

## SELECCION DE ELECTRODOS EN BASE A LAS CARACTERISTICAS DE LA JUNTA

Las soldaduras de aceros con alta resistencia a la tensión y con aleación baja, pueden efectuarse frecuentemente con uno o dos electrodos específicos.

En general, se pueden efectuar soldaduras resistentes en aceros al carbono con cualquier electrodo dentro de una amplia variedad. La selección del mejor electrodo para una soldadura más eficiente debe basarse en las características de la junta. Existe un método de tres etapas para considerar dichas características.

1. Debe establecerse si la junta es del tipo de "solidificación", de "relleno", de "seguimiento", o de alguna combinación de estos tipos.
2. Se debe elegir el grupo de electrodos de "solidificación rápida", de "relleno rápido", de "relleno y solidificación" ("seguimiento rápido"), o de bajo hidrógeno ("relleno y solidificación").
3. El paso siguiente consiste en estudiar las características de los electrodos que aparecen en el grupo seleccionado y elegir el mejor electrodo para la aplicación específica.

### JUNTAS DE "SOLIDIFICACION"

Las juntas que se sueldan en posición vertical o sobre cabeza, son del tipo de "solidificación". El metal de soldadura debe solidificarse rápidamente para evitar que el metal fundido se derrame fuera de la junta.

Para planchas con espesor de 5,0 a 16,0 mm (3/16 a 5/8") deben usarse electrodos de "solidificación rápida".

Si las planchas tienen espesor de 16,0 mm (5/8") o mayor, los electrodos de "relleno y solidificación" (bajo hidrógeno) son más económicos por su

rapidez de aportación, y porque producen soldaduras con menor número de cordones grandes, lo que permite reducir el tiempo total necesario para la limpieza.

### JUNTAS DE "RELLENO"

Las soldaduras en ranuras, planas y horizontales en ángulo y de solapo en planchas de espesor mayor de 5,0mm (3/16"), son juntas del tipo de "relleno". Estas soldaduras requieren básicamente electrodos de "relleno rápido", con alta velocidad de aportación, para llenar las juntas en el menor tiempo posible.

Los electrodos de "relleno rápido" solamente sueldan juntas a nivel o con ligera inclinación (hasta 15°). Conviene usar electrodos del tipo de "relleno y solidificación" para soldar juntas de "relleno" con inclinación mayor.

### JUNTAS DE "RELLENO Y SOLIDIFICACION" (Seguimiento rápido).

La soldadura de chapas de acero de espesor menor de 5,0mm (3/16") debe efectuarse con electrodos que suelden con altas velocidades de avance, y con un mínimo de saltos, interrupciones, inclusiones de escoria, y socavaciones.

Las soldaduras en ángulo y de solapo en todas las posiciones se ejecutan mejor con electrodos de "relleno y solidificación" o EXX13, debido a sus excelentes condiciones para el "seguimiento rápido".

Los demás tipos de juntas se sueldan mejor con electrodos de "solidificación rápida", que tienen características muy buenas de solidificación.

## SISTEMA DE NUMERACION DE LA AWS

- a) La letra "E" identifica a los electrodos revestidos y se refiere siempre a la soldadura por arco eléctrico.
- b) Las dos primeras cifras de un total de cuatro, o las tres primeras de un total de cinco, indican la resistencia mínima a la tracción del metal depositado en lbs/pulg<sup>2</sup>.

E 60xx	60.000 lbs/pulg <sup>2</sup>
E 70xx	70.000 lbs/pulg <sup>2</sup>
E 110xx	110.000 lbs/pulg <sup>2</sup>

- c) El dígito siguiente indica las posiciones \* para soldar

E xx1x	Todas las posiciones
E xx2x	Angulos en posición plana y horizontal.

- d) Los dos últimos dígitos combinados indican el tipo de corriente y polaridad a usarse y tipo de revestimiento.

- e) El sufijo (ejemplo: E xxxx-G) indica la aleación aproximada del metal de aportación.

-A1	0,5% Mo
-B1	0,5% Cr, 0,5% Mo
-B2	1,25% Cr, 0,5% Mo
-B3	2,25%Cr, 1% Mo
-C1	2,5% Ni
-C2	3,25% Ni
-C3	1,0% Ni, 0,35% Mo, 0,15% Cr
-G	0,50 Ni min, 0,30 Cr min, 0,20 Mo min, 0,10 V min (solamente uno de estos elementos es requerido)

POSICIONES EN LAS QUE LOS ELECTRODOS PUEDEN OPERAR SATISFACTORIAMENTE Y PRODUCIR SOLDADURAS DE BUENA CALIDAD.

P = PLANA  
SC = SOBRE CABEZA  
V = VERTICAL  
H = HORIZONTAL  
FH = FILETE HORIZONTAL

## CLASIFICACION DE LOS ELECTRODOS

DESIGNACION	REVESTIMIENTO	CORRIENTE Y POLARIDAD
<b>ELECTRODOS DE "SOLIDIFICACION RAPIDA"</b>		
Exx10	Celulósico-sodio	CC(+)
Exx11	Celulósico-potasio	CA o CC(+)
<b>ELECTRODO DE "RELLENO Y SOLIDIFICACION"</b>		
Exx13	Rutilico-potasio	CA o CC(±)
<b>ELECTRODO DE BAJO CONTENIDO DE HIDROGENO</b>		
Exx18	Bajo hidrógeno, aprox. 30% polvo de hierro	CC(+)
CC = CORRIENTE CONTINUA CA = CORRIENTE ALTERNA		

## ELECTRODOS DE "SOLIDIFICACION RAPIDA" PARA LA SOLDADURA DE ACERO AL CARBONO

### FLEETWELD - 5P+

CLASIFICACION: AWS. E 6010  
COVENIN. E 43010

#### DESCRIPCION:

Electrodo con revestimiento celulósico, recomendado para operar con corriente continua electrodo positivo (CC+) en todas las posiciones, particularmente vertical ascendente y sobre cabeza. Garantiza penetración profunda, buena estabilidad del arco, remoción fácil de la escoria. Capaz de producir soldaduras aptas para inspección radiográfica. Representa la mejor opción para soldar acero galvanizado, superficies pintadas, con grasa, o no totalmente limpias.

### FLEETWELD - 35

CLASIFICACION: AWS. E 6011  
COVENIN. E 43011

#### DESCRIPCION:

Electrodo recomendado para soldar en todas las posiciones. Diseñado para uso general con soldadoras industriales de corriente alterna. Garantiza profunda penetración, buena estabilidad del arco y remoción fácil de la escoria. Recomendado para la soldadura de estructuras en general tales como lanques de almacenamiento, puentes, recipientes de presión y tuberías. Cumple con la especificación militar MIL-G-6011.

### SHIELD-ARC-HYP

CLASIFICACION: AWS. E 7010-G  
DESCRIPCION:

Electrodo con revestimiento celulósico, recomendado para operar con corriente continua electrodo positivo (CC+) en todas las posiciones, especialmente para la soldadura vertical descendente de tuberías. Muy fácil operación. Debido a la potencia del arco, proporciona profunda penetración y excelente remoción de restos de escoria y de cordones anteriores. Especialmente diseñado para tuberías de alta resistencia. Tuberías: Serie 5LX, grado X52 hasta grado X65.

### APLICACIONES GENERALES

Usos Generales en soldaduras de fabricación y mantenimiento.

