

LucasMilhaupt®
A Handy & Harman Company
Global Brazing Solutions®

TÉCNICAS Y CONSEJOS DE **SOLDADURA FUERTE**



Contenido

| | |
|--|----|
| Los muchos usos de la soldadura fuerte | 3 |
| Naturaleza del proceso de soldadura fuerte | 4 |
| 1: Buen ajuste y holgura adecuada | 5 |
| 2: Limpieza de los metales..... | 6 |
| 3: Aplicación de fundente a las piezas | 6 |
| 4: Ensamble para realizar soldadura fuerte | 7 |
| 5: Realización de la soldadura fuerte del ensamble.... | 8 |
| 6: Limpieza de la junta de soldadura fuerte | 10 |
| Algunas cosas que hay que considerar | 10 |
| Tres juntas comunes..... | 11 |
| Desensamblaje de las juntas de soldadura fuerte..... | 12 |
| Seguridad al realizar soldadura fuerte..... | 13 |

Tablas de productos

| | |
|-------------------------------------|----|
| Aleaciones de soldadura fuerte..... | 14 |
| Fundente de soldadura fuerte | 19 |
| Soldaduras blandas..... | 20 |
| Fundentes de soldadura blanda | 22 |
| Tabla de referencia rápida | 23 |

Los muchos usos de la soldadura fuerte

Durante muchos años, la soldadura fuerte ha sido el principal método para unir los metales que se utilizan en la fabricación de equipos de calefacción, aire acondicionado y refrigeración (HVAC). En la actualidad,



una unidad de HVAC típica puede contener cientos de juntas de soldadura fuerte.

La soldadura fuerte se utiliza para unir tuberías de cobre a codos de retorno, tubos de cobre a colectores y aletas, y conjuntos de tubos a envolturas. La soldadura fuerte une metales tanto similares como disímiles, secciones delgadas y gruesas, y metales con temperaturas de fusión sumamente diferentes.

La soldadura fuerte se utiliza tan universalmente en esta industria debido a que es económica y fácil de hacer, y porque produce juntas fuertes

y estancas. La estanqueidad es especialmente crucial en las unidades de HVAC, debido a que todas ellas son sistemas cerrados que contienen un líquido o un gas como medio de calentamiento o enfriamiento. Las fugas a través de cualquier junta permitirían que el líquido o el gas escape, lo cual impediría que la unidad funcione correctamente.

Estas ventajas, economía, resistencia y estanqueidad son inherentes al proceso de soldadura fuerte.

Naturaleza del proceso de soldadura fuerte

Podemos definir la soldadura fuerte como el proceso de unión de metales por medio del uso de calor y de un metal de aporte. En este proceso, la temperatura de fusión del metal de aporte de soldadura fuerte está por encima de los 840 °F (450 °C), pero en todos los casos está por debajo del punto de fusión de los metales que se estén uniendo.

El proceso de soldadura fuerte consiste en el calentamiento extenso de los metales base hasta el punto en que el metal de aporte, aplicado al área de la junta, se derrite y se esparce por acción capilar a través de toda la junta. Después de enfriarse, la junta de soldadura fuerte constituye un fuerte enlace metalúrgico entre el metal de aporte y los dos metales base.

Dos características destacables de una junta de soldadura fuerte son su alta resistencia y el bajo calor que se utiliza para hacerla. Generalmente, una junta de soldadura fuerte realizada correctamente será más fuerte que los metales que se estén uniendo. Y la temperatura a la cual se hace la junta es mucho más baja que la temperatura de fusión de los metales que se están uniendo.

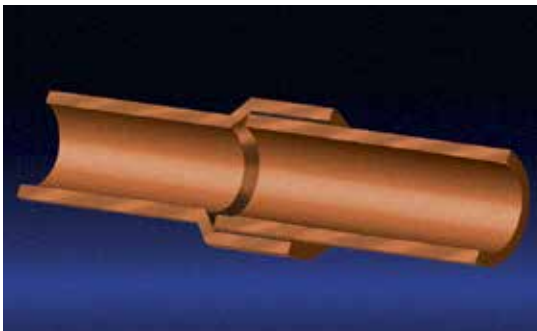
Una junta de soldadura fuerte “se hace a sí misma”, en el sentido de que la acción capilar, en lugar de la manipulación del operador, es responsable de hacer que el metal de aporte fluya completamente a través de la junta. Pero incluso una junta diseñada correctamente puede resultar imperfecta, a menos que se sigan los procedimientos correctos de soldadura fuerte. Estos procedimientos se pueden describir como seis pasos básicos.



1: Buen ajuste y holgura adecuada

La mejor holgura entre las dos piezas metálicas que se estén uniendo mediante soldadura fuerte es muy pequeña –generalmente de 0.001 a 0.003 pulgadas, y generalmente no más de 0.005 pulgadas. Si la holgura es menor de 0.001 pulgadas, puede que no haya espacio para que el metal de aporte fundido fluya a través de la junta. Y si la holgura es más ancha de 0.005 o 0.006 pulgadas, la acción capilar será menos efectiva y puede que el metal de aporte no logre llenar la junta completamente.

