado es un proceso complejo y, para asegurar la calidad uniforme, es necesario comprender la variabilidad y las interacciones e interrelaciones que implica la tecnología.

Sin un entendimiento completo del proceso de engarzado, y de los factores que pueden afectarlo, es posible que los resultados no cumplan las expectativas. Los tres elementos clave en el proceso de engarzado son los terminales, el cable y el herramental.

#### Terminales

Para la mayoría de aplicaciones, no resulta económicamente práctico para los fabricantes de conectores diseñar un terminal compatible con un solo calibre de cable, tipo de trenzado de alambre y diámetro de aislamiento (Tipo UL). La mayoría de los terminales son compatibles con varios calibres de alambre, trenzados y gamas de diámetros de aislamiento, y estos terminales están diseñados para alcanzar niveles aceptables dentro de estos límites.

#### Alambre

El trenzado del alambre y el tipo de aislamiento pueden variar ampliamente dentro de un mismo calibre de cable. Por ejemplo, hay un 18% más de material en un cable 18 AWG por 19 hebras de alambre trenzadas que en un cable 18 AWG por 16 hebras de alambre trenzadas. El diámetro del aislamiento de un cable 18 AWG puede variar desde 1.78 mm (0.070") a más de 4.57 mm (0.180"). Las hebras de alambre trenzadas pueden ser de cobre, estañadas, con sobre recubrimiento (over coat) o con recubrimiento superficial (over coat). Los materiales, los grosores y los valores de durómetro de los materiales de aislamiento varían de una aplicación a otra.

#### Herramientas

¿Qué tipo de herramienta necesita la aplicación? ¿Requiere la aplicación el desferrado manual del alambre o, debido al volumen, se necesita una máquina desferradora de alambre automática? ¿Requiere la aplicación y el volumen herramientas manuales, prensa y troquel, o máquinas automáticas procesadoras de alambre? El engarzado con una herramienta manual, prensas semiautomáticas y troqueles, o con una procesadora automática de alambre, supone diferentes niveles de variabilidad. El terminal, el alambre y el tipo de herramientas de la aplicación afectan la calidad de las terminaciones procesadas.

## SECCIÓN 2

### FINALIDAD

Este manual brinda lineamientos y procedimientos generales para la mejor comprensión y logro de terminaciones engarzadas aceptables. Un glosario en la Sección 4 enumera los términos y definiciones más frecuentes. En la Sección 5 se enumeran las herramientas que son necesarias para tomar medidas exactas y evaluar la aceptabilidad del engarzado.

La configuración del herramental es esencial para determinar la calidad del engarzado terminado. Entre los atributos que se deben considerar se encuentran la altura del engarzado, la escobilla del conductor, la boca de la campana, la pestaña de corte, la longitud de alambre descubierto y la posición del aislamiento. La variabilidad en uno o más de estos atributos puede reducir la fuerza de tiro medida. Puede ser difícil establecer límites aceptables de variabilidad porque todos los atributos interactúan entre sí.

Por ejemplo, un ajuste de las guías para el abocinamiento (*bell mouth*) también cambiará la longitud de la lengüeta de corte y la posición del alambre de aislamiento, mientras que la longitud de conductor descubierto y las posiciones de los alambres afectan la escobilla (*brush*) del conductor y la posición del aislamiento. El ajuste de la altura del engarzado del aislamiento puede resultar en un leve cambio de dimensión de la altura del engarzado del conductor. Quizá sea necesario que la persona encargada de la instalación efectúe varios ajustes antes de lograr establecer una configuración óptima.

La secuencia en que se realice la configuración puede ayudar a reducir el número de repeticiones necesarias para lograr una configuración óptima. La Sección 6 muestra un diagrama de flujo de una configuración del proceso y la Sección 9 incluye una guía de resolución de fallos de problemas usuales. El uso del control estadístico del proceso (SPC) durante el proceso de engarzado puede ayudar a minimizar la cantidad de defectos. La Sección 8 brinda una explicación general de los beneficios del uso del control SPC.

Este manual está estructurado de manera que partes o la totalidad de su contenido puedan utilizarse como una guía de procedimientos para cumplir los requisitos ISO.

## SECCIÓN 3

### ALCANCE

**Este manual está destinado para los clientes de Molex que están engarzando terminales Molex de cilindro abierto para engarzado y herramental Molex**, principalmente en métodos semiautomáticos o automáticos de procesamiento de terminaciones de alambres.

El contenido del manual puede diferir levemente de los lineamientos de otros fabricantes de conectores o procedimientos específicos de otras compañías.

Este manual brinda una descripción general básica de lo que debe inspeccionarse en un engarzado aceptable. No está destinado a reemplazar las especificaciones individuales de productos o herramientas.

Los terminales o aplicaciones individuales pueden tener requisitos especiales. Las limitaciones de herramientas pueden interferir en el ajuste de atributos para satisfacer los requisitos óptimos.

## SECCIÓN 4

## DEFINICIONES

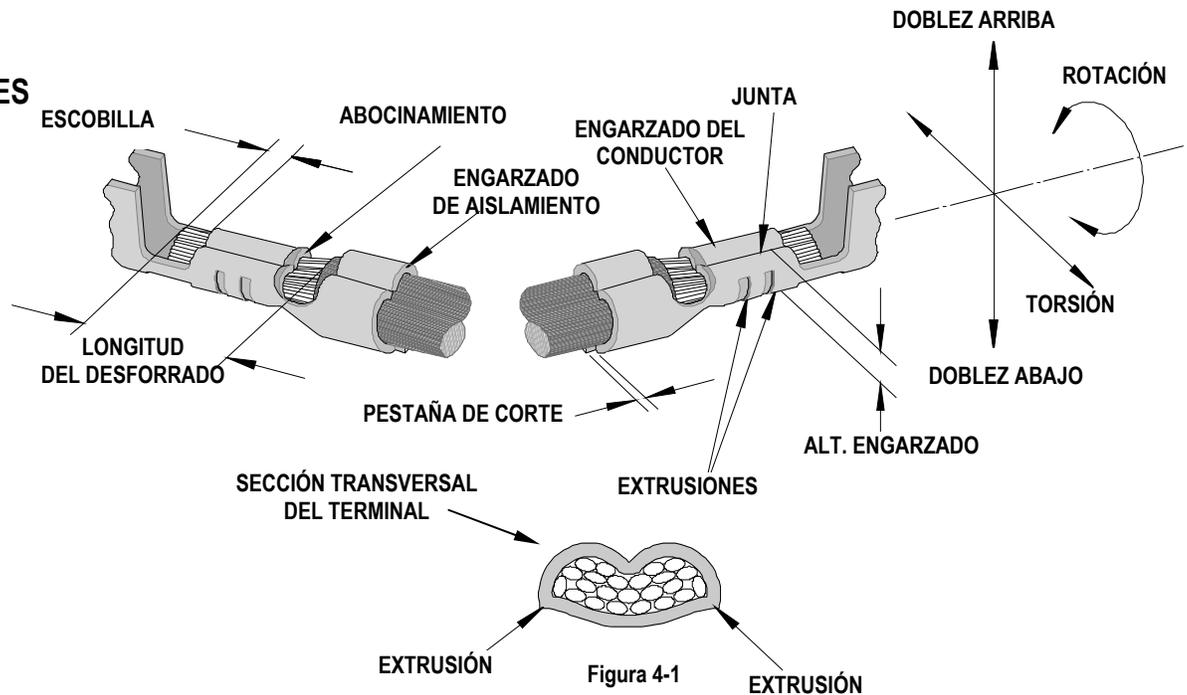


Figura 4-1

## Anatomía de una terminación engarzada (Figura 4-1)

- **Campana (abocinamiento)**

Es el abocinamiento que se forma en el borde del engarzador del conductor y actúa como embudo para las hebras de alambre. Este embudo reduce la probabilidad que un borde filoso en el engarzador del conductor corte o abolle las hebras de alambre. Como pauta general, el abocinamiento del conductor debe ser aproximadamente 1 a 2 veces el grosor del material del terminal.

(Verifique los requisitos de las especificaciones individuales de los terminales).

- **Prueba de doblez**

Una manera de probar el engarzado del aislamiento consiste en plegar varias veces el alambre y después evaluar el movimiento del aislamiento y las hebras de alambre. Como regla general, el engarzado del aislamiento deberá poder resistir varios dobleces repetidos del alambre hasta 60 a 90 grados en cualquier dirección. Tenga cuidado al trabajar con alambres de pequeño calibre a fin de evitar que la parte posterior del engarzador de aislamiento se rompa por el esfuerzo cortante.

- **Escobilla de conductor**

El cepillo del conductor está formado por hebras de alambre que se extienden sobre la longitud del engarzado del conductor en el extremo de contacto del

terminal. Esto ayuda a asegurar la compresión mecánica que ocurre sobre la longitud total del engarzado del conductor. La escobilla del conductor no se debe prolongar hasta el área de contacto.

- **Engarzado del conductor**

Ésta es la compresión metalúrgica de un terminal alrededor del conductor del cable. Esta conexión crea una trayectoria eléctrica común con baja resistencia y alta capacidad portadora de corriente.

- **Altura de engarzado del conductor**

La altura de engarzado del conductor se mide desde la superficie superior del engarzado formado hasta la parte radial inferior. Esta medición no debe incluir los puntos de extrusión (véase la figura 4-1). La medición de la altura de engarzado es una manera rápida no destructiva de ayudar a asegurar la compresión metalúrgica correcta de un terminal alrededor del conductor de alambre y es un excelente atributo para el control del proceso. La especificación de altura del engarzado se establece típicamente como un punto medio entre los desempeños eléctrico y mecánico sobre una amplia gama de trenzados y recubrimientos de alambres, de materiales y electrodepositado de terminales. No obstante que es posible optimizar una altura de engarzado según el trenzado individual del alambre y el recubrimiento (electrodepositado) del terminal, usualmente se crea una especificación de altura de engarzado.

