

HOJA DE APLICACIÓN DE DATOS

COBRE • BRONCE • ESTAÑO

Soldadura y Soldadura Reforzada Ajustes y Tubos de Cobre

INTRODUCCIÓN

La teoría y técnica básica para la soldadura y la soldadura reforzada (o brazing) es la misma para todos los diámetros del tubo de cobre. Las únicas variables son el metal de relleno y la cantidad de tiempo y calor requeridos para completar la unión dada. La Sociedad Americana de Soldadura define la soldadura como el proceso de unión que ocurre a una temperatura inferior a los 840°F y la soldadura reforzada como el proceso que ocurre a una temperatura superior a los 840°F, pero aún por debajo del punto de derretimiento de los metales base. En la práctica actual, para los sistemas a base de cobre, la mayoría de las soldaduras se realizan a temperaturas entre 350°F hasta 600°F, mientras que la mayoría de las soldaduras reforzadas se dan a temperaturas que oscilan entre 1100° hasta los 1,500°F.

La elección de escoger entre soldadura y soldadura reforzada generalmente depende de las condiciones operarias del sistema y de los requerimientos de los códigos de construcción establecidos en la ley. Las uniones por soldadura son generalmente usadas donde la temperatura de servicio no exceda los 250°F, mientras que las uniones por soldadura reforzada pueden ser utilizadas donde se requiera de mayor fortaleza o en donde los sistemas de temperatura son tan altos como los de 350°F.

Aunque las uniones realizadas por soldadura reforzada ofrecen mayor fortaleza en general, el recocido (anneal-

ing) del tubo y su ajuste que resultan de una temperatura más alta utilizada en el proceso de soldadura reforzada, puede ocasionar que la temperatura evaluada del sistema sea inferior a la de la unión soldada. Este hecho debe ser considerado al escoger cual proceso de unión a utilizar.

Aunque el soldar y soldar reforzadamente son los métodos más comunes de unión de enlaces y tubos de cobre, estas son a menudo las menos entendidas. Es la falta de entendimiento lo que puede desarrollarse en técnicas limitadas de instalación y llevarnos a uniones pobres e imperfectas. Las investigaciones sobre las causas comunes de fallas en las uniones revelaron varios factores que contribuyen a uniones malas, las cuales incluyen:

- Preparación inapropiada de la unión previa a la soldadura.
- Falta de soporte adecuado y/o de colgadura durante la soldadura o la soldadura reforzada.
- Control y distribución del calor inadecuado a lo largo de proceso de unión.
- Aplicación inadecuada del metal de relleno para soldadura o soldadura reforzada a la unión.
- Cantidades inadecuadas de metal de relleno aplicadas a la unión.
- Enfriamiento repentino y/o remoción del metal de relleno derretido seguido del soldado o el soldado reforzado.

- El pre cubrimiento con estaño de las uniones anterior al montaje y soldadura.

Aunque soldar y el soldar reforzado son operaciones inherentemente simples, obviar o aplicar erróneamente algún paso del proceso puede ser la diferencia entre una buena unión o el fracaso.

EL PROCESO DE UNIÓN

Sin importar el proceso, ya sea el soldado o el soldado reforzado, los mismos pasos básicos deben ser seguidos, con la única diferencia estando en los fundentes, en los metales de relleno y en la temperatura calorífica utilizada. El siguiente proceso de unión señala los requerimientos básicos para lograr consistentemente una unión de soldadura común o reforzada de alta calidad:

- Medición y Corte
- Escariar
- Limpieza
- Fundimiento
- Montaje y Soporte
- Calentamiento
- Aplicación del metal de relleno
- Enfriamiento y Limpieza

MEDICIÓN Y CORTE

Mida exactamente la longitud de cada segmento de tubo. La inexactitud puede comprometer la calidad de la unión. Si el tubo es muy corto, este no alcanzará todo el tramo hasta el enlace, y una

unión apropiada no podrá ser efectuada. Si el segmento de tubo es muy largo, se puede ocasionar un mal funcionamiento en el sistema, el cual puede afectar el desempeño del mismo.

Corte el tubo a la medida. El corte puede ser logrado a través de varias formas que producirán el resultado deseado. El tubo puede ser cortado con una cortadora de tubo tipo disco (**Figura 1**), una sierra para metales, una rueda abrasiva, o una sierra de motor portátil. Se deben tomar precauciones para asegurar que el tubo no se deforme mientras se corta. No importando el método, el corte debe ser limpio y preciso para que el tubo se asiente apropiadamente en el enlace.

ESCARIAR

Escarie los extremos abarcando el diámetro completo del tubo hacia adentro para remover cualquier pequeña aspereza que se haya producido en la operación de corte. Si este borde interno áspero no es removido por el escareo, puede ocurrir la erosión – corrosión debido a turbulencias locales y la velocidad en el flujo local aumentada dentro del tubo. Una pieza de tubo correctamente escariada provee una superficie acabada para un flujo laminar suave.

Retire cualquier brusca en la parte externa del tubo que haya sido resultado de la operación de corte, para asegurar un montaje adecuado del tubo en el enlace. Algunas herramientas utilizadas para escariar los extremos de los tubos incluyen una navaja escareadora en la

cortadora de tubos, de media u hoja completa (**Figura 2**), una navaja de bolsillo, y una herramienta adecuada para limpieza (**Figure 3**). Con los tubos suaves, se debe tener mucho cuidado de no deformar el extremo del tubo al aplicarle demasiada presión.

Con tubos de textura suave, si se deforman, se les puede devolver la redondez con una herramienta de ajuste que tengan una toma y un anillo de ajuste.