En la fabricación de equipo de HVAC, lograr la holgura adecuada para las juntas de soldadura fuerte es raramente un problema. El diseño de la junta está predeterminado –es casi siempre un diseño “acopado”, en



Una junta de soldadura fuerte bien hecha comienza con un ajuste adecuado entre los componentes, con una holgura de 0.001 a 0.003 pulgadas.

el cual un tubo se inserta en el extremo expandido de otro tubo. Siempre y cuando se comience con tubo que sea redondo y esté fabricado con las dimensiones correctas, se puede esperar que no haya problemas de holgura.

Sin embargo, hay que poner un poco de cuidado en la preparación de los tubos para realizar la soldadura fuerte. Por ejemplo, si

está uniendo mediante soldadura fuerte un tubo a un acoplamiento, generalmente comenzará cortando el tubo para que tenga la longitud que usted desee. Asegúrese de que el corte sea en ángulo recto, utilizando una prensa de tornillo para aserrar o un cortador de tubos, y elimine las rebabas. Deslice el extremo del tubo hacia el interior del acoplamiento y verifique que tiene el ajuste apretado adecuado –un ajuste fácil por deslizamiento.

La mayoría de las juntas de soldadura fuerte que se realizan en las unidades de HVAC son juntas de cobre a cobre. Eso significa que usted no tiene que preocuparse por los “coeficientes de expansión” de los metales base –ya que las dos piezas de cobre se expandirán a la misma velocidad. Sin embargo, si está realizando soldadura fuerte en juntas de metales disímiles (cobre a acero), tiene que tomar en consideración las diferentes tasas de expansión. Como ya sabe, los metales no ferrosos

(cobre, latón) se expanden más durante el calentamiento que los metales ferrosos (acero, acero inoxidable). Por lo tanto, deberá asegurarse de ajustar la holgura de la junta inicial según corresponda. En los casos en que el calentamiento reduzca la holgura, por ejemplo al unir con soldadura fuerte un tubo de cobre a un colector de acero, comience con un ajuste relativamente flojo (aprox. 0.010 pulgadas). En los casos en que el calentamiento aumente la holgura, comience con un ajuste apretado o incluso un ajuste forzado.

2: Limpieza de los metales

La acción capilar, que es la base de toda la soldadura fuerte, no puede funcionar correctamente en superficies sucias. Si las superficies de los metales están contaminadas (con aceites, suciedad, etc.), los metales de aporte de soldadura fuerte no se adherirán a ellas y la junta fallará.

Al fabricar unidades de HVAC, generalmente usted está trabajando con tubos y piezas que vienen nuevos de la fábrica. Pero si por cualquier motivo esas piezas se han manchado de suciedad o grasa, tendrá que limpiarlas para asegurarse de lograr una junta estanca. El aceite y la grasa se pueden quitar con un solvente, y luego los óxidos se pueden eliminar por medio de un abrasivo, como un paño de esmeril. Una vez que las piezas estén limpias, se recomienda realizar la soldadura fuerte lo antes posible, para que no tengan tiempo de contaminarse de nuevo.

3: Aplicación de fundente a las piezas

El fundente es un compuesto químico que se elabora generalmente en forma de un líquido o una pasta que se aplica a la superficie de la junta antes de realizar la soldadura fuerte.

Su finalidad es proteger la superficie de la junta contra los óxidos que se forman durante el calentamiento. El fundente se derrite y se vuelve activo durante la soldadura fuerte, absorbiendo los óxidos y ayudando en el flujo de la aleación de soldadura fuerte.

Aunque la aplicación de fundente es generalmente una parte importante del proceso de soldadura fuerte, sólo desempeña un papel menor en la

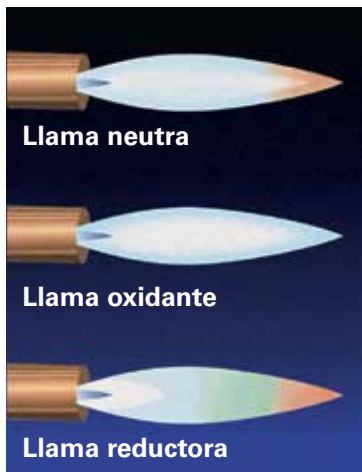


soldadura fuerte de componentes de HVAC, debido a que la mayoría de estas juntas son de cobre a cobre. Al realizar soldadura fuerte de cobre a cobre, usted puede eliminar el fundente utilizando un metal de aporte que contenga fósforo, como Sil-Fos® o Fos Flo®, debido a que el fósforo actúa como agente fundente.

Sin embargo, al realizar soldadura fuerte de cobre a acero (en conjuntos de compresores o válvulas), no se pueden usar metales de aporte que contengan fósforo, ya que forman fosfuros frágiles y la junta podría fallar. En lugar de estos metales, se debe usar un metal de aporte libre de fósforo (como la familia de aleaciones Silvaloy®), pero entonces habrá que usar un fundente. Cuando realice soldadura fuerte en latón, podría usar una aleación que contenga fósforo, pero aquí también tendrá que aplicar fundente.

El fundente se puede aplicar a las piezas en las que se esté realizando la soldadura fuerte, utilizando un cepillo, o se puede incorporar

directamente en el material de aporte en forma de un alambre o una barra con núcleo de fundente o con recubrimiento de fundente. Independientemente de cómo se aplique el fundente, es importante que no entre en las piezas donde podría contaminar el sistema.



Llama neutra

Llama oxidante

Llama reductora

Se recomienda una llama reductora cuando se realice soldadura fuerte.

