

# APLICACIONES CASUCCI

## Selección de uniones para tubos en instrumentación de procesos

### Introducción

En este trabajo nos ocuparemos específicamente de las uniones utilizadas en el campo del control automático de procesos industriales. No ya considerando la presión, temperatura y otras variables, sino el modelo o diseño más adecuado que permita, dando prioridad a la seguridad, mejorar el resultado de los sistemas y prevenga y reduzca al mínimo los tiempos de mantenimiento o de reparación por defectos.

### Objetivo del trabajo

El propósito es ayudar a la selección de las uniones más adecuadas a cada aplicación en la instrumentación de sistemas de medición y control de procesos industriales y reparar brevemente las técnicas y normas elementales para la preparación y montaje de las uniones para tubos.

### Consideraciones

Como en muchas otras tecnologías, los dos o tres líderes del mercado tienen una experiencia y conocimiento que es difícil de igualar por otros productores. Sus diseños han sido probados en gran variedad de industrias y aplicaciones y todavía suelen ocurrir problemas, debido a que hay factores claves sobre los cuales los fabricantes de uniones pueden tener poco control. Ellos son, principalmente: el nivel del conocimiento del instalador y la calidad de

los tubos con los que son instaladas las uniones.

El uso eficiente de uniones para tubos en instrumentación y en aplicaciones relacionadas con procesos, requiere un buen conocimiento de los fundamentos básicos de funcionamiento de las mismas y de los temas que pueden afectar la eficiencia de las uniones y del montaje de las mismas en los tubos.

Una conexión segura, libre de fugas, comienza con el almacenaje y manipuleo de los tubos y termina con el proceso de post inspección. Grabando en la mente del instalador los fundamentos del montaje de las uniones para tubos y las razones de las fallas y combinando esto con una amigable relación con el usuario, la mayor parte, si no la totalidad, de las fallas en uniones para tubos serán eliminadas.

### Importante

Se obtendrán los mejores resultados con las uniones para tubos si, y sólo si, el tubo hace un adecuado contacto con el asiento interior de la boca de unión. Si esto no se produce las fuerzas que por la tuerca se transmiten a las virolas para efectuar los cierres no encontrarán un par antagónico y los cierres no se producirán.

### ¿Qué decisión: Una o dos virolas?

Los productores líderes que com-

parten el mercado estuvieron, en un principio, divididos en dos distintos diseños, con una sola virola o con doble virola, para el sellado y la retención del tubo.

La conveniencia entre la utilización de los diseños de virola única o de doble virola es un tema que ha sido largamente debatido entre los productores de uniones, con argumentos en pro y en contra de ambos sistemas.

Avanzando el tiempo los mayores fabricantes optaron por fabricar uniones de ambos estilos.

Con respecto a las uniones de virola única se hacen resaltar las ventajas de la simplicidad del sistema y el reducido riesgo de errores durante el armado y el reemplazo de la virola.

En cuanto a las uniones de doble virola se hace resaltar la importancia de las funciones separadas: una virola responsable de la retención del tubo y la otra responsable del sellado, como también de lo concerniente a la seguridad resultante del hecho de que la virola única, usando las mismas instrucciones de montaje, inducirá un mayor "stress" en el diámetro exterior del tubo, al tiempo que una mayor inducción de "torque" al tubo y también una mayor restricción en el diámetro interior del tubo, como se muestra en las figuras siguientes.

### ¿Qué funciones tienen las uniones para tubos?

Las funciones básicas de una unión son el sellado y la retención del tubo.

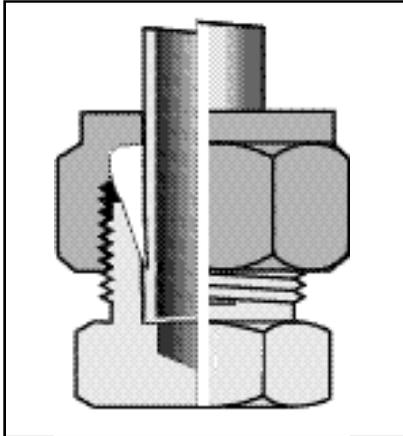


Figura 1

### Sellado

#### Virola única

El sistema de virola única cumple con ella ambas funciones: retiene y sella. Tanto el sellado como la retención del tubo se producen en el borde frontal interior de la virola al igual que los diseños basados en las normas SAE J-514-I o DIN 2353 (figura 1 y ver detalle en la figura 3).