LIMPIEZA

Remover todo óxido y tierra de los extremos del tubo y de los enlaces es crucial para el flujo adecuado del metal de relleno en la unión. Fallar al remover esto puede interferir con la acción capilar y puede que debilite la resistencia de la unión y hacer que falle.

El espacio capilar entre el tubo y el enlace es aproximadamente de 0.004 pulgada. El metal de relleno llena este espacio por acción capilar. Este espaciado es crítico porque determina si existe un flujo apropiado en el metal de relleno al espacio asegurando una unión fuerte.

Lime suavemente (limpie) los extremos de los tubos utilizando lija o un pad de nylon abrasivo (**Figura 4**) por una distancia ligeramente superior a la densidad del enlace.

Limpie los enlaces utilizando un trapo abrasivo, pads abrasivos o un cepillo de entalle de tamaño adecuado (**Figure 5**).

El bronce es un metal relativamente suave. Si se remueve demasiado material del extremo del tubo o del

enlace, puede que pierda forma y resulte en una unión pobre.

La limpieza química puede utilizarse si los extremos de los tubos y los ajustes son enjuagados a fondo luego de la limpieza, de acuerdo con el procedimiento facilitado por el fabricante del químico. No toque la superficie que fue limpiada con las manos desnudas o con guantes aceitosos. Los aceites de piel, aceites lubricantes y la grasa perjudican la adherencia del metal de relleno.

UNIONES SOLDADAS

Fundimiento

Utilice un fundente para soldar que disuelva y remueva los trazos de óxido de las superficies limpias a ser unidas, proteja las superficies limpias de que se vuelvan a oxidar durante el calentamiento y sugiera el derretimiento metálico (wetting) de las superficies por el metal soldado, como se recomienda en los requisitos generales del ASTM B 813. Aplique una capa delgada de fundente con un cepillo para entubar y ajustar tan pronto sea posible, luego de la limpieza (**Figuras 6 y 7**).

ADVERTENCIA: No lo aplique con los dedos. Los químicos en el fundente pueden ser dañinos si entra en contacto con ojos, boca o heridas abiertas.

Tenga cuidado al aplicar el fundente. La falta de cuidado en la manipulación de este producto puede ocasionar problemas posteriormente en la

Figure 1. Cortando

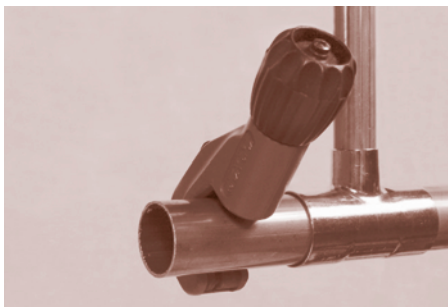


Figure 2. Escariando: lamina

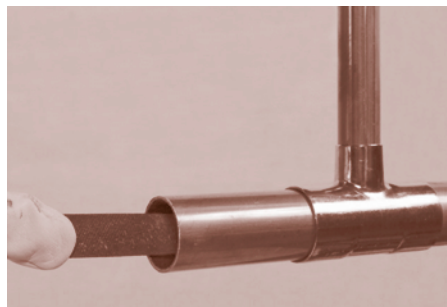


Figure 4. Limpiando: pad abrasivo

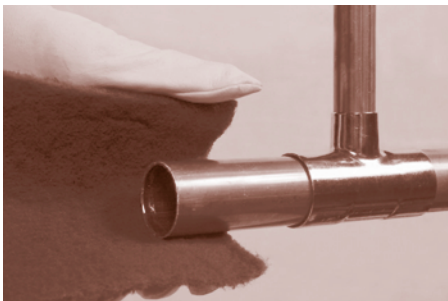


Figure 5. Limpiando: cepillo a la medida



Figure 3. Escariando: herramienta para quitar escoria

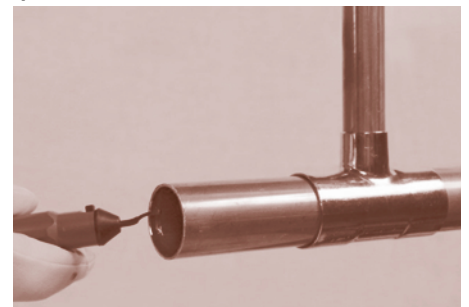


Figure 6. Fundente: tubo



instalación del sistema. Si se utilizan cantidades excesivas de fundente, el residuo del mismo puede ocasionar corrosión. En casos extremos, tal corrosión por fundentes puede perforar la pared del tubo, del enlace o de ambos.

Ensamblaje y Soporte

Monte y asegure el extremo del tubo interstándolo en el enlace, asegurándose que el tubo se asiente contra la base del enlace. Un leve movimiento de giro asegura aún la cobertura que da el fundente. Retire el exceso de fundente del exterior de la unión con un trapo de algodón (**Figura 8**).