4: Ensamble para realizar soldadura fuerte

Antes de que las piezas se puedan calentar y soldar con soldadura fuerte, se tienen que alinear y luego soportar. Generalmente, esto no es problema cuando se realiza soldadura fuerte en componentes de HVAC, ya que prácticamente todas las juntas son ensamblajes tubulares de

ajuste por deslizamiento. Por su naturaleza, se alinean y se soportan automáticamente durante el proceso de soldadura fuerte.

Cuando realice el ensamblaje, asegúrese de que la inserción de un tubo en el otro sea completa antes de efectuar la soldadura fuerte. La distancia de inserción deberá ser igual al diámetro interior de la sección del tubo interior.

5: Realización de la soldadura fuerte del ensamble

La operación de soldadura fuerte real es un proceso que consta de dos partes: primero, se calientan los metales base, y segundo, se aplica el metal de aporte a la junta.

Independientemente del equipo de calentamiento que se esté utilizando, asegúrese de calentar ambos metales base de manera extensa y uniforme, para que el metal de aporte humecte igualmente bien en ambas superficies metálicas y llene completamente la junta. Debido a la amplia variedad de juntas y ubicaciones de juntas, se usa frecuentemente el soplete de gas-aire como fuente de calor. Una llama suave proporciona el mejor tipo de calor.

Al realizar soldadura fuerte para unir un tubo a un acoplamiento, o en el interior de otro tubo de diámetro más grande, se deberán seguir los siguientes procedimientos:

Ajuste el soplete para que produzca una llama reductora (una llama que contenga más gas combustible que oxígeno). La llama deberá ser lo suficientemente suave y lo suficientemente grande como para envolver tanto el tubo como el acoplamiento.

Comience a calentar el tubo aproximadamente a una pulgada de distancia del extremo del acoplamiento y luego dirija el calor al acoplamiento. Haga un barrido con el calor de manera firme hacia atrás y hacia delante desde el tubo hasta el acoplamiento, aplicando la mayor parte del calor al acoplamiento más pesado (y más lento de calentar).



Caliente las dos piezas en las que vaya a realizar soldadura fuerte hasta la temperatura adecuada de manera uniforme y rápida.

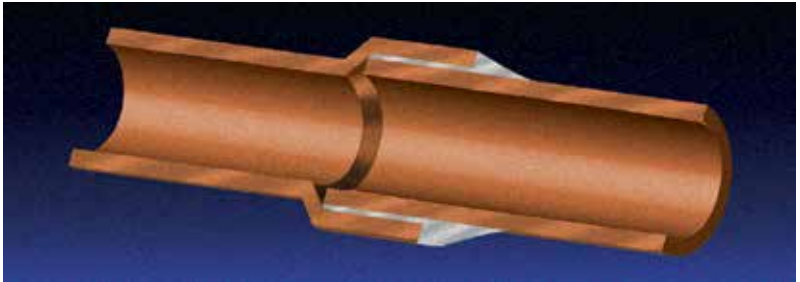


Una vez que el ensamble haya alcanzado la temperatura de soldadura fuerte, se aplica el metal de aporte.

Caliente el ensamble hasta que alcance la temperatura de soldadura fuerte. Si se ha aplicado fundente a la pieza usando Handy Flux, el fundente se volverá claro o transparente a esta temperatura. Si no ha usado fundente, usted sabrá que está a la temperatura de soldadura fuerte por el color rojo pálido de los metales que se están calentando.

En este punto, retire ligeramente la llama y aplique el metal de aporte firmemente contra el tubo en la confluencia del tubo y el acoplamiento. Si está usando una aleación que contiene fósforo, coloque la barra sobre la junta y extiéndala alrededor de la misma, ya que estas aleaciones tienden a fluir con dificultad. Si la junta se ha calentado adecuadamente, el metal de aporte se derretirá, penetrará en la junta y la llenará completamente.

Después de completar la junta, haga una pasada final de la llama en la base de la junta e incluso gire la junta si es posible, para expulsar cualquier gas o fundente atrapado y proporcionar la máxima humectación por el metal de aporte.



Una junta de soldadura fuerte bien hecha: un flujo apropiado de la aleación llega al interior de la junta.



Un flujo inapropiado de la aleación no penetra en la junta y produce una unión débil.

6: Limpieza de la junta de soldadura fuerte

En términos generales, las juntas de soldadura fuerte que se realizan en las unidades de HVAC no requieren operaciones de limpieza después de efectuar la soldadura fuerte. Sin embargo, en una minoría de casos en los que se haya utilizado fundente, puede que sea necesario eliminar los residuos de fundente después de que la junta se haya endurecido. Generalmente, un lavado con agua caliente, ayudado por una acción de cepillado o frotado, hace el trabajo. Si es necesario, se pueden eliminar los residuos más difíciles usando un cepillo de alambre.

Algunas cosas que hay que considerar

Cuando esté calentando un ensamble para realizar soldadura fuerte, debe calentar el área de la junta lo más rápida y uniformemente que sea posible. Por lo tanto, en aquellos casos en los que esté uniendo metales de masa y grosor desiguales, tendrá que aplicar algo de calor adicional a la sección más pesada, que se calienta más despacio. Y en los casos en que esté uniendo metales disímiles con diferente conductividad térmica (cobre a acero), tendrá que aplicar proporcionalmente más calor al cobre, ya que éste es mejor conductor y transporta el calor alejándolo más rápidamente hacia las secciones más frías. En ningún caso, por supuesto, se deberán calentar los metales hasta el punto en que comiencen a derretirse.