Soldadura de Planchas en Posición Vertical Ascendente y Sobre cabeza.

Soldadura con Calidad para Inspección con Rayos X en trabajos fuera de posición.

Soldadura de Tuberías. Obras de conducción, plantas industriales, y soldadura no crítica de tuberías de diámetro pequeño.

La Mejor Calidad para Acero Galvanizado, Enchapado, Sucio, Pintado o Engrasado. (la calidad de la soldadura puede ser menor que en acero limpio).

Junta que Exijan Penetración Profunda, tales como soldaduras angulares a tope.

Chapas Metálicas. Soldaduras de cantos, esquinadas y a tope

## TECNICAS PARA LA SOLDADURA

**POLARIDAD:** Utilizar corriente continua electrodo positivo con los electrodos Exx10 y corriente alterna con los electrodos Exx11. Los electrodos Exx11 pueden operar con corriente continua electrodo positivo utilizando amperajes 10% inferiores a los valores normales para corriente alterna.

**SOLDADURA EN PLANO:** Mantener un arco de longitud no mayor de 3,25mm (1/8"), o tocar ligeramente el trabajo con la punta del electrodo. Avanzar con suficiente velocidad para mantenerse delante del metal fundido. Utilizar amperajes en la parte media o superior del rango recomendado.

**SOLDADURA VERTICAL:** Utilizar electrodos de diámetros no mayores de 5,0mm (3/16"). La técnica de arrastre vertical descendente se emplea para la soldadura de tuberías y para la soldaduras de un solo pase en aceros delgados. La soldadura vertical ascendente es usada en su mayoría en planchas gruesas. Para el primer pase en soldaduras en ángulo se recomienda efectuar un pequeño movimiento de avance y re-

troceso del electrodo en el sentido de avance, logrando así, buena fusión al avanzar y se controla la socavación y la forma del cordón al retroceder. Para las juntas a tope se debe efectuar un movimiento circular. Los pases siguientes deben efectuarse con un movimiento de tejido, deteniéndose ligeramente en los bordes para garantizar buena penetración. Utilizar amperajes en la parte inferior del rango recomendado.

**SOLDADURA A TOPE HORIZONTAL Y SOBRE CABEZA:** Utilizar electrodos de diámetros no mayores de 5,0mm (3/16"). Para este tipo de soldaduras se recomienda efectuar cordones rectos utilizando una técnica similar a la que se describe para el primer pase en soldaduras verticales ascendentes.

**SOLDADURA DE BORDES Y A TOPE EN LAMINAS:** Utilizar corriente continua electrodo negativo y mantener un arco de longitud igual o mayor de 5,0mm (3/16"). Posicionar el trabajo a 45° de inclinación para así lograr soldaduras más rápidas. Utilizar amperajes en la parte media del rango recomendado.

### CARACTERISTICAS OPERATIVAS

El tipo de corriente y polaridad que se indica primero representa la mejor recomendación.

### PROPIEDADES MECANICAS

Las cifras mínimas que se indican en la condición "sin tratamiento térmico" equivalen a las exigencias mínimas de la AWS.

LINCOLN	TIPO DE CORRIENTE Y POLARIDAD	DIAMETROS DE LOS ELECTRODOS Y RANGOS DE AMPERAJE				RESISTENCIA A LA TRACCION	ALARGAMIENTO % EN 50 mm	RESISTENCIA AL IMPACTO
		2,5mm (3/32")	3,25mm (1/8")	4,0mm (5/32")	5,0mm (3/16")			
FLEETWELD-5P+	CC(+)	40 - 70	65 - 130	90 - 175	140 - 225	510 - 590 N/mm <sup>2</sup>	24 - 28	50 - 88 Nm a - 29°C
FLEETWELD -35	CA CC(+)	50 - 85 40 - 75	75 - 120 70 - 110	90 - 160 80 - 145	120 - 200 110 - 180	430 - 470 N/mm <sup>2</sup>	22 - 30	27 - 122 Nm a - 29°C
SHIELD-ARC HYP	CC(+)		75 - 130	90 - 185	140 - 225	480 - 580 N/mm <sup>2</sup>	22 - 23	40 Nm a - 29°C

LONGITUD DEL ELECTRODO: 350 mm

PESO POR CAJA: 20 KILOS

## SELECCION DE ELECTRODOS EN BASE A LAS CARACTERISTICAS DE LA JUNTA

Las soldaduras de aceros con alta resistencia a la tensión y con aleación baja, pueden efectuarse frecuentemente con uno o dos electrodos específicos.

En general, se pueden efectuar soldaduras resistentes en aceros al carbono con cualquier electrodo dentro de una amplia variedad. La selección del mejor electrodo para una soldadura más eficiente debe basarse en las características de la junta. Existe un método de tres etapas para considerar dichas características.

1. Debe establecerse si la junta es del tipo de "solidificación", de "relleno", de "seguimiento", o de alguna combinación de estos tipos.
2. Se debe elegir el grupo de electrodos de "solidificación rápida", de "relleno rápido", de "relleno y solidificación" ("seguimiento rápido"), o de bajo hidrógeno ("relleno y solidificación").
3. El paso siguiente consiste en estudiar las características de los electrodos que aparecen en el grupo seleccionado y elegir el mejor electrodo para la aplicación específica.

### JUNTAS DE "SOLIDIFICACION"

Las juntas que se sueldan en posición vertical o sobre cabeza, son del tipo de "solidificación". El metal de soldadura debe solidificarse rápidamente para evitar que el metal fundido se derrame fuera de la junta.

Para planchas con espesor de 5,0 a 16,0 mm (3/16 a 5/8") deben usarse electrodos de "solidificación rápida".

Si las planchas tienen espesor de 16,0 mm (5/8") o mayor, los electrodos de "relleno y solidificación" (bajo hidrógeno) son más económicos por su

rapidez de aportación, y porque producen soldaduras con menor número de cordones grandes, lo que permite reducir el tiempo total necesario para la limpieza.

### JUNTAS DE "RELLENO"

Las soldaduras en ranuras, planas y horizontales en ángulo y de solapo en planchas de espesor mayor de 5,0mm (3/16"), son juntas del tipo de "relleno". Estas soldaduras requieren básicamente electrodos de "relleno rápido", con alta velocidad de aportación, para llenar las juntas en el menor tiempo posible.

Los electrodos de "relleno rápido" solamente sueldan juntas a nivel o con ligera inclinación (hasta 15°). Conviene usar electrodos del tipo de "relleno y solidificación" para soldar juntas de "relleno" con inclinación mayor.

### JUNTAS DE "RELLENO Y SOLIDIFICACION" (Seguimiento rápido).

La soldadura de chapas de acero de espesor menor de 5,0mm (3/16") debe efectuarse con electrodos que suelden con altas velocidades de avance, y con un mínimo de saltos, interrupciones, inclusiones de escoria, y socavaciones.

Las soldaduras en ángulo y de solapo en todas las posiciones se ejecutan mejor con electrodos de "relleno y solidificación" o EXX13, debido a sus excelentes condiciones para el "seguimiento rápido".

Los demás tipos de juntas se sueldan mejor con electrodos de "solidificación rápida", que tienen características muy buenas de solidificación".

## SISTEMA DE NUMERACION DE LA AWS

- La letra "E" identifica a los electrodos revestidos y se refiere siempre a la soldadura por arco eléctrico.
- Las dos primeras cifras de un total de cuatro, o las tres primeras de un total de cinco, indican la resistencia mínima a la tracción del metal depositado en lbs/pulg<sup>2</sup>.  