#### Doble virola

El diseño de doble virola divide entre éstas esas funciones: la virola frontal sella y contribuye a la retenida del tubo y la trasera retiene el tubo, "mordiéndolo" como si fuera un diseño de simple virola a la altura de contacto entre la virola frontal y la contra virola. El sellado se obtiene en dos áreas: a) el diámetro exterior del tubo y el borde interior de la virola frontal; y b) borde exterior de la virola frontal (compresión) y la boca del cuerpo del la unión (figura 2 y ver detalle en la figura 4)

### Retención o "mordida"

#### Virola única

En el sistema de virola única, la retención se produce en el borde frontal in-

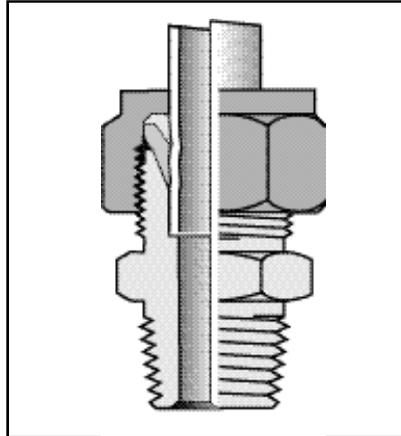


Figura 2

terior de la virola (el mismo punto donde ocurre el sellado) (figura 3).

#### Doble virola

La retención se produce en dos áreas: 1) el borde frontal interior de la virola trasera, con la mordida general del contorno del tubo; y 2) el borde interior de la virola delantera, actuando sobre la completa superficie externa (compresión), además de otras ventajas características (figura 4).

Muchos fabricantes incluyen en sus diseños un tercer cierre que se produce en el punto de contacto del extremo del tubo con el fondo del asiento de la boca de unión. Una prominencia en forma de punta se insertará en la pared del tubo produciendo así otro punto de cierre (figura 5).

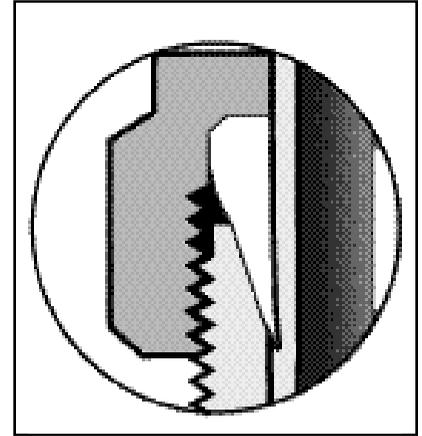


Figura 3

### Uniones y tubos.

#### Problemas más comunes.

La mayor parte de los problemas con los tubos y las uniones por lo general se deben a:

- Selección de los tubos y de las uniones.
- Procedimientos de instalación.
- Diseño del sistema.

Los problemas más comunes con las uniones son:

- El tubo es expulsado de la unión.
- Fugas.
- Daños resultantes de un sobre apretado o de falta de suficiente apretado (esto último suele ser más común, especialmente con las uniones de acero inoxidable).

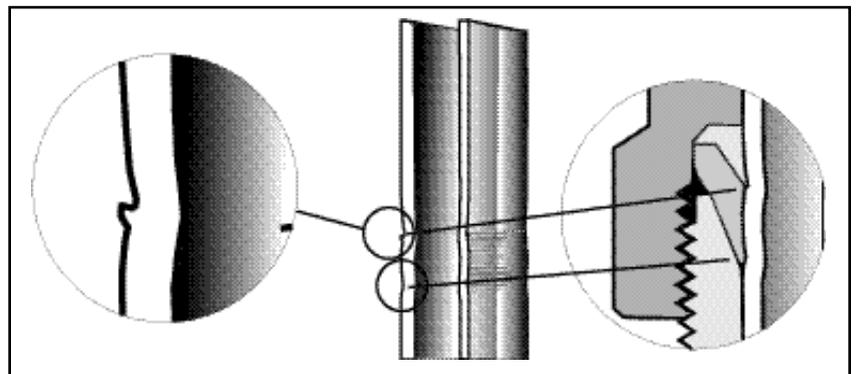


Figura 4

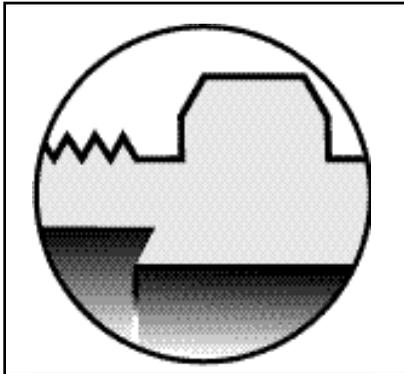


Figura 5

### Elección de un "estándar" general para las uniones de una planta

Una práctica aconsejable es elegir un "estándar" de unión para la planta. Un "estándar" de unión para la planta bien estudiado debe orientar la selección del diseño de la unión al fin de obtener, primordialmente, un servicio seguro y, secundariamente, el menor costo operativo final.