Tres juntas comunes

Las técnicas de soldadura fuerte descritas variarán un poco según el tipo de junta que se esté haciendo. Las tres juntas comunes de tubo a acoplamiento que se utilizan en los componentes de HVAC son la junta vertical descendente, la junta vertical ascendente y la junta horizontal. Se recomiendan los siguientes procedimientos para cada una de estas juntas:

Juntas verticales descendentes: Caliente toda el área de la junta hasta la temperatura adecuada de manera rápida y uniforme, calentando primero el tubo y luego el acoplamiento. Cuando el área de la junta haya alcanzado la temperatura de soldadura fuerte, aplique un poco de calor adicional para calentar el acoplamiento, ya que ésta es la dirección hacia la cual usted quiere que el metal de aporte fluya.

Juntas verticales ascendentes: Comience calentando el tubo. Cuando éste haya alcanzado una temperatura de aproximadamente 800 °F (425 °C), transfiera el calor al acoplamiento. Luego, haga un barrido hacia detrás y hacia delante desde el acoplamiento hasta el tubo, alrededor de toda el área de la junta. Tenga cuidado de no sobrecalentar el tubo por debajo del acoplamiento, ya que esto favorecería que el metal de aporte baje por el tubo y salga de la junta. Cuando se alcance la temperatura de soldadura fuerte, toque la junta con el metal de aporte, con la llama en la pared del acoplamiento. Este patrón de calentamiento esparcirá el metal de aporte hacia arriba y completamente a través del área de la junta.

Juntas horizontales: Precaliente el tubo y el acoplamiento de manera rápida y uniforme. Cuando se alcance la temperatura de soldadura fuerte, aplique el metal de aporte a la parte superior de la junta. La combinación de gravedad y acción capilar esparcirá el metal de aporte completamente alrededor del tubo hasta su parte inferior. Usted puede aplicar un ligero exceso de calor a la parte inferior del acoplamiento para asegurarse de que el metal de aporte penetre totalmente en la junta. Revise la cara de la junta para asegurarse de que el metal de aporte sea visible alrededor de toda ella. En particular, asegúrese de que el metal de aporte se vea en la parte superior de la junta. Si no se ve, aplique un poco de metal de aporte adicional hasta que sea visible alrededor de toda la junta.

Desensamblaje de las juntas de soldadura fuerte

En algún momento es posible que le resulte necesario desensamblar una junta de soldadura fuerte. El procedimiento para lograr esto es sencillo. Primero se aplica completamente fundente al área de la junta. La aplicación de fundente ayudará a que el metal de aporte fluya alcanzando prácticamente su punto de fluidez original, y también ayudará a mantener limpias las piezas para realizar de nuevo la soldadura fuerte. Después de aplicar el fundente, caliente la junta de manera uniforme hasta una temperatura ligeramente más alta que la temperatura de fusión del metal de aporte. En este momento, los dos componentes se pueden separar fácilmente. Más tarde, puede realizar de nuevo la soldadura fuerte del ensamble siguiendo los mismos seis pasos. No obstante, generalmente es necesario aplicar un poco de metal de aporte de soldadura fuerte adicional cuando realice de nuevo la soldadura fuerte de una junta desensamblada, para compensar el metal de aporte perdido en el desensamblaje.



Seguridad al realizar soldadura fuerte

Al realizar soldadura fuerte hay dos fuentes posibles de peligro para los operadores que realizan la soldadura. Una consiste en vapores químicos y la otra consiste en el calor y los rayos de la llama del soplete. Se deberán tomar las siguientes precauciones generales para

protegerse contra estos peligros.

Vapores:

Ventile las áreas confinadas, utilizando ventiladores, cubiertas de extracción o respiradores, si es necesario. Limpie todos los metales base para eliminar los contaminantes de la superficie que puedan crear humos al calentar los metales. Use fundente (en los casos en que se requiera) en cantidad suficiente para prevenir la oxidación y la emisión de vapores durante el ciclo de calentamiento. Caliente extensamente y caliente solamente los metales base –no caliente el metal



de aporte. Retire cualquier recubrimiento tóxico y tenga cuidado de no sobrecalentar los ensambles.

Calor y rayos del soplete:

Los operadores deberán usar guantes para proteger las manos contra el calor. Los anteojos oscurecidos o los protectores fijos para anteojos protegen a los operadores contra la fatiga de los ojos y los daños a la visión.

Para obtener un análisis detallado de los factores de seguridad, consulte los estándares estadounidenses Z49.1 ***“Safety in Welding and Cutting”*** (Seguridad en la Soldadura y el Corte) publicados por la American Welding Society (AWS, Sociedad Estadounidense de Soldadura), 550 N.W. LeJeune Road, P.O. Box 351040, Miami, FL 33135.

Aleaciones de soldadura fuerte con alto contenido de plata

Para unir materiales ferrosos y no ferrosos.