E 60xx	60.000 lbs/pulg <sup>2</sup>
E 70xx	70.000 lbs/pulg <sup>2</sup>
E 110xx	110.000 lbs/pulg <sup>2</sup>
- El dígito siguiente indica las posiciones \* para soldar  

E xx1x	Todas las posiciones
E xx2x	Ángulos en posición plana y horizontal.
- Los dos últimos dígitos combinados indican el tipo de corriente y polaridad a usarse y tipo de revestimiento.

- El sufijo (ejemplo: E xxxx-G) indica la aleación aproximada del metal de aportación.

-A1	0,5% Mo
-B1	0,5% Cr, 0,5% Mo
-B2	1,25% Cr, 0,5% Mo
-B3	2,25% Cr, 1% Mo
-C1	2,5% Ni
-C2	3,25% Ni
-C3	1,0% Ni, 0,35% Mo, 0,15% Cr
-G	0,50 Ni min, 0,30 Cr min, 0,20 Mo min, 0,10 V min (solamente uno de estos elementos es requerido)

POSICIONES EN LAS QUE LOS ELECTRODOS PUEDEN OPERAR SATISFACTORIAMENTE Y PRODUCIR SOLDADURAS DE BUENA CALIDAD.

P = PLANA	H = HORIZONTAL
SC = SOBRE CABEZA	FH = FILETE HORIZONTAL
V = VERTICAL	

## CLASIFICACION DE LOS ELECTRODOS

DESIGNACION	REVESTIMIENTO	CORRIENTE Y POLARIDAD
<b>ELECTRODOS DE "SOLIDIFICACION RAPIDA"</b>		
Exx10	Celulósico-sodio	CC(+)
Exx11	Celulósico-potasio	CA o CC(+)
<b>ELECTRODO DE "RELLENO Y SOLIDIFICACION"</b>		
Exx13	Rutilico-potasio	CA o CC(±)
<b>ELECTRODO DE BAJO CONTENIDO DE HIDROGENO</b>		
Exx18	Bajo hidrógeno, aprox. 30% polvo de hierro	CC(+) o CA
CC = CORRIENTE CONTINUA		
CA = CORRIENTE ALTERNA		

# ELECTRODO DE "RELLENO Y SOLIDIFICACION" PARA LA SOLDADURA DE ACERO AL CARBONO

## FLEETWELD-37

CLASIFICACION: AWS. E 6013  
COVENIN: E 47013

### DESCRIPCION:

Electrodo con revestimiento rutilico recomendado para operar con corriente alterna CA o con corriente continua CC(±) en todas las posiciones, especialmente vertical descendente y a nivel. Características de muy fácil operación, mediana penetración y tasa de deposición del material de aporte. Diseñado para la soldadura de láminas cuando se requiere una excelente apariencia del cordón. Cumple con la especificación militar MIL-6013.

### APLICACIONES GENERALES

Soldaduras Descendentes en ángulo y de solapo.

Soldaduras Cortas o Irregulares, que cambian de dirección o de posición.

Soldaduras de Chapas Metálicas, tanto en ángulo como de solapo.

Soldaduras de "Relleno Rápido", con presentación deficiente.

Soldaduras en General, en todas las posiciones.

### CARACTERÍSTICAS DE "RELLENO Y SOLIDIFICACION"

Penetración y tasa de deposición medianas.

Aspecto. Varía desde liso, libre de ondulaciones, hasta parejo, con ondulaciones marcadas.

Soldadura en Cualquier Posición. Se emplean con mayor frecuencia para soldaduras descendentes y a nivel.

Excelentes Características de "Seguimiento Rápido". El electrodo E6013, en tamaños desde 3/32" hasta 3/16", es excelente para la soldadura de chapas metálicas.

## TECNICAS PARA LA SOLDADURA

**POLARIDAD:** Fleetweld-37 garantiza una excelente operación con corriente alterna, aun cuando la corriente continua electrodo negativo es también recomendada para una gran variedad de aplicaciones.

**SOLDADURA EN PLANO E INCLINADA:** Se recomienda un cordón recto para el primer pase, excepto en casos de presentación deficiente que requieren un ligero movimiento de tejido. Para los pases siguientes se puede utilizar cordones rectos o con movimiento de tejido. La punta del electrodo debe tocar el trabajo o el arco debe tener una longitud no mayor de 3,25mm (1/8"). El tamaño deseado del cordón determinará la velocidad de avance. Utilizar amperajes en la parte media o superior del rango recomendado.

**DIAMETRO DEL ELECTRODO:** Utilizar electrodos de diámetros no mayores de 5,0mm (3/16") para la soldadura en posiciones vertical y sobre cabeza.

**SOLDADURA VERTICAL DESCENDENTE:** Se recomienda emplear la técnica de arrastre. Los cordones deben ser pequeños. El electrodo debe apuntar hacia arriba para que la fuerza del arco mantenga el metal fundido hacia la junta. Avanzar con suficiente velocidad para mantener-

se delante del metal fundido. Utilizar amperajes en la parte superior del rango recomendado.

**SOLDADURA VERTICAL ASCENDENTE:** Utilizar un movimiento de tejido triangular. El electrodo debe apuntar ligeramente hacia arriba para que la fuerza del arco ayude a controlar el cráter. Avanzar con lentitud suficiente para formar cada capa de soldadura sin que se derrame el metal fundido. Utilizar amperajes en la parte inferior del rango recomendado.

**SOLDADURA SOBRE CABEZA:** Soldar cordones rectos empleando la técnica de avance y retroceso del electrodo en el sentido de avance, para lograr así, buena fusión y control de la socavación y forma del cordón. Avanzar con velocidad suficiente para evitar derrames de metal fundido. Utilizar amperajes en la parte inferior del rango recomendado.

**SOLDADURA DE CHAPAS METALICAS:** Se recomienda soldar en forma descendente siempre que sea posible. Avanzar tan rápido como se pueda manteniendo un cordón ininterrumpido. Utilizar amperajes en la parte media o superior del rango recomendado.

### CARACTERISTICAS OPERATIVAS

El tipo de corriente y polaridad que se indica primero representa la mejor recomendación.

### PROPIEDADES MECANICAS

Las cifras mínimas que se indican en la condición "sin tratamiento térmico" equivalen a las exigencias mínimas de la AWS.

LINCOLN	TIPO DE CORRIENTE Y POLARIDAD	DIAMETROS DE LOS ELECTRODOS Y RANGOS DE AMPERAJE				RESISTENCIA A LA TRACCION	ALARGAMIENTO % EN 50 mm	RESISTENCIA AL IMPACTO
		2,5mm(3/32")	3,25mm (1/8")	4,0mm (5/32")	5,0mm (3/16")			
FLEETWELD - 37	CA CC(±)	75 - 105 70 - 95	110 - 150 100 - 135	160 - 200 145 - 180	205 - 260 190 - 235	470 - 510 N/mm2	17 - 28	95 Nm a + 21 °C

LONGITUD DEL ELECTRODO: 350 mm

PESO POR CAJA: 20 KILOS

## ELECTRODO DE BAJO CONTENIDO DE HIDROGENO PARA LA SOLDADURA DE ACERO AL CARBONO Y DE ALEACION

### JET LH-78 RH

CLASIFICACION: AWS. E 7018  
COVENIN. E 50018

#### DESCRIPCION:

Electrodo de bajo contenido de hidrógeno y de alta resistencia a la absorción de humedad en el revestimiento, con aprox. 30% de polvo de hierro. Recomendado para operar con corriente continua electrodo positivo CC(+) o con corriente alterna en todas las posiciones. Características de alta velocidad y alta tasa de deposición del material de aporte. Excelente apariencia, fácil remoción de la escoria. Capaz de producir soldaduras aptas para inspección radiográfica en aceros de bajo, medio y alto contenido de carbono, aceros de baja aleación y aceros con alto contenido de azufre.