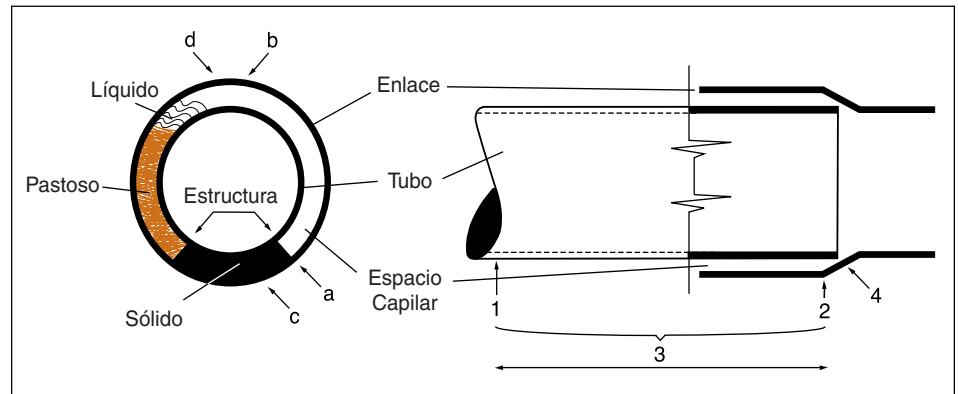
Apoye el tubo y el montaje del enlace para asegurar el espacio capilar adecuado alrededor la circunferencia completa de la unión. La uniformidad del espacio capilar asegurará un buen flujo capilar (**Figura 12**) del metal fundido de soldadura. La remoción excesiva puede llevar al metal de soldadura a rajarse en condiciones de tensión o vibración.

Calentamiento

ADVERTENCIA: cuando se trabaje con una llama abierta, temperaturas altas o gases inflamables, se deben observar las precauciones descritas en el ANSI/AWS Z49.1.

Comience el calentamiento con una llama perpendicular al tubo (**Figura 12, posición 1**). El tubo de cobre conduce el calor inicial al enlace para una

Figura 12. Esquema de Una Unión por Soldadura



distribución pareja del calor en el área de unión. La extensión de este precalentamiento depende del tamaño de la unión. El precalentamiento del montaje debe incluir la circunferencia completa del tubo para poder llevar el montaje a una condición de precalentamiento óptima. No obstante, para uniones en posición horizontal, evite el precalentar la parte superior de la unión para evitar que se queme el fundente de soldadura. Naturalmente el calor tiende a aumentar, y esto asegura un precalentamiento adecuado para la parte superior del montaje. La experiencia indicará la cantidad de calor y el tiempo necesarios.

Seguidamente, mueva la flama hacia el enlace (**Figura 12, posición 2**). Recorra la flama alternamente entre el enlace y el tubo a una distancia igual a la de la profundidad del enlace (**Figura**

12, posición 3). Nuevamente, precaliente la circunferencia del montaje como se describe arriba, con la flama en la base del enlace (**Figura 12, posición 4**), para que toque el soldado con la unión. Si el soldado no se derrite, remuévalo y continúe con el calentamiento.

CUIDADO: No sobrecaliente la unión o aplique la flama a la faz del enlace. El sobrecalentamiento puede quemar el fundente, lo cual destruirá su efectividad, y el soldado no entrará en la unión apropiadamente.

Cuando el soldado se derrita, aplique calor a la base del enlace para asistir a la acción capilar en correr el fundido en el enlace hacia la fuente de calor.

El calor se aplica generalmente utilizando un soplete de air-fuel (**Figura 9**). Tales sopletes utilizan acetileno o un gas tipo LP. También se pueden utilizar

Figure 7. Fundente: Ajustando



Figure 10. Resistencia eléctrica de una herramienta de soldadura

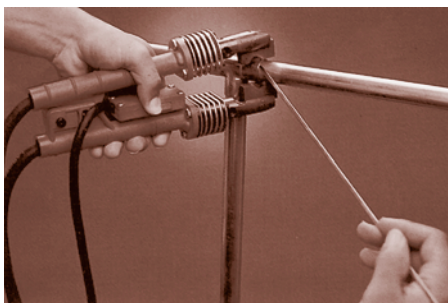


Figure 8. Remoción del exceso de fundente



Figure 11. Limpieza

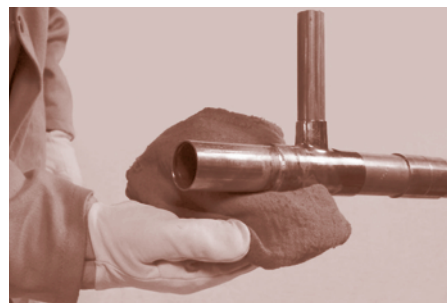
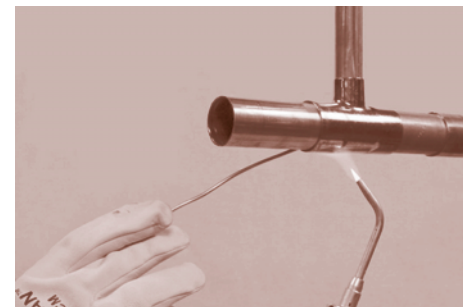


Figure 9. Soldadura



herramientas de soldadura resistentes a la electricidad (**Figura 10**). Estas emplean electrodos caloríficos y deben ser consideradas cuando se trate de llamas abiertas.

Aplicando el Soldador

Para uniones en una posición horizontal, comience aplicando el metal soldador ligeramente alejado del centro en el fondo de la unión (**Figura 12, posición a, y Figura 9**). Cuando el soldador comience a derretirse por el calor del tubo y del enlace, empuje el soldador hacia la unión mientras mantiene la llama en la base del enlace y ligeramente delante del punto de aplicación del soldador. Continúe con la técnica a través del fondo del enlace y hacia un lado de la parte superior del enlace (**Figura 12, posición b**).

El soldador ahora solidificado en el fondo de la unión ha creado una contención efectiva que evitará que el soldador se agote en la unión mientras que los lados y la parte superior de la unión se rellenan.