En las aplicaciones de refrigeración, gran parte de la soldadura fuerte conlleva unir tuberías de cobre. Sin embargo, hay numerosas aplicaciones en las que es necesario unir otros materiales (acero, latón, acero inoxidable, etc.). Estas aleaciones de soldadura fuerte con alto contenido de plata facilitan la unión de estos metales. La aleación en particular que se recomienda enfáticamente para prácticamente todos los metales base mencionados anteriormente es Silvaloy® 505. Sus ventajas sobre la de 56% y la de 45% incluyen:

- Contiene un 2% de níquel, lo cual mejora la humectación y la resistencia, y facilita la unión de aceros, acero inoxidable, carburo, etc.
- Las características de fluidez se pueden manipular fácilmente mediante técnicas de calentamiento tanto rápido como lento —esto permite rellenar las brechas.
- Está disponible en barra con núcleo de fundente y con recubrimiento de fundente para brindar conveniencia adicional y facilidad de uso: no se requiere una operación aparte de aplicación de fundente.



| Nombre | Descripción | Especif. AWS | % de Composición | | | | | Temperatura, °F | |
|---------------|---|--------------|------------------|----|----|----|-------|-----------------|---------|
| | | | Ag | Cu | Zn | Sn | Otro | Fusión | Fluidez |
| Silvaloy® 560 | Metal de aporte libre de cadmio para aplicaciones a la temperatura más baja. | BAG-7 | 56 | 22 | 17 | 5 | | 1145° | 1205° |
| Silvaloy® 505 | El mejor metal de aporte de uso general disponible. Recomendado para acero inoxidable (ya que retarda/elimina la corrosión en la interfase). El contenido de níquel proporciona una adhesión ("humectación") excepcional a las superficies de los metales base. | BAG-24 | 50 | 20 | 28 | | 2 Ni | 1220° | 1305° |
| Silvaloy® 452 | Aleación de uso general para aplicaciones a baja temperatura con mejores propiedades de fluidez que Braze 450. | BAG-36 | 45 | 27 | 25 | 3 | | 1185° | 1260° |
| Silvaloy® 450 | Metal de aporte de uso general para unir metales ferrosos, no ferrosos y disímiles con holguras de junta grandes. Libre de cadmio. | BAG-5 | 45 | 30 | 25 | | | 1225° | 1370° |
| Silvaloy® 401 | Un metal de aporte más económico con un intervalo de fusión bastante estrecho. Esta aleación tiene aplicación para materiales tanto a base de acero como a base de cobre. | | 40 | 30 | 30 | | | 1245° | 1340° |
| Easy Flo® 45 | Aleación versátil que se utiliza para la mayoría de metales ferrosos y no ferrosos. Contiene cadmio; por lo tanto, se debe tener precaución extrema, ya que los vapores de cadmio son tóxicos. | BAG-1 | 45 | 15 | 16 | | 24 Cd | 1125° | 1145° |

Disponibilidad del producto: Alambre de 0.062 pulgadas de diámetro estándar; sin embargo, también hay otros tamaños disponibles.
 Opciones de empaque: Bobinas de 1, 3 y 5 onzas Troy
 Rollos "en cajas" de 50 oz
 Silvaloy 505, 560 y 452 también están disponibles como barra con recubrimiento de fundente.

Handy One®

Aleaciones de soldadura fuerte con núcleo de fundente

Handy One es una aleación de soldadura fuerte en forma de tiras que está enrollada alrededor de un fundente pulverizado. Esto simplifica y mejora la operación de soldadura fuerte, al eliminar la operación aparte de aplicación de fundente y aportar la cantidad correcta de fundente –exactamente donde se necesita.

Otras ventajas incluyen:

- Una reducción en el tiempo del ciclo de soldadura fuerte
- Una mejora en la resistencia y calidad de las juntas
- Minimiza la limpieza después de realizar la soldadura fuerte
- Reduce la contaminación del fundente



| Nombre | Descripción | % de Composición | | | | | Temperatura, °F | |
|---------------|--|------------------|----|----|----|----|-----------------|---------|
| | | Ag | Cu | Zn | Sn | Ni | Fusión | Fluidez |
| Silvaloy® 560 | Metal de aporte libre de cadmio para aplicaciones de más baja temperatura. Aleación muy fluida que une metales ferrosos y no ferrosos.vvv | 56 | 22 | 17 | 5 | | 1145° | 1205° |
| Silvaloy® 505 | La mejor aleación de uso general en conjunto. Une todos los metales comunes (excepto aluminio), incluyendo acero inoxidable. Fluidéz rápida. | 50 | 20 | 28 | | 2 | 1220° | 1305° |
| Silvaloy® 380 | Metal de aporte de uso general de fluidéz libre para unir metales ferrosos y no ferrosos. | 38 | 32 | 28 | 2 | | 1200° | 1330° |

Las aleaciones con núcleo de fundente están disponibles en tubos que contiene 8 barritas de alambre de 0.075 pulgadas de diámetro en longitudes de 20 pulgadas.

Familia Sil-Fos® de aleaciones de soldadura fuerte

Para unir cobre y aleaciones a base de cobre.

Este grupo de aleaciones permite unir cobre a cobre sin fundente, y aleaciones a base de cobre (latón y bronce) con un fundente. La familia de productos incluye el Sil-Fos 15 original. Desarrollado y patentado hace más de 80 años, Sil-Fos es el metal de aporte más confiable y más usado en la industria de refrigeración y aire acondicionado.