#### Ventajas del Bajo Contenido de Hidrógeno

Los electrodos con bajo contenido de hidrógeno pueden producir soldaduras densas, de calidad para inspección con rayos X, con resistencia a los impactos y ductilidad excelentes. El bajo contenido de hidrógeno en el metal de aportación reduce el peligro de agrietamiento debajo de los cordones, y de micro-grietas, en los aceros con alto contenido de carbono o de baja aleación, y en soldaduras gruesas. Se necesita menos precalentamiento que para otros electrodos.

#### APLICACIONES GENERALES

Calidad para inspección con rayos X y propiedades mecánicas excelentes.

**Resistencia al Agrietamiento** en aceros con mediano a alto contenido de carbono, al agrietamiento en caliente de aceros que contienen fósforo, y a la porosidad en aceros con azufre. La calidad para inspección con rayos X y las propiedades mecánicas de la soldadura pueden ser menores en estos aceros.

**Soldadura de Planchas Gruesas y Juntas Inmovilizadas**, de acero al carbono o de aleación, cuando las tensiones de contracción tienden a causar el agrietamiento de la soldadura.

**Soldadura de Aceros Aleados** que requieren aportaciones con resistencia a la tensión de (70.000 lbs/pulg.<sup>2</sup>)

**Soldaduras de Pasadas Múltiples, Verticales y Sobre cabeza**, en planchas de acero al carbono.

## TECNICAS PARA LA SOLDADURA

Todos los electrodos del tipo 7018 deben emplearse con la técnica de arrastre o se debe mantener un arco no mayor a 1,6mm (1/16") para así obtener las propiedades mecánicas y la calidad de soldadura deseada. El uso de longitudes mayores en el arco puede resultar en porosidad y causar serios deterioros de las propiedades de impacto.

**SOLDADURA EN PLANO:** Se recomienda el uso de amperajes bajos para el primer pase y en situaciones en las que sea necesario reducir la mezcla del metal de aporte con un metal base que posea características pobres para la soldadura. En los pases siguientes se puede utilizar amperajes que brinden mejores características operativas. Cuando se requieren optimas propiedades de impacto y excelente calidad para pruebas radiográficas, se recomienda arrastrar el electrodo ligeramente o tratar de mantener la longitud del arco tan corta como sea posible (1/16") Max. Se prefieren cordones rectos o con un leve movimiento de tejido. Los amperajes utilizados para corriente alterna deben ser mayores que para la corriente continua. La velocidad de avance dependerá del tamaño del cordón deseado.

**SOLDADURA VERTICAL:** Utilizar electrodos de diámetros igual o inferior a 4,0mm (5/32") para las soldaduras ascendentes. Se recomienda utilizar un tejido triangular para las soldaduras de un solo pase en planchas gruesas. En el caso de pases múltiples, se debe depositar primero un cordón recto empleando para ello un ligero movimiento de tejido. Los pases siguientes se efectúan con un movimiento de "lado-a-lado", deteniéndose en los bordes el tiempo suficiente para así fundir cualquier inclusión de escoria y reducir al mínimo la socavación. El avance debe ser lento para mantener las capas de soldadura y así evitar el derrame del metal fundido. Utilizar amperajes en la parte inferior-media del rango recomendado.

**SOLDADURA SOBRE CABEZA:** Utilizar electrodos de diámetros igual o menores a 4,0mm (5/32"). Se recomienda depositar cordones rectos con un ligero movimiento circular en el cráter. El Arco debe mantenerse corto y los movimientos deben ser lentos y bien definidos. Avanzar con suficiente velocidad para evitar derrames del metal fundido. Utilizar amperajes en la parte inferior del rango recomendado.

#### CARACTERISTICAS OPERATIVAS

El tipo de corriente y polaridad que se indica primero representa la mejor recomendación.

#### PROPIEDADES MECANICAS

Las cifras mínimas que se indican en la condición "sin tratamiento térmico" equivalen a las exigencias mínimas de la AWS.

LINCOLN	TIPO DE CORRIENTE Y POLARIDAD	DIAMETROS DE LOS ELECTRODOS Y RANGOS DE AMPERAJE				RESISTENCIA A LA TRACCION	ALARGAMIENTO % EN 50 mm	RESISTENCIA AL IMPACTO
		2,5mm(3/32")	3,25mm (1/8")	4,0mm (5/32")	5,0mm (3/16")			
JET LH78-RH	CC(+) CA	85 - 110 —	110 - 160 120 - 170	130 - 200 140 - 230	180 - 270 210 - 290	500 - 610 N/mm <sup>2</sup>	22 - 28	27 - 162 Nm a - 29 °C

LONGITUD DEL ELECTRODO: 350 mm - 450 mm  
PESO POR CAJA: 20 KILOS



# SELECCION DE ELECTRODOS EN BASE A LAS CARACTERISTICAS DE LA JUNTA

Las soldaduras de aceros con alta resistencia a la tensión y con aleación baja, pueden efectuarse frecuentemente con uno o dos electrodos específicos.

En general, se pueden efectuar soldaduras resistentes en aceros al carbono con cualquier electrodo dentro de una amplia variedad. La selección del mejor electrodo para una soldadura más eficiente debe basarse en las características de la junta. Existe un método de tres etapas para considerar dichas características.

1. Debe establecerse si la junta es del tipo de "solidificación", de "relleno", de "seguimiento", o de alguna combinación de estos tipos.
2. Se debe elegir el grupo de electrodos de "solidificación rápida", de "relleno rápido", de "relleno y solidificación" ("seguimiento rápido"), o de bajo hidrógeno ("relleno y solidificación").
3. El paso siguiente consiste en estudiar las características de los electrodos que aparecen en el grupo seleccionado y elegir el mejor electrodo para la aplicación específica.

## JUNTAS DE "SOLIDIFICACION"

Las juntas que se sueldan en posición vertical o sobre cabeza, son del tipo de "solidificación". El metal de soldadura debe solidificarse rápidamente para evitar que el metal fundido se derrame fuera de la junta.

Para planchas con espesor de 5,0 a 16,0 mm (3/16 a 5/8") deben usarse electrodos de "solidificación rápida".

Si las planchas tienen espesor de 16,0 mm (5/8") o mayor, los electrodos de "relleno y solidificación" (bajo hidrógeno) son más económicos por su

rapidez de aportación, y porque producen soldaduras con menor número de cordones grandes, lo que permite reducir el tiempo total necesario para la limpieza.

## JUNTAS DE "RELLENO"

Las soldaduras en ranuras, planas y horizontales en ángulo y de solapo en planchas de espesor mayor de 5,0mm (3/16"), son juntas del tipo de "relleno". Estas soldaduras requieren básicamente electrodos de "relleno rápido", con alta velocidad de aportación, para llenar las juntas en el menor tiempo posible.