Regrese al punto de inicio, ligeramente montando (**Figura 12,**

posición c) y proceda con el lado incompleto hacia la parte superior, nuevamente, montando ligeramente (**Figura 12, posición d**). Mientras esta soldando, puede que aparezcan pequeñas gotas detrás del punto donde se está aplicando el soldador, indicando que la unión está completa en ese punto y no requerirá de más soldador. A través de este proceso estará utilizando las tres fases físicas en el soldado: sólido, pastoso y líquido.

Para uniones en posición vertical, realice una secuencia similar de pasos de montaje, comenzando en donde sea más conveniente.

Las uniones soldadas dependen del flujo sin rastros del soldador fundente en la acción capilar en el canal delgado entre el enlace y el tubo.

El metal soldador derretido se introduce en la unión mediante acción capilar sin importar si el flujo del soldador va hacia arriba, hacia abajo o de manera horizontal.

La acción capilar es más efectiva cuando el espacio entre las superficies a unirse es de entre 0.002 de pulgada y 0.005 de pulgada. Se permite que el

ajuste quede holgado hasta cierto punto, pero si el ajuste queda muy holgado, puede que cause problemas con ajustes de mayor tamaño.

Para unir un tubo de cobre a válvulas soldercup, siga las instrucciones del fabricante. La válvula debe estar en la posición de abierto antes de aplicar el calor, y el calor debe ser aplicado primariamente al tubo. Materiales que absorben el calor están disponibles comercialmente y también pueden ser utilizados para la protección de aquellos componentes sensitivos al calor durante la operación de unión.

La cantidad de soldador consumido cuando se llena adecuadamente el espacio capilar de entre el tubo y ya sea los enlaces maleados o fijos puede estimarse de los valores en la **Tabla 1**. La cantidad requerida de fundente es usualmente de 2 onzas por libra de soldador.

Limpieza y Enfriamiento

Permita que la unión completada se refresque naturalmente. El enfriamiento con agua repentino puede que tense o raje la unión. Una vez refrescada, limpie

Tabla 1: Requerimientos para las Uniones de Soldadura por Presión de Enlaces, longitud en pulgadas ⁽¹⁾

Tamaño Nominal o Estándar, pulgadas	O.D. del Tubo, pulgadas	Profundidad del la toma del enlace, pulgadas.	Espacio de entre la Unión, pulgadas										Peso en Lbs en un espacio de entre .010 por 100 uniones.
			0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	
1/4	.375	.310	.030	.060	.089	.119	.149	.179	.208	.238	.268	.298	.097
3/8	.500	.380	.049	.097	.146	.195	.243	.292	.341	.389	.438	.486	.159
1/2	.625	.500	.080	.160	.240	.320	.400	.480	.560	.640	.720	.800	.261
5/8	.750	.620	.119	.238	.357	.476	.595	.714	.833	.952	1.072	1.191	.389
3/4	.875	.750	.168	.336	.504	.672	.840	1.008	1.176	1.344	1.512	1.680	.548
1	1.125	.910	.262	.524	.786	1.048	1.311	1.573	1.835	2.097	2.359	2.621	.856
1 1/4	1.375	.970	.341	.683	1.024	1.366	1.707	2.049	2.390	2.732	3.073	3.415	1.115
1 1/2	1.625	1.090	.454	.907	1.361	1.814	2.268	2.721	3.175	3.628	4.082	4.535	1.480
2	2.125	1.340	.729	1.458	2.187	2.916	3.645	4.374	5.103	5.833	6.562	7.291	2.380
2 1/2	2.625	1.470	.988	1.976	2.964	3.952	4.940	5.928	6.916	7.904	8.892	9.880	3.225
3	3.125	1.660	1.328	2.656	3.985	5.313	6.641	7.969	9.297	10.626	11.954	13.282	4.335
3 1/2	3.625	1.910	1.773	3.546	5.318	7.091	8.864	10.637	12.409	14.182	15.955	17.728	5.786
4	4.125	2.160	2.281	4.563	6.844	9.125	11.407	13.688	15.969	18.250	20.532	22.813	7.446
5	5.125	2.660	3.490	6.981	10.471	13.962	17.452	20.943	24.433	27.924	31.414	34.905	11.392
6	6.125	3.090	4.846	9.692	14.538	19.383	24.229	29.075	33.921	38.767	43.613	48.459	15.815
8	8.125	3.970	8.259	16.518	24.777	33.035	41.294	49.553	57.812	66.071	74.330	82.589	26.955
10	10.125	4.000	10.370	20.739	31.109	41.478	51.848	62.218	72.587	82.957	93.326	103.696	33.845
12	12.125	4.500	13.970	27.940	41.910	55.881	69.851	83.821	97.791	111.761	125.731	139.701	45.596
			Consumo Promedio Actual ²										Para Propósitos de Estimación ³

1. Utilizando un Soldador de Cable de un diámetro de 1/8 de pulgada (No.9) (longitud por pulgada = .01227 pulgadas cúbicas).

2. El consumo actual depende de la mano de obra.

3. Incluye una autorización de 100% para cubrir pérdidas y desperdicio.

NOTA: Los requisitos de fundente son usualmente de 2 oz por libra de soldador.