El factor de ductilidad es más importante que una simple conveniencia. Piense en la aleación de soldadura fuerte como el adhesivo que mantiene unido el sistema de refrigeración. El ciclado térmico (y la expansión y contracción subsiguientes), las tensiones causadas por las vibraciones y las presiones más elevadas de los nuevos refrigerantes sugieren enfáticamente que la ductilidad de la aleación de soldadura fuerte es sumamente importante —no sólo para lograr una junta estanca inicial, sino para que ésta sea estanca durante muchos años en el futuro.



ALEACIONES DE SOLDADURA FUERTE

| Nombre | Descripción | Especif. AWS | % de Composición | | | Temperatura, °F | |
|--------------|--|--------------|------------------|------|-----|-----------------|---------------|
| | | | Ag | Cu | P | Fusión | Fluidez |
| Sil-Fos® 15 | La mejor aleación para soldadura fuerte general cobre-cobre de la familia Sil-Fos. Para juntas de cobre a cobre, el fósforo contenido en el producto Sil-Fos sirve de agente fundente y no es necesario aplicar fundente aparte. No obstante, para aplicaciones en latón, se recomienda aplicar fundente. Para utilizarse en los casos en que no se puedan mantener los ensambles muy ajustados, el Sil-Fos 15 funciona bien para rellenar las brechas. Cuenta con la ductilidad de junta más alta de toda la familia Sil-Fos, para resistir mejor las tensiones inherentes en las aplicaciones de refrigeración. Fluidez lenta. | BCuP-5 | 15 | 80 | 5 | 1190° | 1475° (1300°) |
| Handy-Flo® 6 | Se recomienda para utilizarse en los casos en que no se pueda mantener un ensamble muy ajustado. Tiene la capacidad de rellenar brechas y formar filetes sin afectar a la resistencia de la junta. Fluidez lenta. (Antiguamente Sil-Fos® 6M). | | 6 | 8 | 6 | 1190° | 1460° (1300°) |
| Sil-Fos 6i | Un metal de aporte fluido que ofrece características de fluidez "intermedias". Una alternativa aceptable a Sil-Fos 15 donde las tensiones causadas por las vibraciones y el ciclado térmico no sean severas. | | 6 | 87.5 | 6.5 | 1190° | 1425° |
| Sil-Fos 6 | Un metal de aporte muy fluido para trabajo de ensamble muy ajustado. El intervalo de fusión bajo hace que sea ideal en los casos en que la temperatura sea un factor. Fluidez rápida. | BCuP-4 | 6 | 86.8 | 7.2 | 1190° | 1325° (1275°) |
| Sil-Fos 5 | Diseñada principalmente para aquellas aplicaciones en las que no se puedan mantener los ensambles muy ajustados. Tiene la capacidad de rellenar las brechas y formar filetes sin afectar adversamente la resistencia de la junta. Fluidez lenta. | BCuP-3 | 5 | 89 | 6 | 1190° | 1495° (1325°) |
| Sil-Fos 2 | Un metal de aporte con características comparables a las de Fos-Flo. Fluidez intermedia. | BCuP-6 | 2 | 91 | 7 | 1190° | 1450° (1325°) |
| Fos Flo® | Un metal de aporte económico y muy fluido para aplicaciones a temperatura intermedia, para utilizarse con cobre, latón y bronce. Resiste las vibraciones moderadas. Fluidez rápida. | BCuP-2 | | 92.8 | 7.2 | 1310° | 1460° (1350°) |

Disponibilidad del producto: 0.125 x 0.050 x 20 pulgadas
 0.094 pulgadas cuadradas x 36 pulgadas
 0.125 pulgadas cuadradas x 36 pulgadas
 0.062 pulgadas de diámetro x 20 pulgadas
 0.094 pulgadas de diámetro x 36 pulgadas
 0.125 pulgadas de diámetro x 36 pulgadas

Opciones de empaque: Tubos de plástico de 1 libra (25 libras por caja de múltiples unidades)
 Tubos o cajas de cartón de 5 y 10 libras —a granel
 Cajas de cartón de 25 libras —a granel

Aleaciones de soldadura fuerte con recubrimiento de fundente

Lucas-Milhaupt ofrece varios materiales de soldadura fuerte con un recubrimiento de fundente en el exterior de la barra. Las barras de soldadura fuerte miden 18 pulgadas de longitud y se venden por tubo de cuarto de libra.

| Nombre | Descripción | % de Composición | | | | | | Temperatura, °F | |
|---------------|---|------------------|----|------|------|----|------|-----------------|---------|
| | | Ag | Cu | Zn | Sn | Ni | Otro | Fusión | Fluidez |
| Silvaloy® 560 | Metal de aporte libre de cadmio para aplicaciones de más baja temperatura. Aleación muy fluida que une metales ferrosos y no ferrosos | 56 | 22 | 17 | 5 | | | 1145° | 1205° |
| Silvaloy® 505 | Metal de aporte de uso general para unir todos los metales comunes (excepto aluminio), incluyendo acero inoxidable. | 50 | 20 | 28 | | 2 | | 1220° | 1305° |
| Silvaloy® 452 | Metal de aporte de uso general para aplicaciones a baja temperatura con mejores propiedades de fluidez que Braze 450. | 45 | 27 | 25 | 3 | | | 1185° | 1260° |
| CDA 681 | Metal de aporte libre de plata para aplicaciones a alta temperatura. Une aleaciones de acero, cobre y níquel donde la corrosión no es un factor importante. | | 58 | 40.2 | 0.95 | | 0.8 | 1580° | 1620° |

Minipacks: 3 barritas por tubo también disponibles para Silvaloy 452





Fundente Handy® Flux

En los casos en que se requiera aplicar fundente como parte de la operación de soldadura fuerte, se recomienda el fundente Handy Flux. Handy Flux es un fundente de uso general para utilizarse en la soldadura fuerte de metales y aleaciones de tipo tanto ferroso como no ferroso. En los casos en que se estén uniendo ensamblajes cuya masa sea más grande, a menudo se recomienda el fundente Black Flux, ya que ofrece protección a temperaturas más altas.