- **Longitud de lengüeta de corte**

Este material sobresale del engarzado del aislamiento después de que el terminal se separa de la tira portadora. Como norma, la lengüeta de corte es aproximadamente 1.0 a 1.5 veces el grosor del material del terminal. (Verifique los requisitos de las especificaciones individuales de los terminales). Una lengüeta de corte que sea muy larga puede dejar un terminal expuesto fuera de la caja de conexiones o puede incumplir los requisitos de espaciado eléctrico. En la mayoría de situaciones, se ajusta una herramienta para lograr una lengüeta de corte que quede a ras con un grosor de material.

#### ■ Extrusiones (Flash)

Estos pequeños abocinamientos se forman en la parte inferior del engarzado del conductor como resultado de la holgura entre el herramental del punzón y el yunque. Si el yunque tiene mucho desgaste o si el terminal se engarza demasiado, se producirá una extrusión excesiva. También puede resultar una extrusión desigual si la alineación del troquel y el yunque es deficiente, si el ajuste de la alimentación está descentrado o si existe arrastre insuficiente o excesivo del terminal.

#### ■ Engarzado del aislamiento (protección contra tirones)

Ésta es la parte del terminal que brinda apoyo al alambre para su inserción en la caja de conexiones. Además, permite que el terminal resista golpes y vibraciones. El terminal necesita sujetar el alambre lo más firmemente posible sin cortar las hebras del conductor. La aceptabilidad del engarzado del aislamiento es subjetiva y depende de la aplicación. Se recomienda realizar una prueba de doblez a fin de determinar si la protección contra tirones es aceptable para cada aplicación particular.

#### ■ Altura de engarzado del aislamiento

Molex no especifica las alturas de engarzado del aislamiento debido a la amplia variedad de grosores de aislamiento, materiales y durezas. Muchos terminales están diseñados para ser compatibles con múltiples gamas de alambres. Dentro del alcance del terminal, la protección contra tirones podría rodear completamente o no el diámetro del alambre. Aún así, esta condición proporcionará un engarzado del aislamiento aceptable para la mayoría de aplicaciones.

1. Un protector contra tirones grande deberá sujetar firmemente por lo menos el 88% del alambre.
2. Un protector contra tirones más pequeño deberá sujetar firmemente por lo menos el 50% del alambre y sujetar firmemente la parte superior de dicho alambre.

Para evaluar la sección de engarzado del aislamiento, corte el alambre a ras con la parte posterior del terminal. Después de determinar el ajuste óptimo de la aplicación, es importante documentar la altura de engarzado del aislamiento. Después, como parte del procedimiento de instalación, el operador puede verificar la altura de engarzado.

#### ■ Posición del aislamiento

Ésta es la ubicación del aislamiento en relación con el área de transición entre los engarzados del conductor y del aislamiento. Es necesario que en el área de transición queden visibles cantidades equivalentes de hebras de conductor y de aislamiento. La posición del aislamiento asegura que el aislamiento quede engarzado en toda la longitud del engarzado del aislamiento, y que no quede aislamiento engarzado debajo del engarzado del conductor. La posición del aislamiento se establece con el tope del alambre y la longitud de conductor expuesto para las aplicaciones de banco. En las aplicaciones de procesamiento automático de alambres, la posición del aislamiento se establece por medio del ajuste de entrada y salida de la prensa.

#### ■ Longitud de conductor desforrado

La longitud de conductor desforrado se determina midiendo los hilos de conductor expuesto después de eliminar el aislamiento. La longitud de conductor desforrado determina la longitud de la escobilla cuando está centrada la posición del aislamiento.

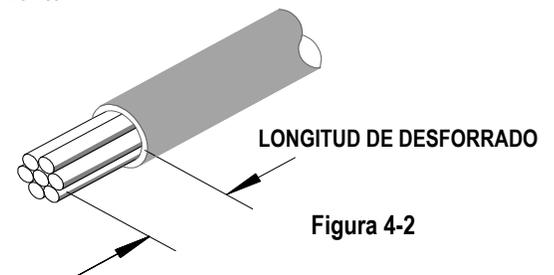


Figura 4-2

#### ■ Proceso

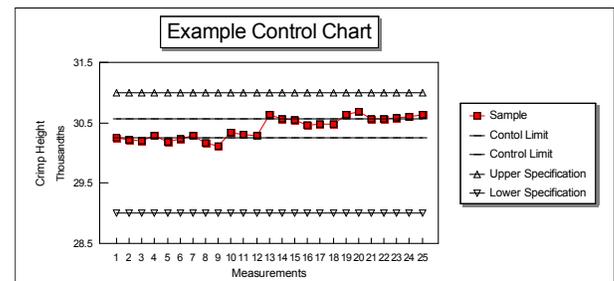


Figura 4-3

La combinación de personal, equipo, herramientas, materiales, métodos y procedimientos necesarios para producir una terminación engarzada. El control del proceso se utiliza para dar seguimiento a los atributos en el

transcurso del tiempo a fin de ayudar en la detección de cambios al proceso. La detección de un cambio en el proceso en el momento que ocurre ayuda a evitar miles de engarzados defectuosos.

■ **Prueba de fuerza de tiro**

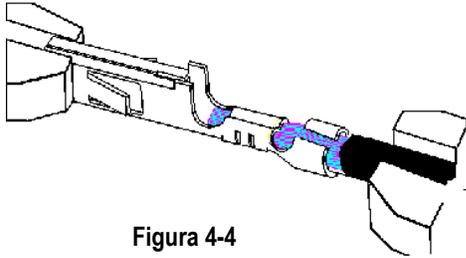


Figura 4-4

La prueba de fuerza de tiro es una manera rápida y destructiva de evaluar las propiedades mecánicas de una terminación engarzada.

Los resultados de las pruebas de fuerza de tiro fuera de los límites permisibles son buenos indicadores de problemas en el proceso. Los hilos cortados o mellados durante la operación de desforrado, falta de abocinamientos o de escobillas de conductores, o bien alturas de engarzado o herramientas erróneas reducirán el valor de los resultados de las pruebas de fuerza de tiro. Las propiedades y el trenzado del alambre, y el diseño del terminal (grosor del material y diseño del estriado) pueden también aumentar o reducir el valor de los resultados de los niveles de fuerza de tiro.

Si los resultados de la prueba de fuerza de tiro se encuentran dentro de los límites permisibles, ello será indicativo de que se aplicó la fuerza correcta de engarzado durante el proceso. Al efectuar un engarzado, es esencial aplicar suficiente fuerza para penetrar la capa de óxidos no conductivos que se pueden acumular en el conductor desforrado y en la superficie estañada en el

interior de la sujeción del terminal. Esto es necesario para lograr un buen contacto de metal con metal. Si esto no ocurre, puede aumentar la resistencia. El exceso de engarzado en una terminación engarzada reducirá el área circular del conductor y aumentará la resistencia.

■ **Altura de cierre**

Ésta es la distancia (medida en el centro inferior de una prensa), desde la placa base de montaje de la herramienta hasta el punto de conexión de la herramienta en el pistón de la prensa.

■ **Posición del terminal**

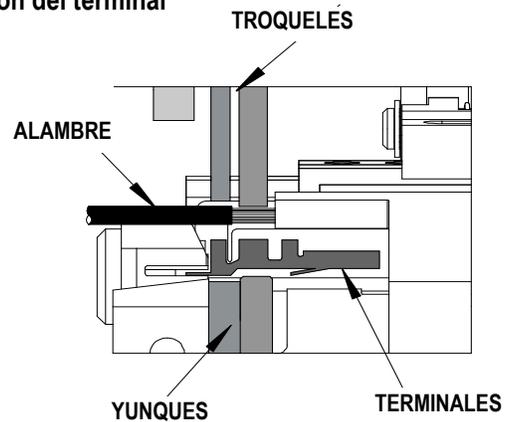


Figura 4-6

La posición del terminal se establece mediante la alineación del terminal respecto al troquel de conformado y los yunques, y la herramienta de corte de la tira portadora. El ajuste de la herramienta determina el abocinamiento del conductor, la longitud de la lengüeta de corte y las extrusiones del terminal.

**PLACA DE BASE DE LA PRENSA**

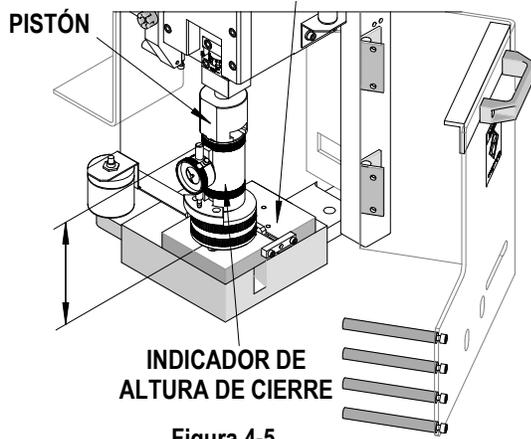


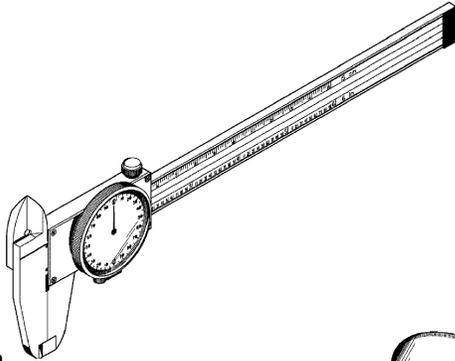
Figura 4-5

## SECCIÓN 5

### MATERIALES RELACIONADOS

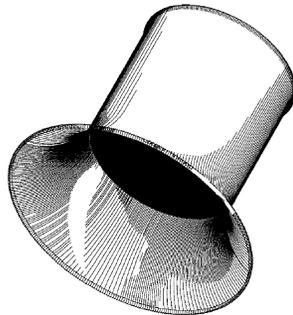
- **Calibrador**

Un indicador formado por dos cuchillas opuestas. Se usa para medir atributos dimensionales lineales.