Tabla 2: Metales de Relleno para la Soldadura Reforzada

Clasificación AWS ¹	Elementos Principales, porcentaje						Temperatura, °F	
	Plata (Ag)	Fósforo (P)	Zinc (Zn)	Cadmio (Cd)	Lata (Sn)	Cobre (Cu)	Sólido	Líquido
BCup-2	—	7.00-7.5	—	—	—	Recordatorio	1310	1460
BCup-3	4.8-5.2	5.8-6.2	—	—	—	Recordatorio	1190	1495
BCup-4	5.8-6.2	7.0-7.5	—	—	—	Recordatorio	1190	1325
BCup-5	14.5-15.5	4.8-5.2	—	—	—	Recordatorio	1190	1475
BAG-1 ²	44-46	—	14-18	23-25 ²	—	14-16	1125	1145
BAG-2 ²	34-36	—	19-23	17-19 ²	—	25-27	1125	1295
BAG-5	44-46	—	23-27	—	—	29-31	1225	1370
BAG-7	55-57	—	15-19	—	4.5-5.5	21-23	1145	1205

¹. ANSI/AWS A5.8 Especificación para Metales de Relleno para Soldadura Reforzada.

². ADVERTENCIA: BAG1 y BAG2 contienen Cadmio. Al calentar mientras se hace una soldadura reforzada, puede que produzca humos tóxicos. Evite respirar estos humos. Utilice ventilación adecuada. Refiérase al ANSI/ASC Z49 1 en Seguridad al Soldar y Cortar.

cualquier remanente de residuo fundente con un trapo húmedo (**Figura 11**). Cuando sea posible, basado en el propósito, los sistemas completos deben ser drenados y enjuagados para remover el exceso de fundente y escombros. Utilice un fundente que posea los estándares señalados en el ASTM B 813.

Prueba

Pruebe todos los montajes acabados para asegurar la integridad en las uniones. Siga el procedimiento de prueba prescrito por los códigos gubernamentales aplicables para el servicio prestado.

UNIONES POR SOLDADURA REFORZADA

Las conexiones reforzadas fuertes, a prueba de filtraciones para tubos de cobre pueden ser hechas por soldadura reforzada utilizando metales de relleno que se derriten a temperaturas que oscilan entre los 1100°F y los 1500°F, como están listadas en la **Tabla 2**. Soldar reforzadamente metales de relleno se refiere en algunas ocasiones como “soldadores duros” o “soldadores de plata”. **Esta terminología confusa debe evitarse.**

La temperatura en la cual un metal de relleno comienza a derretirse con el calor es la temperatura sólida; la temperatura líquida es de una temperatura mayor en la cual el metal de relleno se encuentra totalmente derretido. La temperatura líquida es la temperatura mínima en la cual se lleva a cabo la soldadura reforzada.

La diferencia entre los rangos de derretimiento sólido y líquido puede ser importante al momento de seleccionar un metal de relleno. Esto indica el rango de trabajo para un metal de relleno y la velocidad con la que el metal de relleno se tornará en sólido luego de la soldadura reforzada. Los metales de relleno con rangos más estrechos, con o sin plata, se solidifican más rápido, y por consiguiente, requieren una aplicación cuidadosa de calor. Los rangos de trabajo de los metales de relleno para la soldadura reforzada se muestran en la **Figura 13 a**.

Soldado Reforzado para Metales de Relleno

Los metales de relleno adecuados para soldar reforzadamente tubos de cobre se encuentran de dos clases: (1) las aleaciones de serie BCuP que contienen fósforo y (2) las aleaciones de serie BAG que tienen un alto contenido en plata. Las dos clases difieren al derretirse, al fundirse y en las características de flujo, y esto debe considerarse en la selección del metal de relleno (**Ver Tabla 2**). Mientras cualquiera de los metales de rellenos enlistados pueden ser utilizados, aquellos más comúnmente utilizados para la plomería, la refrigeración HVAC y los sistemas contra incendios son BCuP-2 (para tolerancias cercanas), BCuP-3, 4 ó 5 (en donde las tolerancias cercanas no pueden ser sostenidas) y BAG-1, BAG-5 y BAG-7. Los metales de relleno serie BCuP son más económicos que los de serie BAG y están mejor adecuados para los usos generales en tubería. La serie de metales de relleno BAG se requieren.

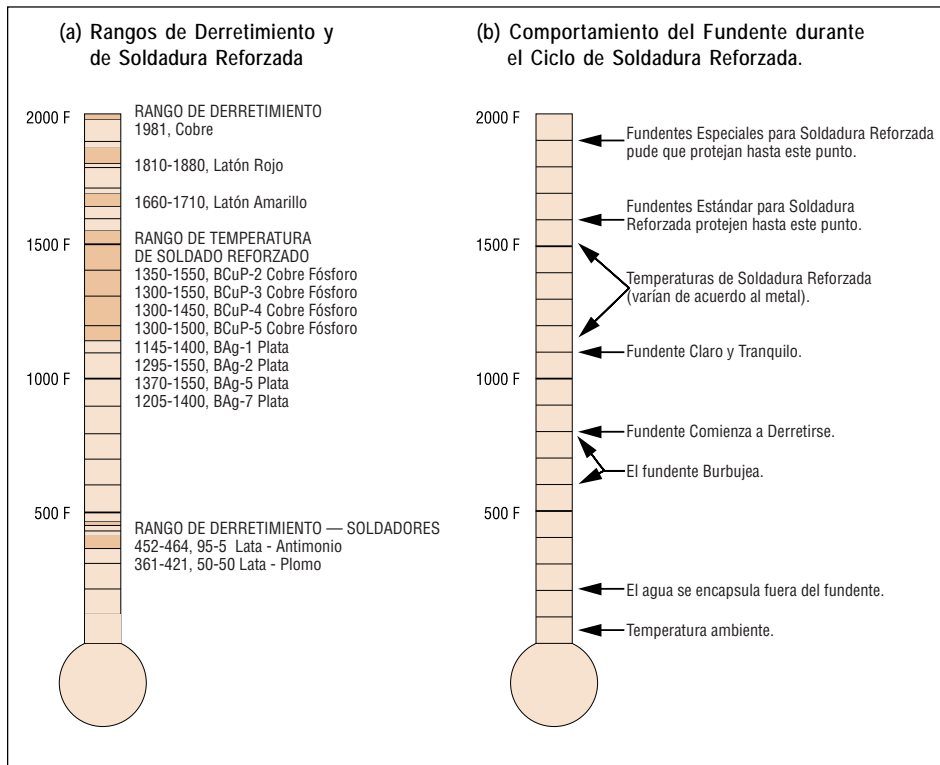
Para unir tubos de metal, cualquiera de estos metales de relleno proveen la resistencia necesaria cuando se utilizan con enlaces para soldadura los enlaces de soldadura reforzada short-cup disponibles comercialmente.