Los electrodos de "relleno rápido" solamente sueldan juntas a nivel o con ligera inclinación (hasta 15°). Conviene usar electrodos del tipo de "relleno y solidificación" para soldar juntas de "relleno" con inclinación mayor.

## JUNTAS DE "RELLENO Y SOLIDIFICACION" (Seguimiento rápido).

La soldadura de chapas de acero de espesor menor de 5,0mm (3/16") debe efectuarse con electrodos que suelden con altas velocidades de avance, y con un mínimo de saltos, interrupciones, inclusiones de escoria, y socavaciones.

Las soldaduras en ángulo y de solapo en todas las posiciones se ejecutan mejor con electrodos de "relleno y solidificación" o EXX13, debido a sus excelentes condiciones para el "seguimiento rápido".

Los demás tipos de juntas se sueldan mejor con electrodos de "solidificación rápida", que tienen características muy buenas de solidificación".

## SISTEMA DE NUMERACION DE LA AWS

- a) La letra "E" identifica a los electrodos revestidos y se refiere siempre a la soldadura por arco eléctrico.
- b) Las dos primeras cifras de un total de cuatro, o las tres primeras de un total de cinco, indican la resistencia mínima a la tracción del metal depositado en lbs/pulg<sup>2</sup>.

E 60xx	60.000 lbs/pulg <sup>2</sup>
E 70xx	70.000 lbs/pulg <sup>2</sup>
E 110xx	110.000 lbs/pulg <sup>2</sup>

- c) El dígito siguiente indica las posiciones \* para soldar

E xx1x	Todas las posiciones
E xx2x	Angulos en posición plana y horizontal.

- d) Los dos últimos dígitos combinados indican el tipo de corriente y polaridad a usarse y tipo de revestimiento.

- e) El sufijo (ejemplo: E xxxx-G) indica la aleación aproximada del metal de aportación.

-A1	0,5% Mo
-B1	0,5% Cr, 0,5% Mo
-B2	1,25% Cr, 0,5% Mo
-B3	2,25%Cr, 1% Mo
-C1	2,5% Ni
-C2	3,25% Ni
-C3	1,0% Ni, 0,35% Mo, 0,15% Cr
-G	0,50 Ni min, 0,30 Cr min, 0,20 Mo min, 0,10 V min (solamente uno de estos elementos es requerido)

POSICIONES EN LAS QUE LOS ELECTRODOS PUEDEN OPERAR SATISFACTORIAMENTE Y PRODUCIR SOLDADURAS DE BUENA CALIDAD.

P = PLANA	H = HORIZONTAL
SC = SOBRE CABEZA	FH = FILETE HORIZONTAL
V = VERTICAL	

## CLASIFICACION DE LOS ELECTRODOS

DESIGNACION	REVESTIMIENTO	CORRIENTE Y POLARIDAD
<b>ELECTRODOS DE "SOLIDIFICACION RAPIDA"</b>		
Exx10	Celulósico-sodio	CC(+)
Exx11	Celulósico-potasio	CA o CC(+)
<b>ELECTRODO DE "RELLENO Y SOLIDIFICACION"</b>		
Exx13	Rutilico-potasio	CA o CC(±)
<b>ELECTRODO DE BAJO CONTENIDO DE HIDROGENO</b>		
Exx18	Bajo hidrógeno, aprox. 30% polvo de hierro	CC(+) o CA

CC = CORRIENTE CONTINUA  
CA = CORRIENTE ALTERNA

# E 60 1 1

## CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

SI ES:	SUMINISTRO DE CORRIENTE	CALIDAD	TIPO DE ARCO	PENETRACIÓN
0	USAR 3er DÍGITO PARA SUMINISTRO	ALTA	PENETRANTE	PROFUNDA
1	CC CON POLARIDAD DIRECTA	ALTA	PENETRANTE	PROFUNDA
2	CA O CC	MODERADA	MEDIANO	MODERADA
3	CA O CC	MODERADA	SUAVE	LIGERA

POSICIONES PARA SOLDADURA: 1 = TODAS LAS POSICIONES  
 2 = POSICIONES  
 HORIZONTAL Y PLANA  
 3 = SOLO POSICION  
 PLANA

## RESISTENCIA DEL METAL DE SOLDADURA:

60 = 60 000 lb/pulg<sup>2</sup>  
 70 = 70 000 lb/pulg<sup>2</sup>  
 80 = 80 000 lb/pulg<sup>2</sup>  
 100 = 100 000 lb/pulg<sup>2</sup>  
 110 = 110 000 lb/pulg<sup>2</sup>

## TIPO DE ELECTRODO:

E = PARA SOLDADURA ELÉCTRICA

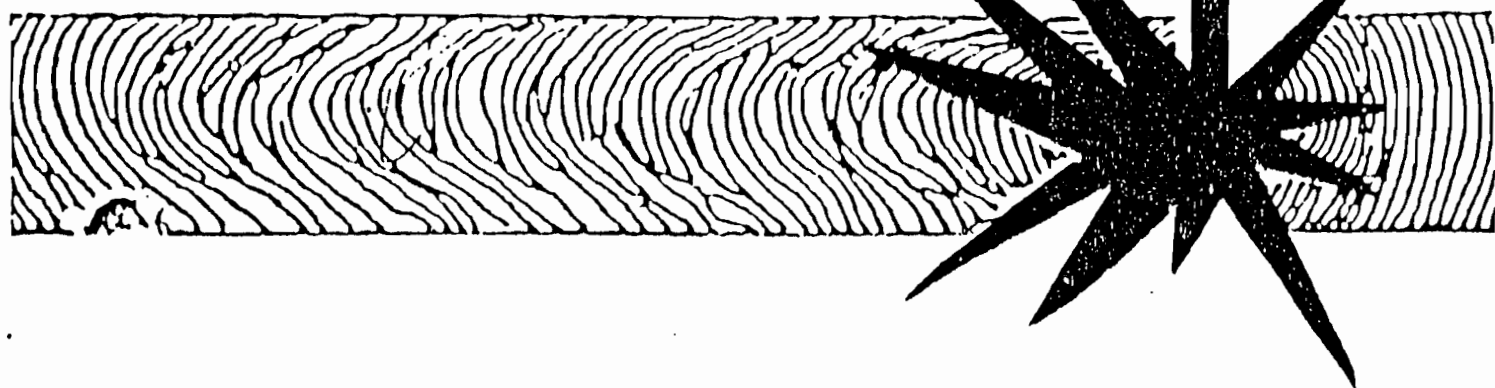


M600-S

**LINCOLN**  
**ELECTRIC**

**Guía para la  
Soldadura  
por Arco**

con Electrodos Manuales





# INDICE

Programa de 3 Pasos para Soldadura Eficiente .....	Página
Paso 1: Determinación de la Calidad de Soldadura que se Requiere .....	3-4
Paso 2: Preparación Previa de los Trabajos de Soldadura .....	3
Paso 3: Determinación de la Inspección que Habrá de Requerirse .....	4
Factores que Inciden sobre la Velocidad y el Costo de la Soldadura .....	5-11
Selección del Acero .....	5
Posición de la Junta, y Electrodo .....	6
Geometría de las Juntas, y Presentación .....	7
Recargue y Aportación Excesiva .....	10
Factores Varios .....	10
Procedimientos para la Soldadura .....	12-41
Soldadura de Solidificación Rápida ("Fast-Freeze") Vertical y Sobrecabeza .....	12-15
Soldadura de Relleno Rápido "Fast-Fill" .....	16-23
Soldadura en Planchas Inclinadas .....	24-25
Junta de Seguimiento Rápido ("Fast-Follow") en Chapas de Acero .....	26-30
Soldadura con Electrodo de Hidrógeno Bajo .....	31-41
Métodos para la Inspección .....	42-51
Inspección Ocular, Determinación de los Defectos en las Soldaduras .....	42
Temperatura Mínima de Prealentamiento .....	47
Medición de las Soldaduras en Angulo Interior .....	48
Métodos de Ensayo no Destructivos .....	50
Información Básica Util .....	52-61
Códigos y Certificación .....	52
Regulación de la Distorsión .....	54
Símbolos de la AWS para la Soldadura .....	56
Estimación de los Costos de la Soldadura .....	56
Soldadoras para cada Exigencia .....	62-65
Información para el Empleo de los Electrodo .....	66-67