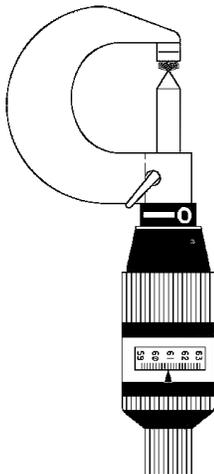
- **Lupa**

Ésta es una herramienta de aumento de imágenes, normalmente 10 veces o mayor, que se utiliza como ayuda en la evaluación visual del engarzado de una terminación.



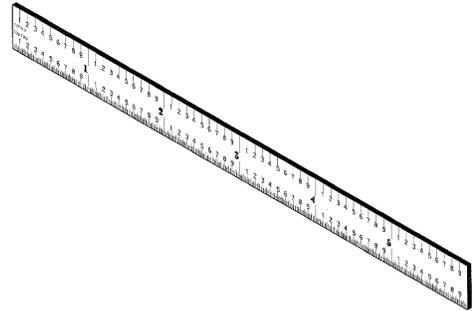
- **Micrómetro de engarzado**

Éste es un micrómetro diseñado específicamente para medir la altura del engarzado. La medición se realiza en el centro del engarzado para que el abocinamiento del conductor no afecte dicha medición. Tiene una hoja delgada que sostiene la parte superior del engarzado y una sección puntiaguda que determina la superficie radial (curvada) inferior.



- **Regla (escalímetro de bolsillo)**

Se utiliza para medir la longitud del abocinamiento, de la lengüeta de corte, de la escobilla del conductor, de la longitud de la tira y para calcular la posición del alambre. La resolución mínima recomendada es de 0.50 mm (0.020”).

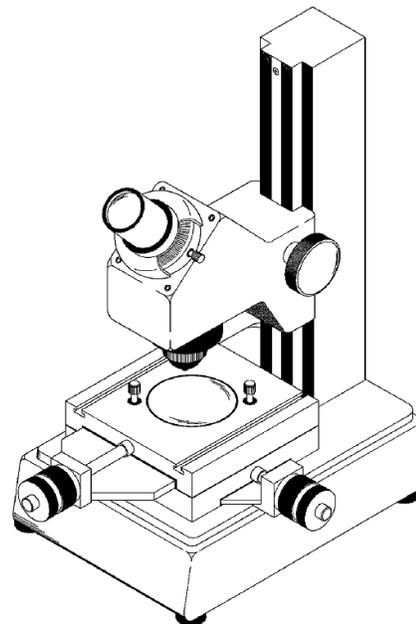


- **Probador de tiro**

Un dispositivo utilizado para determinar la resistencia mecánica de una terminación engarzada. La mayoría de las pruebas de tiro se realiza con un aparato que sujeta el alambre, lo hala a una velocidad especificada, y mide la fuerza por medio de una celda de carga. Un probador de tiro también puede ser algo tan sencillo como colgar del alambre pesos fijos durante un mínimo de un minuto.

- **Microscopio de fabricante de herramientas**

Éste se utiliza para realizar la evaluación visual cercana y la medición estadística del abocinamiento, de la lengüeta de corte, de la escobilla del conductor, de la posición del alambre y de la longitud de la tira.



## SECCIÓN 6

### PROCEDIMIENTOS

**Configuración de herramientas** (Consultar el diagrama de flujo de los procedimientos)

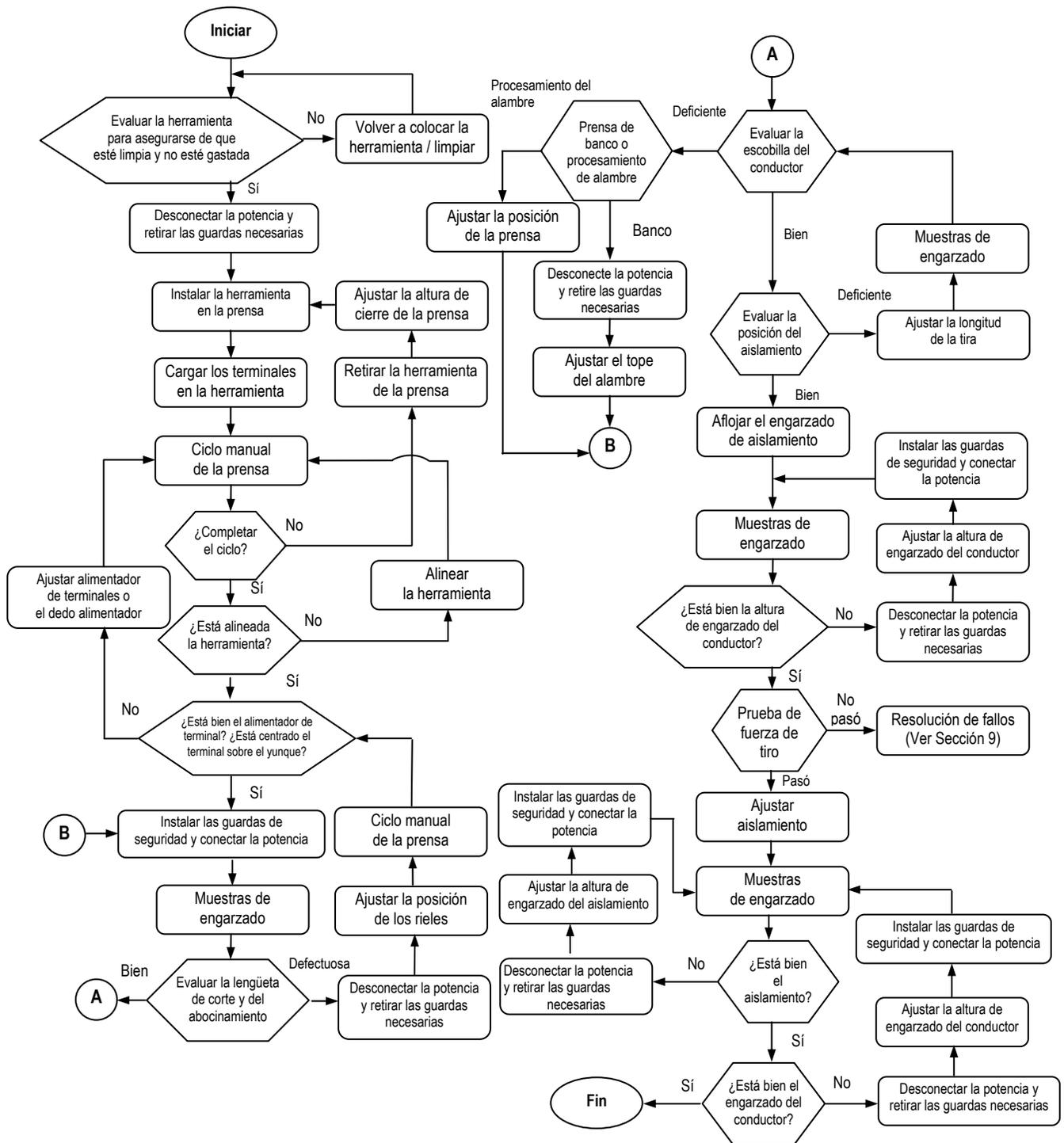
1. Verificar que la herramienta esté limpia y no esté gastada. Si fuese necesario, limpiar y reemplazar las herramientas gastadas.
2. Desconectar la alimentación eléctrica de la prensa y retirar los dispositivos de protección.
3. Instalar la herramienta apropiada en la prensa.
4. Cargar los terminales en la herramienta de manera que el primer terminal quede colocado sobre el yunque.
5. Ejecutar un ciclo manual de la prensa para asegurarse de que se pueda realizar un ciclo completo sin interferencias. Si no se pudiese completar el ciclo, retirar la herramienta y verificar la altura de cierre de la prensa. Pasar al procedimiento 3.
6. Verificar que la herramienta esté alineada. Inspeccionar la impresión en la parte inferior del engarzado que se estampó con la herramienta del yunque. Verificar que las extrusiones y el molde del engarzado estén centrados. De lo contrario, alinear las herramientas y pasar al procedimiento 5.
7. Verificar que el alimentador de terminales coloque el siguiente terminal sobre el centro de la herramienta del yunque. De lo contrario, ajustar el alimentador de terminales y el dedo alimentador y pasar al procedimiento 5.
8. Volver a instalar todos los dispositivos de seguridad que haya retirado durante la preparación. **(Observar todos los requisitos de seguridad especificados en los manuales individuales de la prensa o de la herramienta).**
9. Encender la máquina y realizar el engarzado de prueba de terminales.
10. Evaluar la longitud de la lengüeta de corte y el abocinamiento del conductor. Si fuese necesario realizar ajustes, desconectar la alimentación eléctrica de la prensa y retirar los protectores. Ajustar la posición

de los rieles. Efectuar un ciclo manual de la prensa y verificar la posición de alimentación del dedo alimentador; pasar al procedimiento 7.