De acuerdo con la Asociación Americana de Soldadura (AWS), la fortaleza de una unión por soldadura reforzada alcanzará o excederá a la del tubo y del enlace que se estén uniendo cuanto la unión se monte y la profundidad de penetración del metal de relleno es el mínimo equivalente a tres veces el grosor del más delgado de los metales base (del tubo o del enlace), y se presente una capa muy bien desarrollada.

La fortaleza de una unión por soldadura reforzada en un tubo de cobre no varía mucho si se hace con distintos metales de relleno, pero esta depende principalmente en mantener el espacio adecuado entre la parte externa del tubo y el enlace del ajustdor. Los tubos de cobre y los enlaces solder-type están hechos exactamente el uno para el otro, y las tolerancias permitidas para cada uno aseguran que el espacio capilar estará dentro de los límites necesarios para una unión con fortaleza satisfactoria.

Las presiones calificadas de trabajo interno de los sistemas de tubos de cobre por soldadura reforzada, en temperatura de trabajo asciende a 350EF (la temperatura de vapor saturado a 120 psi) están enlistadas en la **Tabla 3**. Estos rangos de presión deben ser utilizados solo cuando el espacio capilar correcto ha sido sostenido.

Figure 13. Rangos de Temperatura de Derretimiento



FUNDIMIENTOS

El fundimiento utilizado para soldar reforzadamente uniones de cobre son diferentes en composición que los fundentes para soldadura. Las dos clases no se pueden utilizar intercambiamente.

Los fundentes de soldadura reforzada son a base de agua; mientras que, la mayoría de los fundentes de soldadura son a base de petróleo. Similares a los fundentes de soldadura, los fundentes de soldadura reforzada disuelven y remueven el óxido residual de la superficie metálica, protegen al metal de la reoxidación durante el proceso de calentamiento y promueven que los metales se hagan líquidos en las superficies a ser unidas por los metales de soldadura reforzada.

Los fundentes para soldadura reforzada también proveen al trabajador con una guía de temperatura (**Figure 13b**). Si la parte externa del enlace y el área afectada por el calor están cubiertas de fundente (adicionales al extremo del tubo y al enlace), la oxidación será minimizada y la apariencia de la unión será mejorada grandemente.

Los fundentes más adecuados para soldar reforzadamente el cobre y los tubos con aleaciones de cobre deben reunir las exigencias de la norma A5.31 de la AWS, Tipos FB3-A o FB3-C.

La **Figura 14** ilustra la necesidad de fundente de soldadura reforzada con los distintos tipos de tubos de cobre y de aleaciones de cobre, los enlaces y los metales de relleno cuando se soldan reforzadamente.

Montaje

Monte la unión insertando el tubo a la toma contra el cierre y gire, de ser posible. El montaje debe ser firmemente soportado de manera que este permanecerá alineado durante la operación de soldadura reforzada.

Aplicando Calor y Soldando Reforzadamente

Aplique calor a las partes a ser unidas, preferiblemente con una antorcha de oxy-fuel con una llama neutra. El combustible de aire es utilizado en ocasiones para tamaños más pequeños. Caliente el tubo primero, comenzando a partir de una pulgada del extremo de enlace, pasando la llama alrededor del tubo en tiros cortos con ángulos derechos al eje del tubo (**Figura 12, posición 1**).

Es muy importante que la llama se mantenga en movimiento y no permanezca en algún punto suficiente tiempo como para que se dañe el tubo. El fundente puede ser utilizado como guía de cuanto se debe calentar el tubo. El comportamiento del fundente durante el ciclo de soldadura reforzada está descrito en la **Figura 13b**.

Cambie la llama hacia el enlace en la base de este (**Figura 12, posición 2**). Caliente uniformemente, pasando la llama alternadamente desde el enlace del tubo hasta que el fundente quede quieto. Evite el calentamiento excesivo, debido a la posibilidad de que se raje.

Cuando el fundente aparezca líquido o transparente, comience a pasar la llama de adelante hacia atrás a través del eje hasta la unión para mantener el calor en las partes a ser unidas, especialmente frente a la base del enlace (**Figura 12, posición 3**). La llama debe mantenerse en movimiento para evitar el derretimiento del tubo o del enlace.

Para tubos de 1 pulgada o más largos, puede que sea difícil calentar toda la unión de una sola vez. Frecuentemente se encontrará deseable utilizar una punta de oxy-fuel de orificios múltiples para mantener una temperatura más uniforme sobre áreas más grandes. Se recomienda un precalentamiento leve del enlace completo en el caso de tramos grandes, y se recomienda el uso de una segunda antorcha para retener un precalentamiento uniforme del montaje del enlace entero, procedimiento que podría ser necesario en diámetros mayores. Luego de esto se puede proceder con el calentamiento como se indica en los pasos más arriba.