La selección y utilización del diseño más apropiado y efectivo requiere el conocimiento de cómo trabaja una unión para tubos, como así también de cuáles deben ser los criterios primarios y cuáles los secundarios para la selección del "estándar".

La elección de cuál diseño debe ser elegido como "estándar" para toda la planta o para parte de ella o para una aplicación especial, debe tener en cuenta principalmente la seguridad, la vida del producto (especialmente cuántas veces puede ser desarmado y rearmado) y el costo final operativo.

La selección como "estándar" entre los dos diseños debiera estar basada en la amplitud de las aplicaciones en la planta, conjuntamente con la naturaleza de esas aplicaciones. Parcialmente por las razones antes mencionadas, algunos usuarios han elegido utilizar uniones de virola única en lo que ellos denominan "servicios no críticos" y utilizar uniones de doble virola en aplicaciones "críticas".

La definición de "crítica" o "no crítica" es diferente según cada usuario y es factor común entre ellos la intolerancia a las pérdidas. Un tipo de unión que en las condiciones de utilización en una determinada aplicación pueda causar pérdidas o fugas no podrá ser elegido como "estándar" de fábrica o de aplicación.

### Facilidad de instalación

*El simplificar las instrucciones de montaje podrá hacer parecer al usuario que tendrá menores problemas potenciales de instalación*

La instalación de uniones para tubos es diferente a toda otra tecnología o práctica para la unión de cañerías. Una correcta instalación de uniones para tubos está basada en la geometría de sus componentes. En cambio, las uniones roscadas y las abocardadas (flare) están basadas en los "sentidos humanos", que determinan cuándo se ha "hecho" la unión.

Las uniones roscadas son apretadas, generalmente, hasta que "parezca" suficiente y las flare igualmente o, en el mejor de los casos, hasta un valor de torque especificado, generalmente sin tener en cuenta la plasticidad o la dureza del tubo.

En las instalaciones de uniones para tubos ha devenido en una práctica común en "el campo" el apretar la unión hasta que se "considere" bien apretada. Esta aproximación, de todos modos, llevará a incrementar el consumo en muchos diseños de fittings a causa del "sobrepapado" resultante.

Es también un hecho que muchos fabricantes de fittings tienen diferentes instrucciones de montaje para diferentes dimensiones de fittings.

Posibles confusiones en los detalles pueden causar que algunas uniones queden "sobrepapadas" y otras no suficientemente apretadas. Algunas veces (o generalmente), los instaladores estiman que "un poco más apretado" es mejor, prevaleciendo así, nuevamente, los problemas por "sobrepapado".

### Fácil de usar

Esta es la razón por la cual muchos usuarios han elegido el diseño de una sola virola. Con una única virola hay menos partes que armar y menor preocupación en asegurar que los componentes sean montados correctamente. El hecho es que, de todos modos, algunos fabricantes de fittings de doble virola han desarrollado herramientas (dispositivos), productos y sistemas e instrucciones de armado que simplifican y hacen mucho más seguro el armado. Los productos montados con estas herramientas y de acuerdo a estas instrucciones son menos propensos a los errores de instalación que los de una sola virola.

La capacitación y el entrenamiento son ciertamente elementos importantes en la reducción de todo lo concerniente a defectos al pasar del uso del diseño de una sola virola al de doble virola. El hecho es que, de todos modos, la simplicidad de uso del diseño de una sola virola no es una justificación para adoptarlo, por ser más importantes la seguridad y la eficiencia.

### Identificación del material

Este es un importantísimo factor que permite tanto la identificación de los materiales de construcción como la tratabilidad de la fuente de la materia prima.

La tratabilidad es una consideración importante de seguridad que permite determinar los orígenes de una posible falla. Permite, tanto al fabricante como al usuario, determinar fácilmente donde está el origen de la falla y el responsable de la misma.