11. Evaluar la escobilla del conductor. Si fuese necesario realizar ajustes, desconectar la alimentación eléctrica de la prensa y retirar los protectores. Ajustar el tope del alambre para aplicaciones de banco o la posición de la prensa en el equipo de procesamiento automático del alambre. Pasar al procedimiento 8.
12. Evaluar la posición del aislamiento. Si fuese necesario, ajustar la longitud de la tira, realizar nuevos engarzados de muestra, y pasar al procedimiento 11.
13. Aflojar la altura del engarzado del aislamiento.
14. Realizar el engarzado de terminales de prueba.
15. Medir la altura de engarzado del conductor y compararla con la especificación. Si fuese necesario, desconectar la alimentación eléctrica y retirar los protectores. Ajustar la altura de engarzado del conductor, instalar los protectores, conectar la alimentación eléctrica y pasar al procedimiento 14.
16. Llevar a cabo una prueba de fuerza de tiro. Si esta prueba fallase, consultar la resolución de fallos (Sección 9).
17. Ajustar el engarzado del aislamiento.
18. Realizar el engarzado de terminales de prueba.
19. Evaluar el engarzado del aislamiento. Si fuese necesario, desconectar la alimentación eléctrica y retirar los protectores. Ajustar la altura de engarzado del aislamiento, instalar los protectores, conectar la alimentación eléctrica y pasar al procedimiento 18.
20. Medir la altura de engarzado del conductor y compararla con la especificación. Si fuese necesario, desconectar la alimentación eléctrica y retirar los protectores. Ajustar la altura de engarzado del conductor, instalar los protectores, conectar la alimentación eléctrica y pasar al procedimiento 18.
21. Documentar las mediciones.

**Trabaje con seguridad en todo momento.**

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCEDIMIENTOS



## SECCIÓN 7

### MEDICIÓN

#### Prueba de fuerza de tiro

1. Corte el alambre a una longitud aproximada de 150 mm (6 pulg.)
2. Desforre 13mm (0.50") en un extremo, o una longitud suficiente para que no haya aislamiento de alambre debajo del engarzado del aislamiento, o afloje el engarzado del aislamiento de manera que no sujete el aislamiento del alambre.
3. Ajuste el terminal apropiado sobre el alambre a la altura nominal del engarzado.
4. Inspeccione visualmente el abocinamiento, la escobilla del alambre y los hilos cortados de la terminación.
5. Ajuste el probador de tiro a 254mm por minuto (1.00 pulg. por minuto). Para la mayoría de aplicaciones, un mayor índice de fuerza no tendrá un impacto significativo en los datos. Una velocidad menor impide la aplicación repentina de fuerza o de tirones que rompan los hilos. Verifique fuerzas de tiro mayores con datos tomados a 1.00 pulg. por minuto.
6. Si fuese necesario, haga un nudo en el extremo no terminado del alambre (si el aislamiento se desliza sobre el alambre).
7. Independientemente del tipo de probador de tiro, ambos extremos del alambre deben sujetarse firmemente. (Nota: Sujete la interfaz de contacto del terminal, no sujete el engarzado del conductor).
8. Inicie la prueba de tiro.
9. Registre las lecturas de fuerza de tiro. Es necesario realizar un mínimo de cinco mediciones de fuerza de tiro a fin de confirmar cada paso. Para la determinación de la capacidad del proceso, es necesario tomar un mínimo de 25 lecturas.
10. Compare la lectura mínima con la especificación para la mínima fuerza de tiro permisible.

Nota: Al engarzar dos alambres entre sí, es común que ocurra alta variabilidad y valores menores de  $C_{pk}$  (en la sección 8 se incluye una explicación de  $C_{pk}$ ). La variabilidad se debe a mayores variaciones en la escobilla del conductor, en el abocinamiento del conductor y menores hilos de un alambre en contacto con las estrías en el barril o cuerpo del terminal. El engarzado doble de alambre no se considera mejor que el más pequeño de los alambres engarzados. Si ambos alambres se engarzan y se halan juntos y al mismo tiempo se puede obtener lecturas más altas de fuerza de tiro. Al halar individualmente cada alambre,

se obtendrán lecturas de tiro mucho más bajas. Si ambos alambres son del mismo calibre, el alambre superior usualmente producirá una lectura menor que el alambre inferior debido a los efectos de las estrías en el terminal.

#### Tabla de alambres

Nota: La fuerza de tiro tiene únicamente una especificación mínima. Para los cálculos de  $C_{pk}$ , se supone que la lectura promedio es la nominal y se establece el límite superior especificado de manera que  $C_p$  y  $C_{pk}$  sean equivalentes. Las lecturas elevadas de fuerza de tiro que aumentan la desviación estándar pueden reducir el valor de  $C_{pk}$  incluso si se aumentan las lecturas media y mínima.

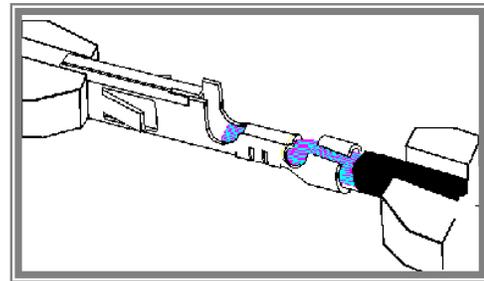
Valores de ensayo para la prueba de fuerza de tiro			
UL486A			
Calibre del conductor		Fuerza de tiro*	
AWG	mm <sup>2</sup>	Lbf	N
30	0.05	1.5	6.7
28	0.08	2	8.9
26	0.13	3	13.4
24	0.20	5	22.3
22	0.324	8	35.6
20	0.519	13	57.9
18	0.823	20	89.0
16	1.31	30	133.5
14	2.08	50	222.6
12	3.31	70	311.5
10	5.261	80	356.0
8	8.367	90	400.5

\*Consulte las especificaciones individuales

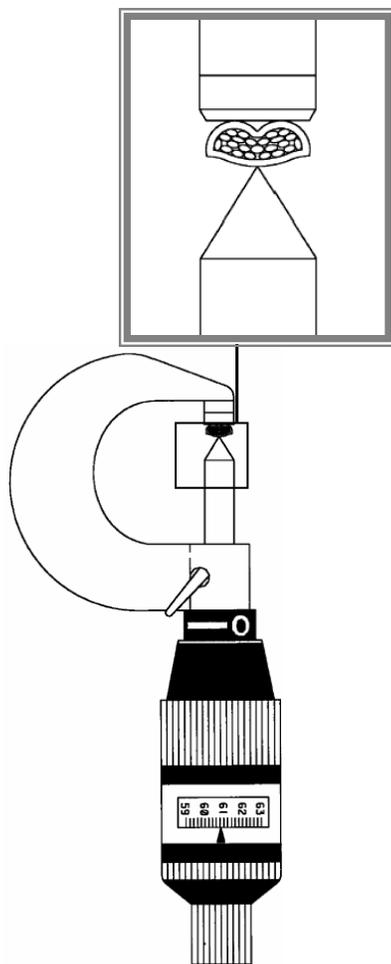
#### Prueba de altura del engarzado

1. Procedimiento completo de instalación de la herramienta.
2. Realice el engarzado de un mínimo de cinco muestras.
3. Coloque la hoja plana del micrómetro de engarzado a través del centro del radio doble del engarzado del conductor. No tome la medición cerca del abocinamiento del conductor.
4. Gire el cuadrante del micrómetro hasta que la punta haga contacto con la superficie radial (curvada) inferior. Si usa un calibrador, cerciórese de no realizar la medición en los puntos de extrusión del engarzado.
5. Registre las lecturas de altura de engarzado. Es necesario tomar un mínimo de cinco lecturas de altura de engarzado para conformar cada instalación. Para la determinación de la capacidad del proceso es necesario tomar un mínimo de 25 lecturas.
6. Verifique la altura de engarzado cada 250 a 500 partes durante la producción del lote.

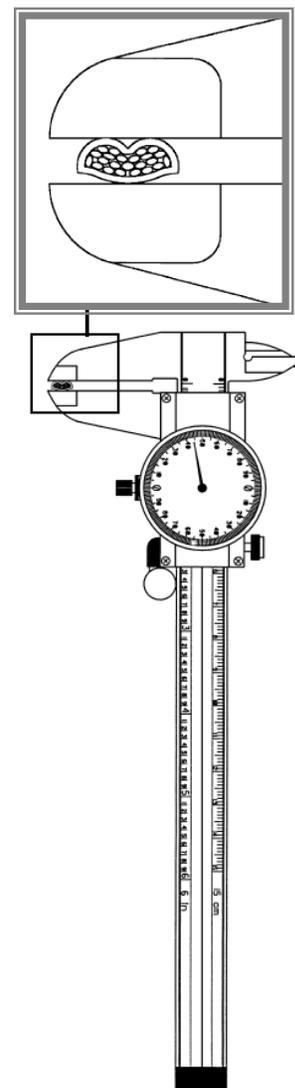
Nota: Usualmente, se llevan tablas de control de la altura de engarzado porque es una medición rápida, no destructiva y además es esencial para la fiabilidad eléctrica y mecánica de la terminación. Hay tres propósitos principales para la elaboración de las tablas de control. Primero, el número de muestras por instalación es normalmente pequeño, y su valor estadístico es limitado. Segundo, dado que las causas y efectos especiales en un proceso son irregulares e imprevisibles, es necesario tener una manera de registrar los cambios en el proceso tan pronto ocurran. Esto evita tener que desechar miles de terminaciones después de terminar de procesar el lote. Tercero, y más importante, los datos son necesarios para evaluar y mejorar el proceso de engarzado.