Aplique el metal de relleno de soldadura reforzada en el punto donde el tubo se introduce en la toma del enlace. Cuando se alcance la temperatura adecuada, el metal de relleno fluirá presto al espacio entre el tubo y la toma del enlace, atraído por la fuerza neutral de la acción capilar.

Mantenga la llama alejada del metal de relleno mismo mientras este es suministrado a la unión.

La temperatura del tubo y del enlace en la unión debe ser lo suficientemente elevada como para derretir el metal de relleno.

Mantenga a ambos, el enlace y el tubo calientes, moviendo la llama de un lado al otro de un componente al otro, mientras el metal de relleno es atraído a la unión.

Cuando la unión se haya hecho apropiadamente, el metal de relleno será arrastrado hasta la toma del enlace por la acción capilar, y una capa continua de metal de relleno será visible por completo alrededor de la unión. Para ayudar en el desarrollo de esta capa durante el soldado reforzado, la llama debe mantenerse ligeramente adelante del punto de aplicación del metal de relleno. Detenga el suministro tan pronto vea una capa completa.

Table 3: Rangos de Temperaturas de Derretimiento

Material de Unión ⁽⁴⁾	Temperatura de Servicio °F	Tipo de Enlace	Nivel de Presión de Trabajo Máximo (psi), para Tubos de Agua Tamaño Tstandar ⁽¹⁾				
			Nómina de Tamaños Estándar, en Pulgadas				
			1/8 a 1	1¼ a 2	2½ a 4	5 a 8	10 a 12
Alloy Sn50 50-50 Tin-Lead Solder ⁽⁵⁾	100	Presión ⁽²⁾	200	175	150	135	100
		DWV ⁽³⁾	—	95	80	70	—
	150	Presión ⁽²⁾	150	125	100	90	70
		DWV ⁽³⁾	—	70	55	45	—
	200	Presión ⁽²⁾	100	90	75	70	50
		DWV ⁽³⁾	—	50	40	35	—
	250	Presión ⁽²⁾	85	75	50	45	40
		DWV ⁽³⁾	—	—	—	—	—
	Vapor Saturado	Presión	15	15	15	15	15
	Alloy Sb5 95-5 Tin-Antimony Solder	100	Presión ⁽²⁾	1090	850	705	660
DWV ⁽³⁾			—	390	325	330	—
150		Presión ⁽²⁾	625	485	405	375	285
		DWV ⁽³⁾	—	225	185	190	—
200		Presión ⁽²⁾	505	395	325	305	230
		DWV ⁽³⁾	—	180	150	155	—
250		Presión ⁽²⁾	270	210	175	165	125
		DWV ⁽³⁾	—	95	80	80	—
Vapor Saturado		Presión	15	15	15	15	15
Aleación E		100	Presión ⁽²⁾	710	555	460	430
	DWV ⁽³⁾		—	255	210	215	—
	150	Presión ⁽²⁾	475	370	305	285	215
		DWV ⁽³⁾	—	170	140	140	—
	200	Presión ⁽²⁾	375	290	240	225	170
		DWV ⁽³⁾	—	135	110	115	—
	250	Presión ⁽²⁾	320	250	205	195	145
		DWV ⁽³⁾	—	115	95	95	—
	Vapor Saturado	Presión	15	15	15	15	15
	Aleación HB	100	Presión ⁽²⁾	1035	805	670	625
DWV ⁽³⁾			—	370	310	315	—
150		Presión ⁽²⁾	710	555	460	430	325
		DWV ⁽³⁾	—	255	210	215	—
200		Presión ⁽²⁾	440	345	285	265	200
		DWV ⁽³⁾	—	155	130	135	—
250		Presión ⁽²⁾	430	335	275	260	195
		DWV ⁽³⁾	—	155	125	130	—
Vapor Saturado		Presión	15	15	15	15	15
Unión de materiales al derretirse a o por encima de los 1110° F ⁽⁶⁾		Rangos de presión - temperatura consistentes con los materiales y procedimientos empleados (ver Tabla 3, Endurecidos)					
	Vapor Saturado	Presión	120	120	120	120	120

NOTA: Cuando se trabaje con temperaturas extremadamente bajas, de entre 0°F a menos 200°F, se recomienda que el material de unión se derrita o que se emplee una temperatura por encima de los 1100°F (ver Nota ⁽⁶⁾).

⁽¹⁾ Tamaños de tubería de agua según ASTM B 88.

⁽²⁾ Rangos hasta las 8 pulgadas en tamaño son las suministradas en el ASME B16.22 El cobre maleable y la Presión en la Unión en los enlaces con un Soldador de Aleación de Cobre y ASME B16.18 Enlaces Fijos y de Unión de Soldador de Aleación de Cobre. Rangos en tamaños de 10 - 12 pulgadas son aquellos dados en ASME B16.18 Enlaces Fijos y de Unión de Soldador de Aleación de Cobre.