### Intercambiable

Este es, probablemente, el tema más controvertido en el mercado de las uniones para tubos. Algunos fabricantes opinan en contra de esto, al tiempo que otros lo aprueban bajo

ciertas condiciones. Lo ideal sería poder llegar a un mundo en el cual haya un completo y bien definido arsenal de normas para todos los componentes de un equipo o sistema. Un buen y exhaustivo control durante el cambio de los productos de un fabricante por los de otro, típicamente lleva a encontrar razones para aceptar o para desaconsejar el cambio.

### Factores técnicos importantes del intercambio

Presumiendo que cada fabricante haga sus virolas para un cierre efectivo con sus propios cuerpos de unión, hay 5 áreas que conciernen a la intercambiabilidad:

1) Los 20° desde el eje de la perforación o un cono de 40° en el cuerpo de la unión cuyo eje coincida con el eje de la perforación para el tubo en el cuerpo de la unión, han llegado a ser un "standard" para las uniones para tubos "grado instrumentación" (figura 6) (Es de considerar que otros sistemas de cierre con virola utilizan 24°, ver SAE J 514 o DIN 2353)

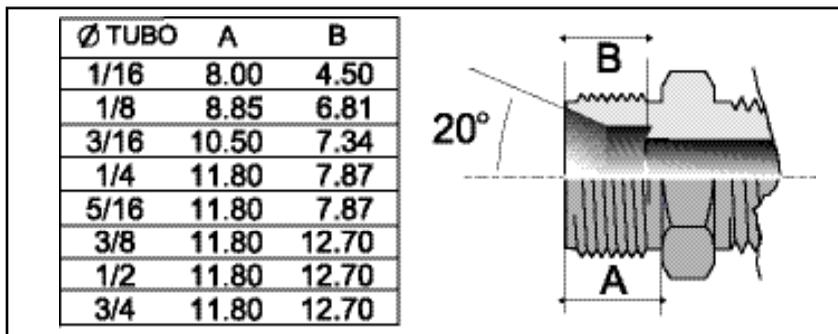


Figura 6

2) El diámetro de la perforación para el tubo se determina en base a las normas ASTM A-269 o A-450, que estipulan las tolerancias del Ø exterior del tubo a utilizar.

3) La profundidad de la perforación que albergará el tubo es crítica para la intercambiabilidad. Si la profundidad no es la misma, la virola que apoya en el ángulo del cono puede o no hacer un buen sellado, al tiempo que la presión de la tuerca sobre el borde superior de la virola puede hacer deslizar las virolas sobre el tubo y deteriorar la "retenida".

4) Las roscas cilíndricas de las bocas de unión, que han sido normalizadas para cada diámetro de tubo, ya han llegado a ser "estándares" industriales.

5) La dimensión de la profundidad del cono en el cuerpo de la unión es crítica para el sellado.

También es importante comprender la diferencia entre intercambio y mezcla:

- **Intercambio** - Es la posibilidad de utilizar el conjunto de la tuerca y la o las virolas de un fabricante en los cuerpos de otros fabricantes. A este fin conciernen las cinco áreas antes descritas.

- **Mezcla** - El intercambio adicional de tuercas y virolas separadamente entre uniones de distintos fabricantes. Hay más de 25 puntos que hay que tener en cuenta para asegurar la mezcla.

Dependiendo del diseño, algunos fabricantes garantizan tanto la intercambiabilidad como la mezcla de sus productos, mientras que otros sólo garantizan la intercambiabilidad.

### Otros factores a tener en cuenta:

- La mezcla es posible solamente si el usuario dispone en el sitio de un stock de partes nuevas de ambas uniones.
- Algunos fabricantes proveen certificados de garantía de intercambiabilidad.
- El establecimiento de normas locales apropiadas a largo plazo reducirá efectivamente el riesgo/costo funcional asociado.
- El costo funcional es minimizado con los productos de un fabricante que comprenda que potencialmente puede ocurrir el intercambio y cuidar los resultados del intercambio con garantía, herramientas y capacitación del usuario.
- ¿Tienen ellos lo que necesito? Conjuntamente con su línea general normal, ¿puede el fabricante ofrecer todos los componentes y configuraciones de componentes necesarios para satisfacer los requerimientos de la planta?

Como en otras tecnologías, los líderes que comparten el mercado ofrecen una idéntica gama de productos. Algunas veces puede haber una diferencia, pero es típico que esto pueda ser fácilmente advertido. Un punto importante es la facilidad de obtención de las aleaciones adecuadas, pero, en realidad, los líderes del mercado informan bien sobre el tema, particularmente donde hay buenas comunicaciones y un buen planeamiento.