**Figura 7-1**  
PRUEBA DE TIRO



**Figura 7-2**  
MEDICIÓN DE LA ALTURA DE  
ENGARZADO CON MICRÓMETRO DE  
ENGARZADO



**Figura 7-3**  
MEDICIÓN DE LA ALTURA DE  
ENGARZADO CON UN  
CALIBRADOR

## SECCIÓN 8

### CONTROL DEL PROCESO DE ENGARZADO

El proceso de engarzado es la interacción entre un terminal, alambre, herramientas, personal, métodos y procedimientos, y atributos ambientales. Cuando este proceso está bajo control, producirá una terminación de calidad. El control de calidad es una parte importante del engarzado de calidad. Su ejecución no debería tomar demasiado tiempo de instalación o inspección y podría ahorrar miles de dólares a los fabricantes de arneses en posibles repasos de trabajo o repetición de fabricación.

La variabilidad es el cambio leve que ocurre de engarzado a engarzado. Existen dos tipos de variabilidad: común o especial. Las causas comunes de la variación afectan uniformemente al proceso y son el resultado de muchos orígenes pequeños. La variabilidad común es inherente a las tolerancias dentro de un carrete de alambre o de los terminales. La variabilidad común también se crea a consecuencia de las tolerancias naturales de las máquinas de pelado de alambres y de engarzado.

La reducción de la variabilidad a niveles comunes típicamente debe provenir de cambios al alambre, al terminal y en los procesos del fabricante de herramientas.

Las causas especiales de variación ocurren irregularmente y son imprevisibles. Si no se realizan inspecciones durante la producción de un lote, el aflojamiento de una herramienta después de los primeros cientos de engarzados o después de un atascamiento resultante de una herramienta dañada puede pasar inadvertido hasta que se produzcan miles de engarzados.

#### Capacidad del proceso

Antes de poner en producción una herramienta de engarzado nueva, Molex recomienda que cada cliente realice un estudio de capacidad, utilizando el alambre específico que se usará en su proceso. Un estudio de capacidad, el cual se basa en la suposición de una distribución normal (curva tipo campana), calcula la probabilidad de que una medición caiga fuera de los valores especificados.

Capacidad			
C <sub>pk</sub>	+/- Sigma	% Rendimiento	PPM*
0.67	2	95.45	45,500
1	3	99.73	2,699
1.33	4	99.99	63
1.67	5	99.99+	0.57
2	6	99.99++	0

\* PPM - Partes por millón (defectos potenciales).

Es necesario tomar una muestra mínima de 25 piezas del proceso de engarzado. Calcule el promedio y la desviación estándar para la muestra. El índice de capacidad se define mediante la fórmula que aparece más abajo. El valor de C<sub>p</sub> puede variar desde cero hasta infinito, donde un mayor valor indica un proceso de mayor capacidad. Un valor mayor de 1.33 se considera aceptable para la mayoría de aplicaciones. C<sub>p</sub> se calcula por medio de la fórmula siguiente.

$$\frac{\text{Tolerancia}}{6 \times \text{Desviación estándar}}$$

El índice C<sub>pk</sub> indica si el proceso producirá unidades dentro de los límites de tolerancia. El índice C<sub>pk</sub> tiene un valor equivalente a C<sub>p</sub> si el proceso se centra en el valor medio de la especificación; si C<sub>pk</sub> es negativo, la media del proceso está fuera de los límites de la especificación; si C<sub>pk</sub> se encuentra entre 0 y 1, entonces algunos de los valores 6-sigma caen fuera de los límites de tolerancia. Si C<sub>pk</sub> es mayor de uno, la distribución 6-sigma se encuentra completamente dentro de los límites de tolerancia. C<sub>pk</sub> se calcula con el valor menor de las fórmulas siguientes:

$$\frac{(\text{USL} - \text{Mediana})}{3 \times \text{Desviación estándar}} \quad \frac{(\text{Mediana} - \text{LSL})}{3 \times \text{Desviación estándar}}$$

USL = Límite superior de la especificación, LSL = Límite inferior de la especificación

Seis sigma es el objetivo de muchas compañías porque representa virtualmente cero defectos. La capacidad de una compañía de lograr un nivel seis-sigma depende de la magnitud de variabilidad común en su proceso. Por ejemplo: pelar a mano el alambre produce mayor variabilidad que una máquina para pelar el alambre; las herramientas manuales de engarzado producen mayor variabilidad que una prensa y dado, y las terminaciones de banco producen mayor variabilidad que una máquina de procesamiento de alambre.

Parte de la variabilidad en el engarzado resultará del tipo de instrumentos que se utilicen para medir las piezas y la capacidad del operador para repetir la medición. Un micrómetro de engarzado producirá mediciones más precisas que un calibrador de cuadrante. Un sistema automático de fuerza de tiro producirá mejores mediciones que una balanza tipo gancho. Es importante que el indicador de medición tenga una resolución suficiente.

Dos operadores pueden medir de manera diferente la misma pieza, o el mismo operador puede medir la pieza de manera diferente al utilizar dos tipos de calibradores. Molex recomienda realizar un estudio de capacidad de calibración

para identificar qué porción de la variabilidad proviene de los errores de medición. Los microterminales engarzados en alambres de calibres pequeños necesitan mantener límites estrechos de altura de engarzado para mantener la fuerza de tiro. La variabilidad proveniente de errores de medición puede mantener bajos los índices  $C_{pk}$ .

Es necesario reconfirmar la capacidad de las herramientas de engarzado si los datos de producción son significativamente diferentes a los del estudio de capacidad.

**Producción**

Antes de que la herramienta esté lista para la producción, es necesario establecer el nivel de capacidad. Muchos fabricantes de arneses realizan sólo unos pocos centenares o unos pocos millares de alambres a la vez. En este caso, no es práctico ni económico realizar pruebas de capacidad con 25 muestras con cada instalación de herramienta.

**Inspección visual**

Como procedimiento de operación estándar, el operador debe ventar manualmente cada haz de alambres engarzados e inspeccione visualmente el abocinamiento, la escobilla del conductor, la posición del aislamiento, la longitud de la lengüeta de corte y el engarzado del aislamiento.

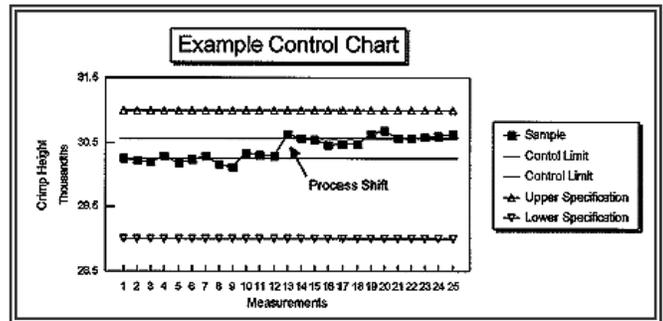
**Tablas de control**

Típicamente, se mantienen tablas de control de la altura de engarzado porque es una medición rápida, no destructiva y además es esencial para la fiabilidad eléctrica y mecánica de la terminación. La elaboración de tablas de control tiene tres propósitos principales. Primero, el número de muestras por instalación es usualmente pequeño, y su valor estadístico es limitado. Segundo, dado que las causas y efectos especiales en un proceso son irregulares e imprevisibles, es necesario tener una manera de registrar los cambios en el proceso tan pronto éstos ocurran. Esto evitará la necesidad de desechar miles de terminaciones después de terminar el procesamiento del lote. Tercero, y más importante, estos datos son necesarios para evaluar y mejorar el proceso de engarzado.

Después de instalar el proceso de engarzado y si no cambiase el calibre del alambre, mantenga una tabla de control para los cambios de color de alambre, cambios de

longitud de alambres, cambios en el material del terminal, o ajustes de la instalación. Registre el punto de datos en la tabla antes de realizar un ajuste de la altura del engarzado. Si se registran datos después de cada ajuste, el proceso seguramente asumirá el control y ofrecerá poca información para mejorar el proceso. El operador necesita apuntar en la tabla el máximo número posible de notas. La única manera realmente eficaz y económicamente sensata de administrar un proceso de manufactura consiste en entender, monitorear y reducir las fuentes de variabilidad que son inherentes al proceso mismo. Todo tiempo necesario para efectuar instalaciones o ajustes es improductivo.

¿Qué nos dice esta tabla de ejemplo?



**Tabla de X y R**

Límite de control para la muestra de 5 = Prom.  
(Prom. de 5 lecturas) + 0.577 x Prom. (Límites)

Ésta indica que ocurrió una desviación del proceso entre las mediciones 12 y 13. Este tipo de desviaciones podría ocurrir debido a cambios en el alambre, a cambios en los lotes de terminales, a un atoramiento en la máquina que causó daño a la herramienta, a cambios de operador, o a un ajuste al engarzado del aislamiento. Dado que las mediciones aún se encuentran dentro de la especificación, ¿detendría usted la producción para ajustar la altura del engarzado?