## Marcas Registradas de The Lincoln Electric Company

Electrodos	Soldadoras	Accesorios
Fletwelder	Lincolwelder	Cooltong
Jetweld	Shield-Arc	Coolshield
Shield-Arc	Idealarc	Stable-Arc
Stainweld	Weidenpower	Lincolinductor
Jet-LH		Lincontrol

# PROGRAMA DE 3 PASOS PARA SOLDADURA EFICIENTE

**PASO 1: Determinación de la Calidad de Soldadura que se Requiere, en Base a las Exigencias de Servicio.**

En términos generales, es "buena" cualquier soldadura (siempre que tenga apariencia aceptable) que continuará desempeñándose indefinidamente en forma satisfactoria. Una soldadura es "demasiado buena" cuando su calidad en exceso de las exigencias pudo obtenerse sólo con costos excesivos.

Para usos comerciales en general, la mayoría de las soldaduras efectuadas por soldadores competentes con cualquier electrodo de acero dulce, respaldado por la inspección visual, son soldaduras "buenas". Para estas soldaduras, la preparación para el Paso 2 debe destacar la eficiencia de la soldadura, para costos de producción bajos.

Las soldaduras para condiciones de trabajo severas o orfíticas, además de las soldaduras gobernadas por códigos, podrán requerir cuidado especial. Podrá hacer falta la comprobación de la calidad, mediante métodos de ensayo no destructivos. En estos casos la preparación previa para el Paso 2, debe destacar la calidad, sin sacrificar excesivamente la economía en la soldadura.

**PASO 2: Preparación Previa de los Trabajos de Soldadura, en Base al Siguiente Programa "4P".**

1. Preparación - Determinación de los mejores métodos para la soldadura teniéndose en cuenta los siguientes FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD Y EL COSTO DE LAS SOLDADURAS.

Factor	Página
Selección del Acero .....	5
Posición de la Junta, y Electrodo .....	6
Geometría de la Junta, y Presentación .....	7
Recargue, y Aportación Excesiva .....	10
Factores Varios .....	10

2. Procedimientos - Determinense los mejores procedimientos, en base a los que se indican en las páginas 12 hasta 41.

Los procedimientos que se recomiendan se basan en la velocidad máxima y el costo menor, compatibles con calidad buena en las soldaduras. Las soldaduras tendrán en general, resistencia, ductilidad y resistencia al impacto mayores que la plancha, si bien no conforman necesariamente con todos los códigos.

Ciertos códigos específicos podrán requerir un electrodo distinto - a menudo de hidrógeno bajo - u otros procedimientos. Las exigencias de calidad para examen por rayos-X podrán hacer necesario el empleo de electrodos de hidrógeno bajo más bien que los E7014 o E7024, o electrodos E6010 más bien que los E6012.

A causa de que las muchas variantes en las prácticas de la soldadura, fabricación y diseño afectan los resultados en la aplicación de información de esta naturaleza, el rendimiento del producto o la estructura soldada tiene que ser responsabilidad del diseñador y/o constructor.

3. **Preensayos** — Los preensayos vigorosos pueden comorobar los métodos y diseños de soldadura para cualquier junta crítica o repetida. La soldadura y el ensayo de trabajos en tamaño natural o simuladas, con acero de producción, es exigencia de algunos códigos, a fin de volver aceptables los procedimientos.

El preensayo más significativo consiste de la ejecución de soldaduras en condiciones de trabajo reales o simuladas, bajo cargas típicas o exageradas. Se emplean los ensayos no destructivos para comprobar la calidad de las soldaduras, y los ensayos destructivos para comprobar los límites máximos.

Luego de comprobarse la calidad de la soldadura mediante preensayos, se elimina o al menos se reduce, la necesidad de ensayos no destructivos costosos de las soldaduras en serie.

4. **Personal** — Determinese la aptitud que se exigirá del soldador, y selecciónense o adiestrense soldadores que tengan esa aptitud. Algunos códigos especifican la certificación previa del soldador.

### PASO 3: Determinación de la Inspección que Habrá de Requerirse.

La inspección de las soldaduras completadas sirve solamente para indicar cuales son aceptables y pueden corregirse, y cuales deben rechazarse. Por este motivo, la mejor inspección puede efectuarse mientras el trabajo esté en progreso, cuando pueden corregirse aún fácilmente los defectos.

Debe comenzarse con la verificación de las medidas de la junta, la presentación y la limpieza, asegurándose que se emplean los electrodos y procedimientos apropiados. Los mismos soldadores efectúan a menudo esta comprobación, pero en trabajos de calidad, de acuerdo con códigos, podrán requerirse inspectores especiales. La inspección durante la soldadura es de importancia. El soldador ve cada parte de cada soldadura mientras se la está ejecutando. El buen soldador discernirá las dificultades que están creándose, y las eliminará inmediatamente. Los soldadores a conciencia son inspectores valiosos.

El inspector podrá verificar algunas soldaduras mientras se las ejecuta, pero su esfuerzo principal se limitará a la soldadura completada. Pero aún así, podrá descubrir de vista, la mayoría de los defectos. Véase.

Determinación de los Defectos en las Soldaduras	Página
Medición de las Soldaduras en Angulo Interior	42
	48

La combinación de soldadores concienzudos y la inspección visual constituye toda la comprobación necesaria para la mayoría de las soldaduras. Eilo no obstante, cuando se requiere demostración positiva de la calidad de ciertas soldaduras críticas, existen varios métodos de ensayos no destructivos. Véase.

Métodos de Ensayo no Destructivos	Página
	50

## FACTORES QUE INCIDEN SOBRE LA VELOCIDAD Y EL COSTO DE LA SOLDADURA

La rapidez de la soldadura implica costos reducidos siempre que sea satisfactoria la calidad de la soldadura. Para lograrse rapidez y calidad alta en la soldadura téngans. en cuenta los factores siguientes:

Selección del Acero	Página
Posición de la Junta, y Electrodos	6
Geometría de la Junta, y Presentación	6
Recargue, y Aportación Excesiva	10
Factores Varios	10

### Selección del Acero

Siempre que sea posible, escójase un acero dentro de la "Gama Normal", según aparecen en la lista que sigue. Pueden soldarse estos aceros a velocidades considerables, con tendencia mínima al agrietamiento. Incluyen los aceros AISI-SAE 1015 a 1025 con máximo de 0,1% de silicio. La proporción de azufre en estos aceros se mantiene generalmente debajo de 0,035% si bien las especificaciones toleran hasta 0,050%.