La selección del diseño adecuado y del fabricante correcto es la clave para desarrollar un "estándar" que cubra las necesidades locales.

## Recomendaciones para el almacenaje y el manejo de los tubos

- Pedir al vendedor que los tubos sean despachados dentro de tubos protectores.
- Nunca dejar los tubos en el suelo; pueden producirse rayaduras y también daños causados por las uñas de los elevadores.
- Envuelva con elementos blandos los brazos de los racks y los otros probables lugares de contacto de los tubos con los racks.
- Nunca combine caños y tubos en los mismos brazos.
- Cortar los tubos largos en el rack o en el negocio para prevenir el arraste.
- Inspeccione los tubos antes de usarlos. De ser necesario, corte las secciones con rayaduras visibles.

## Instalación

El factor independiente que contribuye a fallas de uniones para tubo es una instalación incorrecta. Como en muchos sistemas de cañerías, el sistema es únicamente tan bueno como el instalador y su habilidad para conocer y aplicar la correspondiente tecnología. Si bien las conexiones de tubos no son tan complejas, requieren la aplicación de procedimientos específicos de instalación para obtener uniones libres de fugas..

Una conexión segura, libre de fugas, comienza por:

- Almacenaje y manejo de los tubos
- Corte y rebabado correctos de los tubos
- Pre-inspección
- Correcta instalación
- Post-inspección

## Almacenamiento y manejo de los tubos

El talón de Aquiles en las uniones para tubos es el estado de la superficie

del tubo: rayaduras, picaduras y aplastamientos en ésta condicionarán al diámetro exterior del tubo para obtener un punto de sellado. El almacenaje y el manejo de los tubos es un factor muchas veces no tenido en cuenta como causante de una deficiente superficie en el diámetro exterior del tubo. Menos frecuente, pero visto en varias partes del mundo, es encontrar las uniones para tubo bien embaladas en envases limpios y caros mientras los tubos se almacenan desnudos, al exterior, en racks comunes para cañerías o, directamente, en el suelo.

En esta situación, el vendedor los toma y los arrastra hasta el medio de transporte (camión, etc.) y los arroja en otro rack o en el piso del medio de transporte. El usuario los levanta y los arrastra hasta el lugar de la instalación. El efecto de todo esto: daños en la superficie de los tubos.

También, si se han seguido detalladamente las instrucciones de montaje, la superficie del tubo podría haber sido dañada en el punto donde debe producirse el sellado y originar una fuga. Si la fuga acontece después del montaje, la siguiente acción es, generalmente, un posterior apretado hasta que la virola frontal haya penetrado y cerrado la rayadura y la fuga.

Si bien esto da resultado con algunas marcas, el cuerpo de la unión podría haber sido dañado en el punto donde el sello pueda caer en un futuro rearmado.

## Corte y rebabado

Lo más importante del corte es asegurarse que se haga lo más a escuadra posible. Los tubos deben ser cortados únicamente con un cortador de tubo que posea ruedas de metal duro para acero inoxidable (verificar la posición de las rueditas guía para que no produzcan deformaciones en la zona de apriete de las virolas) o con una hoja de sierra para metal guiada por un dispositivo adecuado. El rebabado del diámetro exterior del tubo es muy importante para asegurar la correcta inserción del tubo hasta que és-

te haga tope en el fondo de la perforación de la boca de unión.

La rebaba puede causar que el tubo no llegue hasta la profundidad completa, causa frecuente de la expulsión. El rebabado del diámetro interior y la expulsión al exterior con aire o nitrógeno de los restos de la rebabada es importante para la protección del sistema aguas abajo, más que para la funcionalidad de la unión misma.

## Pre-inspección

Muchos usuarios hacen el reemplazo de tuercas y virolas obteniéndolas de otras uniones. En un apuro, por ejemplo, puede tomarse de un "cajón de remanentes" una tee, quitarle uno o dos conjuntos de tuercas y, especialmente, virolas, y devolver lo restante al cajón. Estos frecuentes acontecimientos hacen indispensable una pre-inspección anterior al montaje, que incluya la inspección de las partes y de una buena alineación.

## Correcta instalación

Como se ha indicado anteriormente, la instalación de las uniones para instrumentos debe estar basada en la geometría de sus partes y (específicamente) en lo relacionado con la rotación de la tuerca.