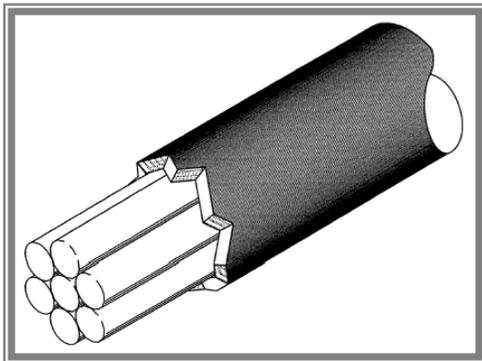
Una desviación en el proceso debida a un cambio en el material puede requerir el ajuste de la altura de engarzado. Una desviación después de un atoramiento no requiere un ajuste, sino una evaluación minuciosa de la herramienta. Una desviación en el proceso entre operadores no requiere un ajuste, sino una evaluación de la capacidad de medición. El propósito de una tabla de control es identificar qué causó la desviación en el proceso para determinar si es necesario realizar un ajuste al proceso.

## SECCIÓN 9

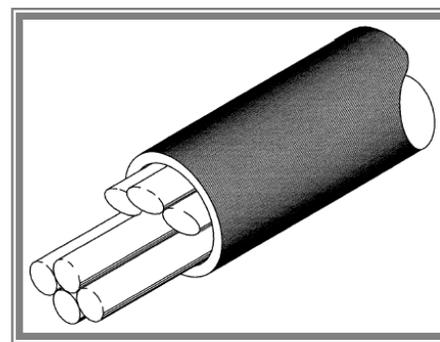
### RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

#### Preparación del alambre

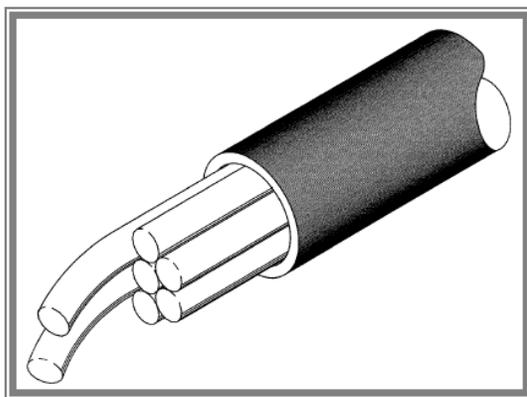
Síntoma	Causa	Solución
Corte irregular del aislamiento (Figura 9-1)	Herramienta gastada	Reemplace la herramienta
	Profundidad de corte del alambre muy superficial	Ajustar la profundidad de corte
Hilos cortados o mellados (Figura 9-2)	Herramienta dañada	Reemplace la herramienta
	Profundidad de corte excesiva	Ajustar la profundidad de corte
	El conductor no está en el centro del alambre	Contactar al proveedor del alambre
Hilos de conductor con corte irregular por tracción (Figura 9-3)	Herramienta gastada	Reemplace la herramienta
	Profundidad de corte del alambre muy superficial	Ajustar la profundidad de corte
Variabilidad excesiva de la longitud del alambre (Figura 9-4)	Rodillos/bandas de alimentación de alambre están gastados	Reemplazar bandas/rodillos
	El valor de durómetro del aislamiento es muy alto	Aumentar la presión de impulsión
	El enderezador de alambre está muy flojo o muy apretado	Ajustar el enderezador de alambre
Longitud errónea de alambre descubierto (Figura 9-4)	Instalación errónea	Volver a instalar la herramienta



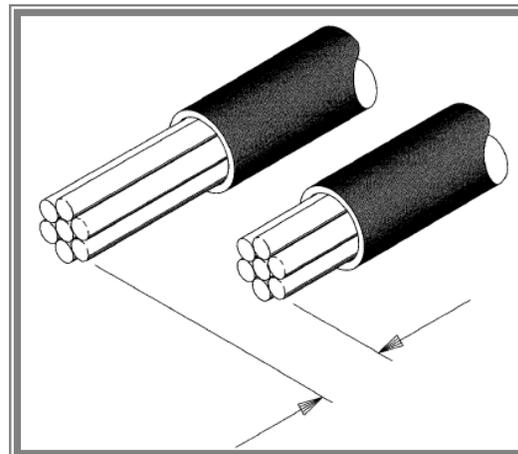
**Figura 9-1**  
CORTE IRREGULAR DEL AISLAMIENTO



**Figura 9-2**  
HILOS CORTADOS



**Figura 9-3**  
HILOS ESTIRADOS



**Figura 9-4**  
VARIABILIDAD DE LONGITUD DE ALAMBRE O  
LONGITUD ERRÓNEA DE DESFERRADO

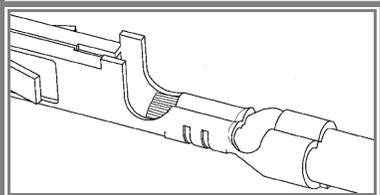
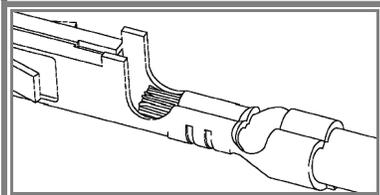
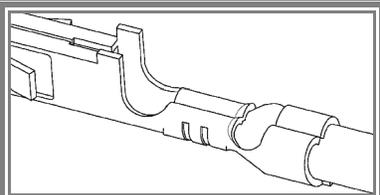
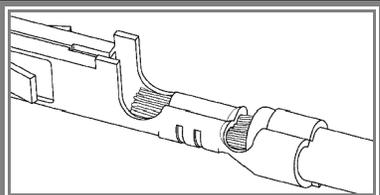
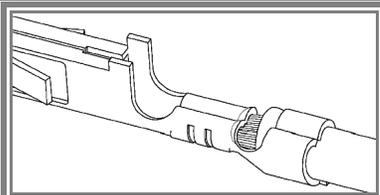
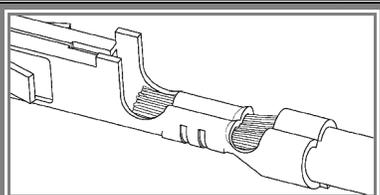
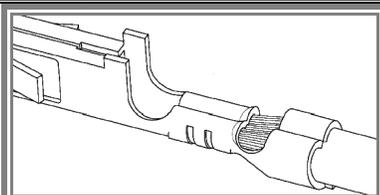
**Abocinamiento y longitud de corte de la lengüeta**

Síntoma	Causa	Solución
Baja fuerza de tiro (Figuras 9-6 y 9-7)	Abocinamiento excesivo, sin lengüeta de corte	Ajustar la posición de las guías para lengüetas de corte pequeñas
	Abocinamiento excesivo, lengüeta de corte correcta	Inspeccionar para detectar herramientas de troquelado gastadas o erróneas y reemplazarlas
Hilos cortados o mellados (Figura 9-8)	Sin abocinamiento o lengüeta de corte excesiva	Ajustar la posición de los rieles
		Verificar que no haya combaduras en la tira de terminales
Lengüeta de corte muy larga (Figura 9-9)	Buen abocinamiento y longitud excesiva de lengüeta de corte	Verificar que no esté gastado el troquel de corte y reemplazarlo si fuese necesario
		Verificar que no esté gastada la herramienta de troquelado, reemplazar y volver a ajustar los rieles de guía



**Posición de la escobilla del conductor y del aislamiento**

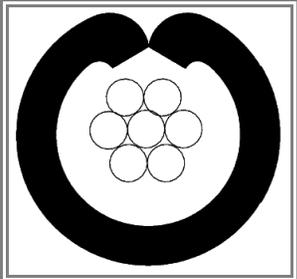
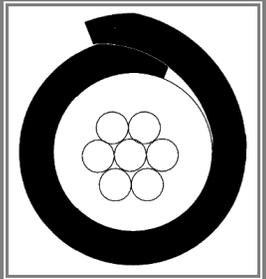
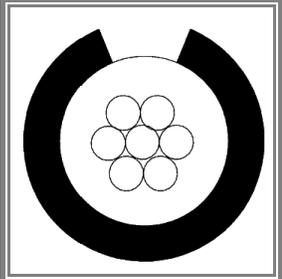
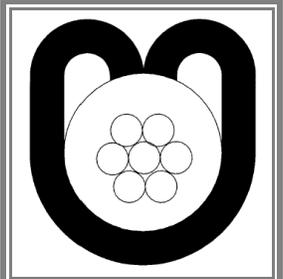
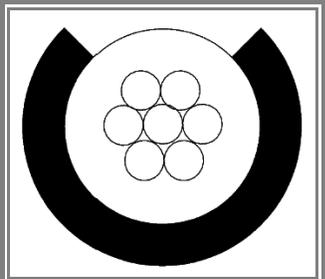
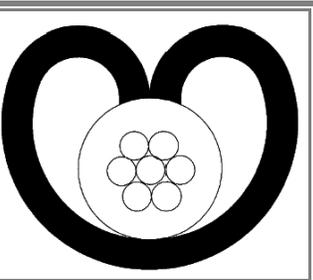
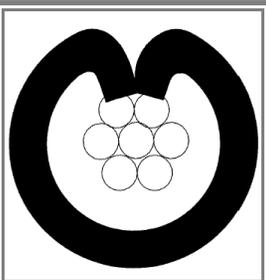
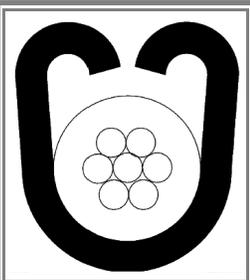
Síntoma	Causa	Solución
Aislamiento debajo del engarzado del conductor, escobilla adecuada del conductor (Figura 9-10)	La longitud de la tira es muy corta	Verificar la especificación, ajustar y aumentar la longitud de la tira
Aislamiento debajo del engarzado del conductor, longitud excesiva escobilla del conductor (Figura 9-11)	Engarzado de banco - posición del tope del alambre es errónea	Ajustar el tope del alambre al centro del área de transición
	Procesamiento de alambre – La posición de la prensa es errónea	Ajustar la posición de la prensa para alejarla del alambre
Aislamiento debajo del engarzado del conductor, corto o sin escobilla adecuada del conductor (Figura 9-12)	La longitud de la tira es muy corta	Verificar la especificación, ajustar y aumentar la longitud de la tira
		Volver a ajustar la posición de tope del alambre para aplicaciones de banco de trabajo O volver a ajustar la posición de la prensa para aplicaciones de procesamiento de alambre
Borde del aislamiento centrado en el área de transición, escobilla del conductor muy larga (Figura 9-13)	La longitud de la tira es muy larga	Verificar la especificación, ajustar y reducir la longitud de la tira
		Volver a ajustar la posición de tope del alambre para aplicaciones de banco de trabajo O volver a ajustar la posición de la prensa para aplicaciones de procesamiento de alambre
Borde del aislamiento centrado en el área de transición, escobilla del conductor muy corta (Figura 9-14)	La longitud de la tira es muy corta	Verificar que no haya herramientas de pelado de alambre gastadas
		Verificar la especificación, ajustar y aumentar la longitud de la tira
Borde del aislamiento centrado en el área de transición, escobilla del conductor muy corta (Figura 9-14)	La longitud de la tira es muy corta	Volver a ajustar la posición de tope del alambre para aplicaciones de banco de trabajo O volver a ajustar la posición de la prensa para aplicaciones de procesamiento de alambre
		Verificar la especificación, ajustar y reducir la longitud de la tira
Aislamiento debajo del engarzado del aislamiento, escobilla de conductor apropiada o larga (Figura 9-15)	La longitud de la tira es muy larga	Volver a ajustar la posición de tope del alambre para aplicaciones de banco de trabajo O volver a ajustar la posición de la prensa para aplicaciones de procesamiento de alambre
		Verificar la especificación, ajustar y reducir la longitud de la tira
Borde del aislamiento se encuentra debajo del engarzado del aislamiento, escobilla de conductor corta o ausente (Figura 9-16)	Engarzado de banco - posición del tope del alambre es errónea	Ajustar el tope del alambre al centro del área de transición
	Procesamiento de alambre – La posición de la prensa es errónea	Ajustar la posición de la prensa para alejarla del alambre
	Verificar la aptitud de los operadores para colocar alambres	Capacitación del operador, reducir la velocidad de engarzado