Fundente Handy Flux (blanco)

Cumple con:

Especificación AWS para fundentes de soldadura fuerte tipo FB3A

Especificación AMS-3410 de la Sociedad de Ingenieros Automotrices

Fundente Handy Flux Type B-1

AWS FB3-C

SAE 3411

Fundente líquido Handy Liquid Flux

AWS FB3-E

Opciones de empaque: El fundente Handy Flux está disponible en un frasco de 7 oz con tapa con pincel y en un frasco de 1/4 de lb y de 1/2 lb.

Tanto los fundentes Handy Flux como Handy Flux Type B-1 están disponibles en envases de 1, 5, 25 y 50 lb. El fundente Handy Liquid Flux está disponible en pintas, cuartos de galón y galones.

Soldaduras blandas que contienen plomo

Soldaduras blandas de estaño/plomo para aplicaciones a baja temperatura. Disponibles con núcleos de resina, de ácido y sólidos.

| Nombre | Descripción | % de composición | | Temperatura, °F | |
|--------|---|------------------|----|-----------------|---------|
| | | Sn | Pb | Fusión | Fluidez |
| 50/50 | Soldadura blanda de estaño/plomo de uso general estándar para holguras de junta moderadas. Disponible como núcleo sólido, de ácido o de resina. | 50 | 50 | 361° | 414° |

Disponibilidad del producto: Carrete de 0.125 pulgadas de diámetro x 1 libra
Tribarra de 1/4 de libra, 1/2 libra y 1 libra

Opciones de empaque: 12 libras por caja de múltiples unidades



Soldaduras blandas que contienen plata y están libres de plomo

Soldaduras blandas de uso general de alta resistencia. Soldaduras blandas de mayor resistencia que las de estaño/plomo y seguras para sistemas de agua potable.

Estas aleaciones se utilizan extensamente en aplicaciones de cobre-cobre y cobre-acero de baja tensión y baja presión (p. ej., mirillas de nivel donde la temperatura se deba mantener baja, etc.). En el caso de cobre-cobre, Silvabrite Paste Flux es el fundente preferido. En el caso de aplicaciones de cobre-acero, se recomienda el fundente TEC Liquid Flux, ya que es más agresivo a la hora de mantener libres de óxidos las superficies metálicas que se van a unir. Sin embargo, el TEC es un fundente más corrosivo y se recomienda eliminar subsiguientemente los residuos de fundente.

| Nombre | Descripción | % de Composición | | | | Temperatura, °F | |
|-----------------|---|------------------|----|------|------|-----------------|---------|
| | | Ag | Cu | Sn | Otro | Fusión | Fluidez |
| Silvabrite® 6 | Soldadura blanda de alta resistencia que contiene plata, está libre de plomo y se utiliza para aplicaciones que requieren holguras de junta grandes. La soldadura blanda que contiene plata con la que es más fácil trabajar, ya que el intervalo de temperatura permite rellenar los ensamblajes flojos si es necesario. | 6 | | 94 | | 430° | 535° |
| Silvabrite® | Soldadura blanda de alta resistencia que contiene plata, está libre de plomo y se utiliza para aplicaciones que requieren holguras de junta pequeñas. | 4 | | 96 | | 430° | 430° |
| Silvabrite® 100 | Soldadura blanda que contiene plata, tiene buena resistencia y se utiliza en aplicaciones de sistemas de agua potable que no requieren plomo. | 0.4 | 4 | 95.6 | | 440° | 660° |
| Silvabrite® S | Especialmente adecuado para aplicaciones en las que la plata añadida produce un régimen plástico durante la fundición | 5 | | 95 | | 430° | 473° |
| 95/5 | Soldadura blanda de estaño/antimonio de uso general. No está diseñada para utilizarse en aleaciones de latón. | | | 95 | 5 Sb | 450° | 460° |

Disponibilidad del producto: Bobina de 0.125 pulgadas de diámetro x 1 libra (1 por caja)

Opciones de empaque: 24 libras por caja de múltiples unidades

Soldadura fuerte y soldadura blanda de aluminio Handy One®

Soldadura fuerte o soldadura blanda con núcleo de fundente para aplicaciones a baja temperatura, para unir aluminio y aluminio a cobre

| Nombre | Descripción | % de composición | | Temperatura, °F | |
|--------|---|------------------|----|-----------------|---------|
| | | Zn | Al | Fusión | Fluidez |
| AL 802 | Soldadura blanda con núcleo de fundente | 98 | 2 | 710° | 725° |
| AL 822 | Soldadura fuerte con núcleo de fundente | 78 | 22 | 800° | 900° |

Opciones de empaque: Se vende en tubos de 4 barras



**¡VEA EL VIDEO
SOBRE AL-822 Y
COMO USARLO!**



Fundentes de soldadura dura blanda

Para las aplicaciones de soldadura blanda, ofrecemos dos productos de fundente diferentes, dependiendo de los materiales que se vayan a unir. Dichos productos incluyen el fundente Silvabrite® Flux para aplicaciones de uso general y el fundente TEC Liquid Flux en los casos en que se requiera una aplicación de fundente más agresiva para materiales que sean más difíciles de unir mediante soldadura blanda (p. ej. acero, acero inoxidable, etc.).