ANÁLISIS PREFERIDOS		
De Aceros al Carbono para la Soldadura Buena		
Elemento	Gama Normal, %	Aquellos aceros que excedan cualquiera de los porcentajes siguientes, exigirán posiblemente cuidado adicional
Carbono	0,06 — 0,25	0,35
Manganeso	0,35 — 0,80	1,40
Silice	0,10 máximo	0,30
Azufre	0,025 máximo	0,050
Fósforo	0,030 máximo	0,040

Los aceros de aleación baja y al carbono con proporciones por encima de la "Gama Normal" tienen la tendencia a agrietarse, especialmente de emplearse en planchas gruesas y para estructuras rígidas. Deben tomarse precauciones especiales, según se indica bajo "AGRIETAMIENTO" en la sección sobre "Determinación de los Defectos en las Soldaduras", página 46. Por otra parte, deben emplearse acostumbradamente electrodos de bajo hidrógeno. Véanse las páginas 31 a 41.

Los aceros altos en azufre y fósforo no son de recomendar para la soldadura en escala industrial. De tenerse que soldar, empléense electrodos de hidrógeno bajo, en diámetros reducidos, con amperaje bajo, para mantener a un mínimo la mezcla del metal de aportación con el de base, avanzándose a velocidad lenta para mantener fundido el cráter, a fin de que puedan desaparecer todas las burbujas de gas.

## Posición de la Junta, y Electrodo.

Siempre que sea posible, colóquese el trabajo en la posición más conveniente para la rapidez de la soldadura, de acuerdo con las tres reglas generales que siguen. La posición de la junta determinará en medida considerable la selección del electrodo.

### 1. Espesores de 1,3 a 3,8 mm (Calibres U.S.G. 18 a 10)

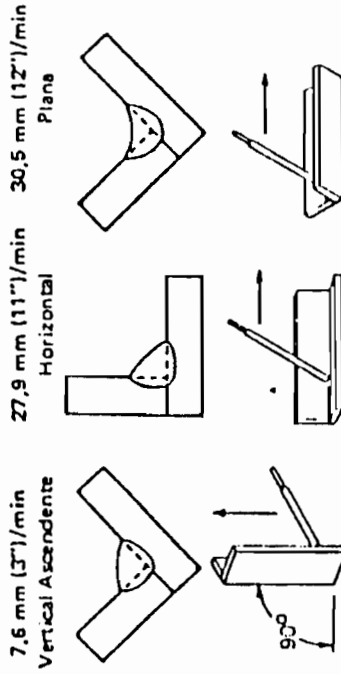
Las soldaduras en chapas son generalmente mayores que las que se requiere para la resistencia de la junta. Por ello el esfuerzo primario deberá ser de evitar la perforación mientras se avanza rápidamente, con un mínimo de interrupciones y fallas. Se obtienen las velocidades de avance mayores con el trabajo inclinado hacia abajo de 45 a 75°. Véanse bajo SOLDADURA DE SEGUIMIENTO RAPIDO "FAST-FOLLOW" en las páginas 26 a 30 los procedimientos y electrodos que se recomiendan.

### 2. Planchas de Acero Dulce de 4,8 mm (3/16") y más de Espesor

Se ejecutan las soldaduras mejores en planchas con el trabajo en posición horizontal, por dos razones básicas:

- El manejo del electrodo por parte del soldador resulta más fácil en la posición plana.
- Las juntas a nivel se convierten en juntas de relleno rápido ("Fast-Fill") que permiten valerse de la aportación rápida que puede lograrse con los electrodos Jet-Weld con polvo de hierro.

Efecto de la posición sobre la velocidad de avance en las soldaduras en ángulo interior



Véanse los procedimientos y los electrodos precisos bajo SOLDADURA DE RELLENO RAPIDO ("FAST-FILL") en las páginas 16 e 23.

Si tiene que soldarse parte del trabajo en una posición inclinada, véase SOLDADURA DE PLANCHAS INCLINADAS en las páginas 24 y 25.

Si es necesario soldarse el trabajo en una posición vertical o sobrecabeza, véase SOLDADURA DE SOLIDIFICACION RAPIDA ("FAST-FREEZE") en las páginas 12 a 15, o SOLDADURA CON ELECTRODOS DE HIDROGENO BAJO, en las páginas 31 a 35.

3. Planchas de Acero de Carbono Alto y de Aleación Baja  
Estos aceros pueden soldarse mejor con el trabajo en posición nivelada. Véanse las recomendaciones sobre electrodos y procedimientos bajo SOLDADURA CON ELECTRODOS DE HIDROGENO BAJO, en las páginas 31 a 41.

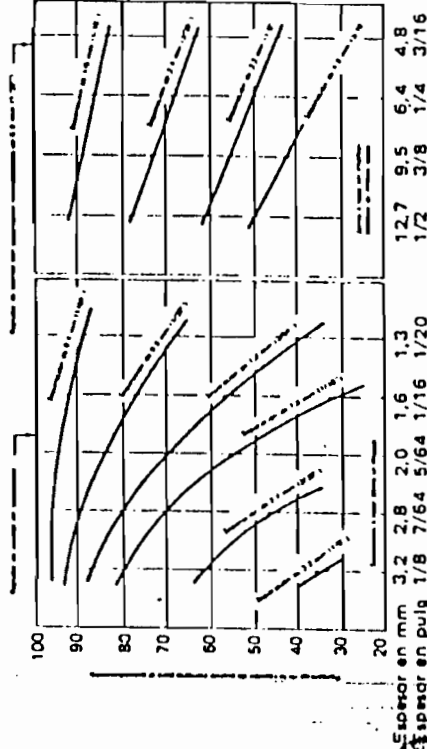
## Geometría de la Junta, y Presentación

Se han escogido las dimensiones de las juntas según se especifican en las tablas de procedimientos, para la mayor rapidez en las soldaduras, consecuente con la buena calidad de las mismas. El incumplimiento con la geometría que se recomienda para las juntas, podrá reducir la rapidez de avances, ó causar otros problemas con las soldaduras.

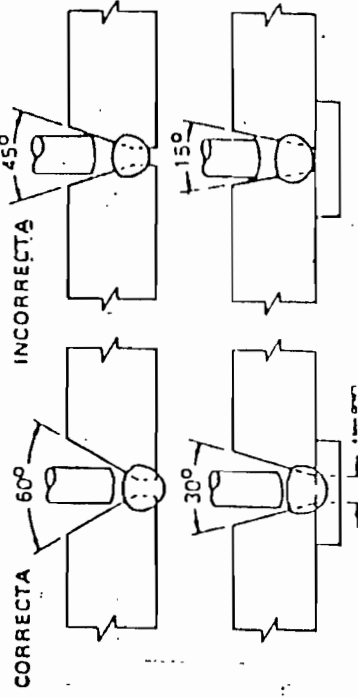
La geometría recomendada para las juntas se basa en los siguientes principios:

- La Presentación debe ser Constante para Toda la Junta  
Las chapas metálicas y la mayoría de las juntas de ángulo interior y de solapo se sujetan firmemente en todo su largo. Las separaciones y los chafilanes deberán regularse cuidadosamente a todo el largo de la junta. Cualquiera variación en una junta determinada obligará al soldador a reducir la velocidad de avance para evitar la perforación, y para el manejo diferente del electrodo según lo exija la variación en la presentación.