		
<p align="center"><b>Figura 9-10</b> AISLAMIENTO DEBAJO DEL ENGARZADO DEL CONDUCTOR, BUENA ESCOBILLA DEL CONDUCTOR</p>	<p align="center"><b>Figura 9-11</b> AISLAMIENTO DEBAJO DEL ENGARZADO DEL CONDUCTOR, ESCOBILLA MUY LARGA DEL CONDUCTOR</p>	
		
<p align="center"><b>Figura 9-12</b> AISLAMIENTO DEBAJO DEL ENGARZADO DEL CONDUCTOR, ESCOBILLA DEL CONDUCTOR MUY CORTA O INEXISTENTE</p>	<p align="center"><b>Figura 9-13</b> LA ESCOBILLA DEL CONDUCTOR ES MUY LARGA</p>	<p align="center"><b>Figura 9-14</b> LA ESCOBILLA DEL CONDUCTOR ES MUY CORTA</p>
		
<p align="center"><b>Figura 9-15</b> AISLAMIENTO DEBAJO DEL ENGARZADO DEL AISLAMIENTO, ESCOBILLA DEL CONDUCTOR MUY LARGA</p>	<p align="center"><b>Figura 9-16</b> AISLAMIENTO DEBAJO DEL ENGARZADO DEL AISLAMIENTO, ESCOBILLA DEL CONDUCTOR MUY CORTA</p>	

**Engarzado del aislamiento**

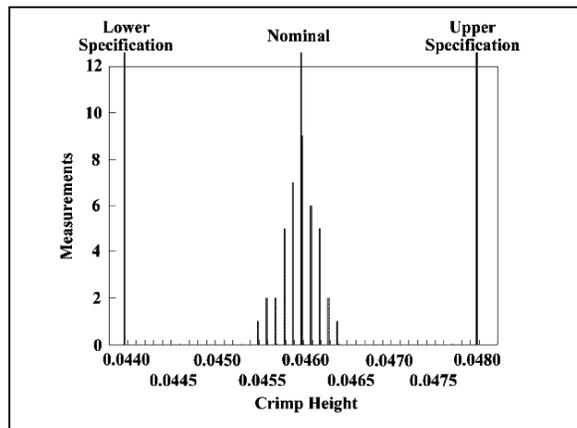
Síntoma	Causa	Solución
El terminal envuelve menos del 88% de un alambre de diámetro grande (Figura 9-21)	El engarzado está demasiado suelto, no hay suficiente cilindro de aislamiento en el terminal	Apretar la altura de engarzado del aislamiento. Evaluar el terminal
El terminal contacta menos del 50% de un alambre de diámetro pequeño (Figura 9-22)	Demasiado cilindro de aislamiento en el terminal	Evaluar el terminal
Los cilindros del engarzado del aislamiento cortan el aislamiento hasta llegar a los hilos del conductor (Figura 9-23)	El engarzado está demasiado apretado	Ajustar la altura* del engarzado del aislamiento.
El engarzado del aislamiento no sujeta firmemente el aislamiento, falla la prueba de doblez (Figura 9-24)	El engarzado está demasiado flojo	Apretar más la altura de engarzado del aislamiento

\* El engarzado del aislamiento no se puede ajustar con herramientas manuales de bajo costo. Las herramientas manuales están destinadas para aplicaciones de bajo volumen. Aunque no se puede ajustar el engarzado del aislamiento con herramientas manuales, un engarzado del aislamiento que perfora el aislamiento se puede considerar aceptable para muchas aplicaciones. Este criterio únicamente aplica a las herramientas manuales debido a su ciclo de engarzado de baja velocidad. Si el engarzado del aislamiento perfora el aislamiento, los hilos del alambre tienden a moverse hacia un lado sin sufrir daño.

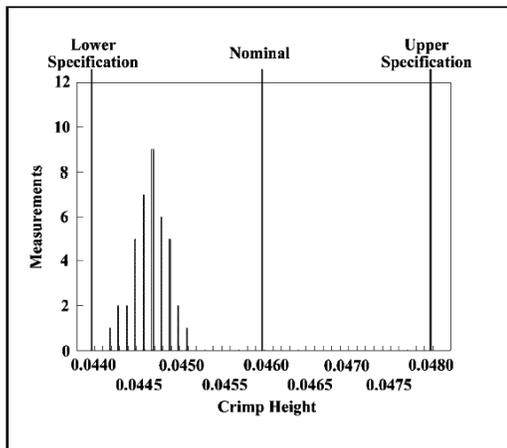
		
<b>Figura 9-17</b> ENGARZADO PREFERIDO DEL AISLAMIENTO	<b>Figura 9-18</b> ENGARZADO PREFERIDO DEL AISLAMIENTO	<b>Figura 9-19</b> ENGARZADO ACEPTABLE DEL AISLAMIENTO
		
<b>Figura 9-20</b> ENGARZADO ACEPTABLE DEL AISLAMIENTO		<b>Figura 9-21</b> ENGARZADO MARGINAL DEL AISLAMIENTO
		
<b>Figura 9-22</b> ENGARZADO MARGINAL DEL AISLAMIENTO	<b>Figura 9-23</b> ENGARZADO MARGINAL DEL AISLAMIENTO	<b>Figura 9-24</b> ENGARZADO MARGINAL DEL AISLAMIENTO

**Altura de engarzado**

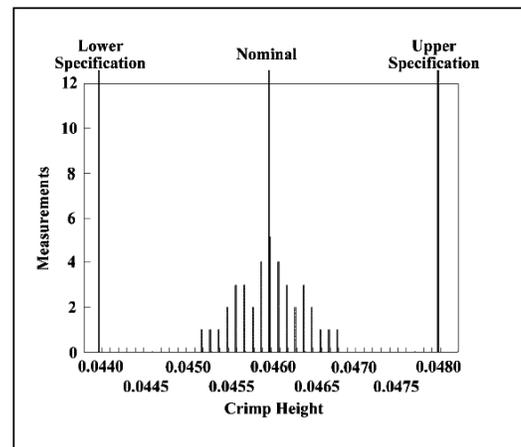
Síntoma	Causa	Solución
Altura de engarzado fuera de límites (Figura 9-26)	Se cambió el tipo de alambre, de proveedor o de trenzado	Ajustar la herramienta de acuerdo con la especificación
	Se cambió el color o el durómetro	
	Se cambió la herramienta de engarzado	
	Se cambió la presión de engarzado (altura de cierre)	
	Se cambió el tipo de prensa (fabricante)	
	Se cambió el carrete de terminales (código de lote)	
	Se cambió la configuración de la herramienta	
La variabilidad de la altura de engarzado es excesiva (Figura 9-27)	La herramienta está dañada o gastada	Reemplazar la herramienta
	Variabilidad del alambre	Inspeccionar el producto entrante
	Variabilidad del terminal	
	La herramienta está dañada, floja o gastada	Reemplazar o apretar la herramienta
	Error de medición	Análisis de capacidad de calibración
	El resorte del terminal es demasiado grande, engarzado excesivo	Ajustar la altura de engarzado
Hilos de alambre cortados o faltantes	Ajustar el proceso de pelado de alambre	