Si un usuario se detiene antes de la rotación recomendada para esa dimensión de tuerca, la seguridad potencial del sistema de virolas de la unión se verá fuertemente disminuida. Por el contrario, al prolongar la rotación mas allá de lo indicado, la "vida de rearmado" del cuerpo de unión se ve seriamente disminuida, lo cual aumenta el costo total calculado. Este incremento hace que la virola frontal comience a ser empujada dentro del diámetro de la perforación en el cuerpo de la unión, causando la deformación del cuerpo y haciendo que ya no sea reutilizable. La cantidad de rotación de la tuerca no es la única consideración clave para una correcta instalación. Una correcta instalación requiere:

**Puntos clave de la instalación inicial:**

- Asegurar la correcta y completa inserción del extremo del tubo en la perforación del cuerpo de la unión.
- Marcar la tuerca y el cuerpo para asegurar la adecuada rotación.
- Rotar la tuerca hasta lo indicado en las instrucciones de montaje.

**Puntos clave del rearmado:**

- Asegurar la correcta alineación de la virola o de las virolas en el tubo y la de éste en el cuerpo de la unión para asegurar una correcta rotación y prevenir daños al cuerpo de la unión.
- Girar la tuerca de acuerdo a las instrucciones para el rearmado del fabricante.
- En aplicaciones críticas, tiene frecuentemente sentido para el usuario el hacer una inspección post-montaje para asegurar una conexión segura, libre de fugas.
- La inspección post-montaje requiere que el usuario desmonte la conexión e inspeccione la corrección del armado y luego rearmarla, también de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

**Puntos clave de la post inspección:**

- Revisar la correcta inserción del tubo.
- Determinar los posibles puntos de fricción que puedan indicar falta de lubricación de las partes sometidas a fricción.

*La incorrecta o incompleta inserción del tubo en la perforación del cuerpo de la unión son las principales causas de fallas de uniones para tubos y, especialmente, de la falla número uno: la, con frecuencia de -sastrosa, expulsión del tubo.*

Para obtener una buena conexión, el firme contacto del extremo del tubo

con el respaldo en el fondo de la perforación del cuerpo de la unión es muy importante. Esto provee la resistencia mecánica que, durante el apretado de la tuerca, permitirá al sistema de la o las virolas asentarse correctamente en el tubo y desarrollar el sellado y la retención debidos.

Una regla rápida para esta inspección es observar que el largo del tubo que ha quedado debajo de la virola frontal sea aproximadamente el mismo que el diámetro exterior nominal del tubo. Por ejemplo: para un tubo de Ø exterior 1/4", debe quedar aproximadamente 1/4" de tubo frente a la virola frontal.

**Asegurarse de la correcta disposición de la o las virolas**

Las virolas, después de haber sido aflojada la tuerca de la unión, deben poder rotar sobre el tubo, pero nunca deslizarse longitudinalmente a lo largo del eje del tubo. Tratar de tirar o empujar la o las virolas a lo largo del tubo y constatar que, a mano, no sea posible, es un paso de la inspección que ayuda a asegurar:

- La correcta rotación de la tuerca.
- El apropiado espesor de la pared del tubo usado con una unión para tubos para instrumentación (las virolas pueden no "calzar" adecuadamente en un tubo con excesivo espesor de pared).
- Que el tubo sea de la dureza especificada en la norma ASTM aplicable (las virolas pueden, también, no "calzar" adecuadamente en un tubo de excesiva dureza).

Si las virolas se deslizan y tanto el espesor de la pared del tubo como la dureza del mismo están dentro de las normas, rearmar la unión apretando la tuerca 1/4 de vuelta más, asegurando que las virolas se asienten bien y evitando un sobreapriete. Si después de una vuelta completa de la tuerca, la o las virolas aún se deslizan, aparte el tubo y la unión y contactese con el fabricante de la unión para arreglar una inspección.

**Conclusión**

Para reducir el "costo total de operación" y asegurar un sistema de unión para tubos seguro y libre de fugas:

- Es importante elegir el diseño de unión más conveniente para satisfacer las características de las aplicaciones y las necesidades del usuario y de la planta.
- Asegurarse que han sido comunicados los correctos procedimientos de instalación.
- Profundizar el conocimiento de los problemas que pueden afectar el correcto desempeño de tubos y uniones.
- Incrementar el conocimiento y la capacitación de la comunidad de usuarios.
- Diseñar sistemas orientados a optimizar el desempeño del conjunto de tubos y uniones y mejorar la seguridad y la integridad ante las fugas.●

Preparado por el Departamento Técnico de Casucci Automatización S.A.