Fundente en pasta Silvabrite® Paste Flux

Fundente líquido de soldadura blanda TEC Liquid Soldering Flux

Opciones de empaque: Frasco de 4 oz con tapa con pincel (Clean 'n Brite solamente)
Botella comprimible de 4 oz, pintas, cuartos de galón y galones (TEC solamente)



¡Advertencia! La soldadura fuerte puede generar vapores y gases potencialmente perjudiciales. Protéjase a sí mismo y proteja a los demás. Obtenga una ficha de datos de seguridad del material (MSDS) a través de su proveedor o de Lucas-Milhaupt, Inc. Siga las instrucciones de dicha ficha acerca de las prácticas para realizar soldadura fuerte de manera segura y las medidas apropiadas que se deben tomar.

Cláusula de garantía: Lucas-Milhaupt, Inc., cree que la información contenida en este documento es confiable. Sin embargo, proporcionamos la información técnica sin cargo y el usuario empleará dicha información a su propia discreción y bajo su propio riesgo. No asumimos ninguna responsabilidad por los resultados obtenidos ni por los daños incurridos como consecuencia del uso de dicha información, tanto en su totalidad como en parte.

| Metales base que se van a unir | Metal de aporte que se va a usar | Selección del fundente apropiado | Comentarios |
|--|---|---|--|
| <p>Cobre o latón A Cobre o latón</p> | <p>REALIZAR SOLDADURA BLANDA CON: Silvabrite® 6 Silvabrite® Silvabrite 100® 50/50</p> <p>REALIZAR SOLDADURA FUERTE CON: Sil-Fos® 15 Sil-Fos 6i Handy-Flo® 6 Sil-Fos 5 Sil-Fos 2 Fos-Flo® (0% Ag)</p> | <p>Silvabrite® Flux o TEC Flux</p> <p>Estas aleaciones son autofundentes en cobre, pero se necesita Handy Flux en el caso de latón.</p> | <p>Silvabrite® 6 es la aleación preferida. Está libre de plomo, contiene un 6% de plata y se puede hacer que presente características de fluido o de fluidez dificultosa.</p> <p>SIL-FOS 15 es la elección número 1 de los contratistas, debido a su mayor ductilidad y capacidad para absorber las tensiones causadas por las vibraciones, etc. Debido al potencial de formación de fosfuro de hierro frágil, estas aleaciones no se recomiendan para unir con soldadura fuerte acero u otras aleaciones ferrosas.</p> |
| <p>Cobre o latón A Acero</p> | <p>REALIZAR SOLDADURA BLANDA CON: Silvabrite® 6 Silvabrite®</p> <p>REALIZAR SOLDADURA FUERTE CON: Silvaloy® 560 Silvaloy® 505 Silvaloy® 450 Silvaloy® 401</p> <p>Silvaloy® 560 con recubrimiento de fundente o con núcleo de fundente Silvaloy® 505 con recubrimiento de fundente o con núcleo de fundente Silvaloy® 452 con recubrimiento de fundente Silvaloy® 380 con núcleo de fundente</p> | <p>TEC Flux TEC Flux</p> <p>Handy Flux Handy Flux Handy Flux Handy Flux</p> | <p>Silvabrite® 6 utilizado con el fundente TEC liquid Flux más agresivo es la opción recomendada.</p> <p>Silvaloy® 505 se está convirtiendo rápidamente en la aleación preferida, debido a que ofrece una mayor robustez, mejor resistencia a la corrosión y mejor "humectación" a acero y acero inoxidable especialmente.</p> |
| <p>Cobre, latón o acero A Acero inoxidable</p> | <p>REALIZAR SOLDADURA BLANDA CON: Silvabrite® 6 Silvabrite®</p> <p>REALIZAR SOLDADURA FUERTE CON: Silvaloy® 505</p> <p>Silvaloy® 505 con recubrimiento de fundente o con núcleo de fundente</p> | <p>TEC Flux TEC Flux</p> <p>Handy Flux</p> | <p>Silvabrite® 6 utilizado con el fundente TEC liquid Flux más agresivo es la opción recomendada.</p> <p>Siempre aconsejamos utilizar una aleación que contenga níquel para eliminar la corrosión. Silvaloy® 505 es una opción excelente.</p> |
| <p>Aluminio A Aluminio o cobre</p> | <p>Aluminio con núcleo de fundente Al 822</p> | | <p>Soldadura fuerte de alta resistencia para aplicaciones a baja temperatura, para unir aluminio a aluminio y aluminio a cobre. Fácil de usar; contiene un fundente no corrosivo.</p> |



5656 S. Pennsylvania Ave.
Cudahy, WI 53110, USA
Tel: (414) 769-8824 • (800) 521-5490

235 Kilvert Street
Warwick, RI 02886, USA
Tel: (401) 739-9550 • (800) 225-2130

290 Carlingview Drive
Rexdale, ON M9W 5G1, Canada
Tel: (416) 675-1860 • (800) 463-1465