**Figura 9-25**  
TABLA DE ALTURA ÓPTIMA DE ENGAZADO



**Figura 9-26**  
ALTURA DE ENGAZADO FUERA DE NORMA



**Figura 9-27**  
VARIABILIDAD MUY ELEVADA DE LA ALTURA DE ENGAZADO

**Fuerza de tiro**

Sintoma	Causa	Solución
El alambre se rompe antes de que se engarce el conductor - fuerza de tiro baja (Figura 9-29)	Hilos cortados o mellados	Verificar el proceso de pelado de cables
	La altura de engarzado es demasiado baja	Ajustar la altura de engarzado
	Abocinamiento pequeño o inexistente	Ajustar los rieles guía de la herramienta
	El engarzado del aislamiento pasa a través de la pared de aislamiento	Elevar la altura de engarzado del aislamiento
El alambre se desprende del engarzado del conductor - fuerza de tiro muy baja (Figura 9-29)	La altura de engarzado es demasiado alta	Ajustar la altura de engarzado
	La escobilla del conductor es muy corta o inexistente	Aumentar la longitud de la tira
	El abocinamiento del conductor es demasiado grande	Ajustar los rieles guía de la herramienta
	Aplicación de terminal dorada	Evaluar la aplicación del terminal
	El grosor del terminal es demasiado pequeño	
	Estrías leves en el terminal	Contactar al ingeniero de ventas en su localidad

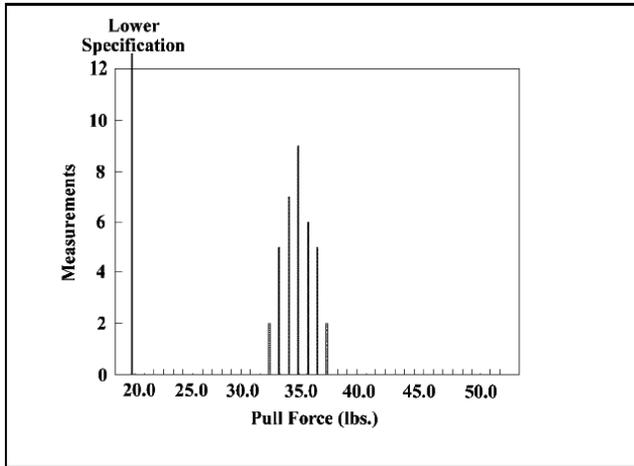


Figura 9-28  
TABLA DE FUERZA DE TIRO ÓPTIMA

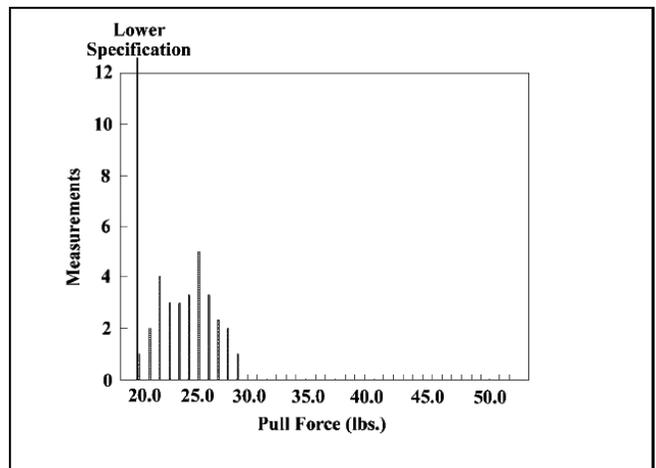


Figura 9-29  
TABLA DE FUERZA DE TIRO BAJA

## SECCIÓN 10

Tabla de calibres de alambres

AWG	Área del alambre		Trenzado		Diámetro del alambre		Circular	Ruptura del alambre	
	mm <sup>2</sup>	pulg. <sup>2</sup>	No.	Diá.	mm	Pulg.	Mills	N	Lbf
8	8.302	.01287	1	.1280	3.25	.128	16384	2175.00	489.0
8	7.820	.01212	19	.0285	3.68	.145	15433	2048.72	460.6
8	7.955	.01233	49	.0179	3.73	.147	15700	2084.21	468.6
8	8.605	.01334	133	.0113	3.73	.147	16983	2254.49	506.9
8	8.513	.01319	168	.0100	3.73	.147	16800	2230.22	501.4
8	8.424	.01306	665	.0020	3.73	.147	16625	2206.99	496.2
10	5.261	.00816	1	.1019	2.59	.102	10384	1378.44	309.9
10	4.740	.00735	37	.0159	2.92	.115	9354	1241.75	279.2
10	5.006	.00776	49	.0142	2.95	.116	9880	1311.63	294.9
10	5.320	.00825	105	.0100	2.95	.116	10500	1393.89	313.4
12	3.308	.00513	1	.080	2.05	.081	6529	866.69	194.8
12	3.632	.00563	7	.0320	2.44	.096	7168	951.56	213.9
12	3.085	.00478	19	.0179	2.36	.093	6088	808.16	181.7
12	3.294	.00511	65	.0100	2.41	.095	6500	862.88	194.0
12	3.3118	.00514	165	.0063	2.41	.095	6549	869.37	195.5
14	2.082	.00323	1	.0641	1.63	.064	4109	545.45	122.6
14	2.270	.00352	7	.0253	1.85	.073	4481	594.81	133.7
14	1.941	.00301	19	.0142	1.85	.073	3831	508.59	114.3
14	2.078	.00322	41	.0100	1.85	.073	4100	544.28	122.4
14	2.112	.00327	105	.0063	1.85	.073	4167	553.24	124.4
16	1.308	.00203	1	.0508	1.30	.051	2581	342.58	77.0
16	1.433	.00222	7	.0201	1.52	.060	2828	375.43	84.4
16	1.229	.00191	19	.0113	1.47	.058	2426	322.07	72.4
16	1.317	.00204	26	.0100	1.50	.059	2600	345.15	77.6
16	1.307	.00203	65	.0063	1.50	.059	2580	342.48	77.0
16	1.330	.00206	105	.0050	1.47	.058	2625	348.47	78.3
18	.823	.00128	1	.0403	1.02	.040	1624	215.60	48.5
18	.897	.00139	7	.0159	1.22	.048	1770	234.93	52.8
18	.811	.00126	16	.0100	1.19	.047	1600	212.40	47.8
18	.963	.00149	19	.0100	1.24	.049	1900	252.23	56.7
18	.825	.00128	41	.0063	1.19	.047	1627	216.03	48.6
18	.823	.00128	65	.0050	1.19	.047	1625	215.72	48.5
20	.519	.00080	1	.0320	.81	.032	1024	135.94	30.6
20	.563	.00087	7	.0126	.97	.038	1111	147.53	33.2
20	.507	.00079	10	.0100	.89	.035	1000	132.75	29.8
20	.616	.00096	19	.0080	.94	.037	1216	161.43	36.3
20	.523	.00081	26	.0063	.91	.036	1032	136.99	30.8
20	.519	.00081	41	.0050	.91	.036	1025	136.07	30.6
22	.324	.00050	1	.0253	.64	.025	640	84.97	19.1
22	.355	.00055	7	.0100	.76	.030	700	92.93	20.9
22	.382	.00059	19	.0063	.79	.031	754	100.11	22.5
22	.329	.00051	26	.0050	.76	.030	650	86.29	19.4
24	.205	.00032	1	.0201	.61	.024	404	53.63	12.1

AWG	Área del alambre		Trenzado		Diámetro del alambre		Circular	Ruptura del alambre	
	mm <sup>2</sup>	pulg. <sup>2</sup>	No.	Diá.	mm	Pulg.	Mills	N	Lbf
24	.227	.00035	7	.0080	.58	.023	448	59.47	13.4
24	.201	.00031	10	.0063	.61	.024	397	52.69	11.8
24	.241	.00037	19	.0050	.58	.023	475	63.06	14.2
24	.200	.00031	41	.0031	.58	.023	394	52.31	11.8
26	.128	.00020	1	.0159	.40	.016	253	33.56	7.5
26	.141	.00022	7	.0063	.53	.021	278	36.88	8.3
26	.127	.00020	10	.0050	.51	.020	250	33.19	7.5
26	.154	.00024	19	.0040	.48	.019	304	40.36	9.1
28	.080	.00012	1	.0126	.32	.013	159	21.08	4.7
28	.089	.00014	7	.0050	.38	.015	175	23.23	5.2
28	.093	.00014	19	.0031	.41	.016	183	24.24	5.4
30	.051	.00008	1	.0100	.25	.010	100	13.28	3.0
30	.057	.00009	7	.0040	.30	.012	112	14.87	3.3
30	.060	.00009	19	.0025	.30	.012	118	15.64	3.5
32	.032	.00005	1	.0080	.20	.008	64	8.50	1.9
32	.034	.00005	7	.0031	.20	.008	67	8.93	2.0
32	.039	.00006	19	.0020	.23	.009	76	10.09	2.3

Oficina principal para el  
continente americano  
Lisle, Illinois 60532 EE.UU.  
1-800-78MOLEX  
amerinfo@molex.com

Oficinas principales para la  
Región Norte del Lejano Oriente  
Yamato, Kanagawa, Japón  
81-462-65-2324  
feninfo@molex.com

Oficinas principales para la  
Región Sur del Lejano Oriente  
Jurong, Singapur  
65-6-268-6868  
fesinfo@molex.com

Oficinas principales para  
Europa  
Munich, Alemania  
49-89-413092-0  
eurinfo@molex.com

Oficinas corporativas  
principales  
2222 Wellington Ct.  
Lisle, IL, 60532, EE.UU.  
630-969-4550  
Fax: 630-969-1352

Visite nuestro sitio Web en <http://www.molex.com>