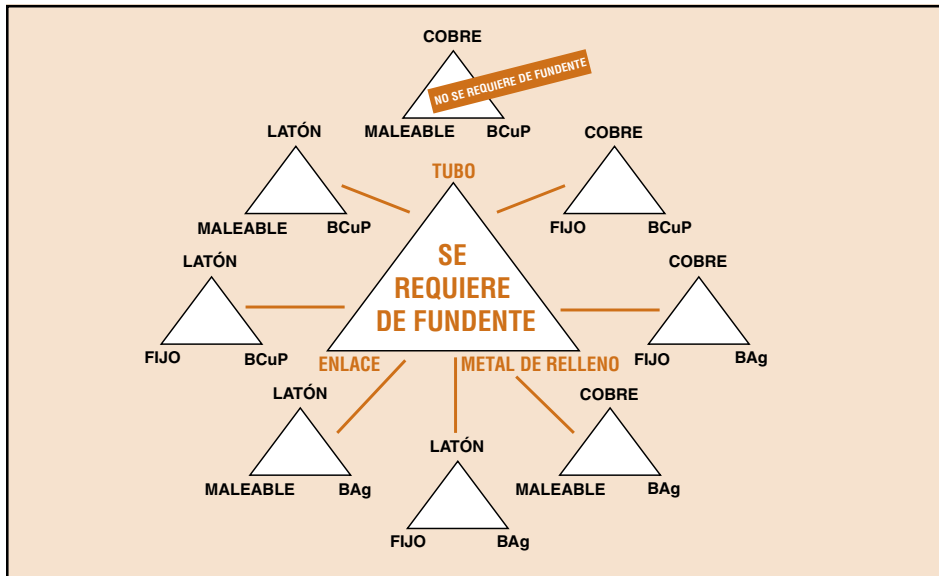
⁽³⁾ Utilizar el ASME B16.29 Enlaces para drenaje de Cobre Maleable y de Aleación de Cobre Maleable - DWV, y ASME B16.23 Enlaces para Drenaje Fijos de Aleación de Cobre - DWV.

⁽⁴⁾ Designaciones de Aleaciones como aparece en el ASTM B 32.

⁽⁵⁾ La Modificación de 1986 a la Ley de Consumo de Agua Segura prohíbe el uso de cualquier material soldador que contenga plomo por encima del 0.2% en los sistemas de agua potable.

⁽⁶⁾ Estos materiales para unión se definen como aleaciones de soldadura reforzada por la Sociedad Americana de Soldadura.

Figura 14. Recomendaciones sobre los fundentes de soldadura reforzada



Uniones Horizontales y Verticales

Al soldar reforzadamente uniones horizontales, es preferible que primero se aplique el metal de relleno ligeramente alejado del centro del fondo de la unión, procediendo a través del fondo de la unión y continuando hacia arriba hasta llegar a la parte superior de la unión. Luego, regrese al punto inicial, montando ligeramente, y luego proceda con el lado incompleto de la parte superior, nuevamente, montando ligeramente. Este procedimiento es idéntico al que se usa al soldar normalmente.

También, similar al proceso de soldadura común, asegúrese del montaje de las operaciones. En las uniones verticales, es inmaterial donde el comienzo se haga. Si la abertura de la toma apunta hacia abajo, debe tenerse cuidado para evitar sobrecalentar el tubo, esto pudiendo ocasionar que los metales de relleno de la soldadura reforzada corran hacia debajo de la parte externa del tubo.

Removiendo Residuos

Luego de que la unión soldada reforzadamente se ha enfriado, el residuo de fundente debe ser removido con un trapo limpio, un cepillo o una escobilla, utilizando agua tibia. Remueva todo el residuo de fundente para evitar el riesgo de que el fundente endurecido retenga presión y recubra una unión por soldadura reforzada imperfecta. Los enlaces maleados puede que se enfrien mejor que los enlaces fijos, pero todos a los enlaces se les debe permitir que se refresquen naturalmente antes de que los metales se hagan líquidos.

Consejos y Sugerencias Generales

Si el metal de relleno no fluye o tiende a englobarse, esto indica que hay óxido en las superficies metálicas o calor insuficiente en las partes a ser unidas. Si el tubo o el enlace comienzan a oxidarse durante el calentamiento, es por que hay muy poco fundente. Si el

metal de relleno no entra en la unión y tiende a correrse afuera de alguno de las piezas de la unión, es porque alguna de las piezas esta sobrecalentada o la otra no ha sido calentada suficientemente.

Prueba

Pruebe todos los montajes completados para medir la integridad de la unión. Siga el procedimiento de prueba prescrito por los códigos aplicables que rigen el servicio prestado.

PURGAR

En algunas instalaciones, como lo son los sistemas ACR o ductos de gas médico, se requiere de la adición de un gas inerte durante el proceso de soldadura reforzada. El gas purgante desplaza al oxígeno del interior del sistema mientras este es sujeto a la alta temperatura del soldado reforzado y, por consiguiente, elimina la posibilidad de la formación de óxido en la superficie interior del tubo.

Las medidas del gas purgante y sus métodos de aplicación deben ser incluidos dentro de las especificaciones del Proceso de la Soldadura Reforzada para estas aplicaciones.

Para más información acerca de la soldadura y de la soldadura reforzada de tubos de cobre y enlances, contacte a:

Copper Development Association Inc.
7918 Jones Branch Dr. Suite 300
McLean, VA 22102
Tel. 212/251-7200

Application Handbooks

Fuel Gas Distribution

Water Supply and Distribution

Fire Protection

Air-Conditioning & Refrigeration

Visite: www.copper.org

How Tube is Made

Properties

Soldering & Brazing

Medical Gas

Guide Specifications

Product Sources

Builder Satisfaction Program

AVISO: Esta publicación ha sido preparada para el uso de plomeros de profesión, ajustadores de tuberías, reparadores de sistemas de refrigeración, instaladores de sistemas contra incendios, contratistas que trabajen plomería o calefacción, ingenieros y otros involucrados en la instalación de sistemas de plomería, de calefacción y de acondicionamiento de aire. No obstante, el CDA no asumirá responsabilidad alguna o conexión alguna con esta publicación o su uso por persona u organización alguna y no resulta en representación o garantía alguna desde hoy al futuro.