Efecto de la presentación sobre la rapidez de avance



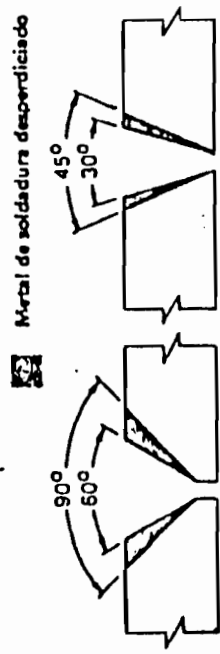
- Requiere Chafilán Suficiente para la Debida Conformación del Cordón y la Presentación



Un chafalón insuficiente hace que no pueda introducirse el electrodo dentro de la junta.

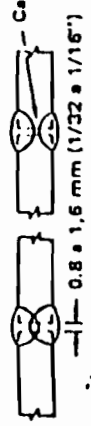
Un cordón profundo y engorroso podrá parecer de penetración, y tendrá una tendencia fuerte a agrietarse.

3. El Chafalón Excesivo Causa el Desperdicio del Metal de Soldadura



4. Requiere Separación Suficiente para la Penetración Plena

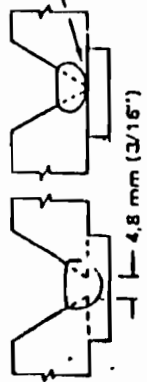
CORRECTO



INCORRECTO



Deberá cincelarse el dorso y soldarse



Requiere la penetración en ambas planchas y en la de respaldo.

6. La Separación excesiva desperdicia el metal de soldadura y retarda la rapidez de soldadura.

Soldadura Angular a Tope

Separación de

0.8 mm (1/32") -

22.9 mm (9")/min.

Separación de

4.8 mm (3/16") -

6.4 mm (2.5")/min.

Chafalón de 60°

Separación de

0.8 mm (1/32") -

9.7 mm (3.8")/min.

Separación de

4.8 mm (3/16") -

48 mm (1.9")/min.

Soldadura Angular a Tope



13 mm (1/2")



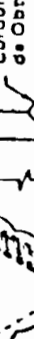
4.8 mm (3/16")



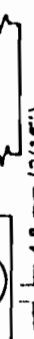
13 mm (1/2")



4.8 mm (3/16")



4.8 mm (3/16")

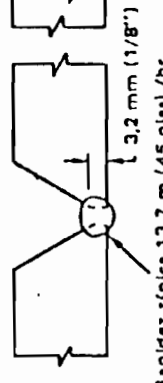


4.8 mm (3/16")

Se detallan en la sección 6, a continuación, los procedimientos para efectuar los cordones de obturación.

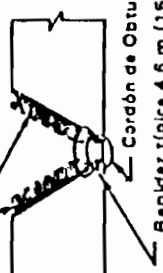
6. Requiere una Cara de Raíz de 3.2 mm (1/8") o una Tira de Respaldo, para la Soldadura Rápida y de Calidad Buena.

CORRECTO

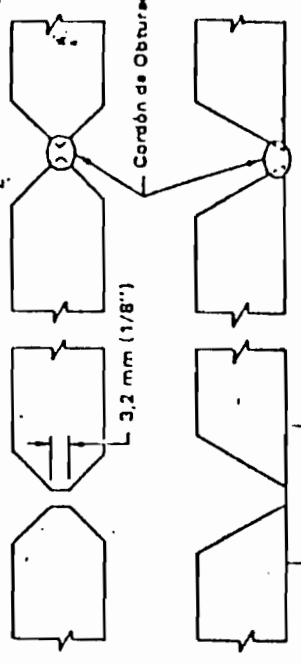


Rapidez típica 13.7 m (45 pies) /hr.

INCORRECTO



Rapidez típica 4.6 m (15 pies) /hr.



3.2 mm (1/8")

Cordón de Obturación

La preparación de cantos vivos requiere un cordón de obturación lento y costoso. Ello no obstante, las juntas a chafalón doble sin cara de raíz resultan prácticas cuando el costo del cordón de obturación se ve compensado con la preparación más fácil del borde, pudiendo limitarse la separación a unos 2.4 mm (3/32").

Sueldense los cordones de obturación en trabajos planos con electrodos E6019 de 3/16" con corriente continua + de aproximadamente 150 amperios. Empleense electrodos de 1/8" con corriente continua + e unos 90 amperios, para soldaduras a tope verticales, sobrecabeza, y horizontales. Empleense una combinación de la técnica de chicateo y un movimiento circular en el cráter.

De requiriese cordones de obturación de hidrógeno bajo, empleense electrodos apropiados del grupo EXX18. Súdese con electrodos del diámetro indicado para los electrodos E6010, con amperaje superior en un 20% al que se indica para aquellos. Empleense la técnica de progresión directa, con ligero movimiento de bajado, de necesitarse.

Deberá cincelarse desde el dorso: (1) si se requiere calidad para inspección por rayos-X, (2) de producir un cordón pobre una separación irregular o una técnica pobre, y (3) cuando se requiere un cordón grueso para evitar la perforación con cordones de relleno en soldaduras semi-automáticas.

### Recargue, y Aportación Excesiva

El recargue no debe sobrepasar sino excepcionalmente de 1,6 mm (1/16").

Las soldaduras en ángulo interior deberán tener catetos iguales o una superficie de cordón casi plana.

La aportación excesiva resulta costosa tanto en material como en tiempo, beneficia poco la resistencia de la soldadura, y aumenta la distorsión. Por ejemplo, el aumentar al doble el tamaño de una soldadura en ángulo interior, requiere cuatro veces la cantidad de metal de aportación. En la misma forma, el costo de soldar a tope planchas de 13 mm (1/2") con chafán sencillo con raíz de 3,2 mm (1/8") y separación de 0,8 mm (1/32"), aumenta en aproximadamente 2/3 de hacerse un recargue de aproximadamente 3,2 mm (1/8").

El efecto del recargue sobre el resultado de la soldadura, se ilustra en la fotografía de pruebas de plegado sobre conformador, de piezas de ensayo soldadas. (En ensayos de la tensión, ambos tipos de piezas de muestra fallarían en la plancha.)



Efecto del recargue sobre la velocidad de avance en soldaduras a tope con chafán.

Plancha de 13 mm (1/2")



Velocidad de 600 y más de raíz de 3,2 mm (1/8"). Chafán de 600 y más de raíz de 3,2 mm (1/8"). Separación de 0,8 mm (1/32"). Avance de 3,8 cm (1 1/2").

### Factores Varios

#### Limpieza de las Juntas

Para evitarse la porosidad y alcanzarse la rapidez de avance que se indica en las tablas de procedimientos, deberá removerse la laminilla, la oxidación, la humedad, la pintura, el aceite y la grasa excesivos de la superficie de las juntas.

De no poderse remover la pintura, la tierra, y el óxido, como suele acontecer en soldaduras de conservación, emplee el electrodo E6010 o E6011 para penetrar a través de los contaminantes, y bien dentro del metal de base. Aminorése la rapidez de avance a fin de permitir la expulsión de las burbujas de gas del metal de soldadura, antes de solidificarse el mismo.

### Diámetro de los Electrodo

Los electrodos de diámetro mayor sueldan con amperajes altos, para lograrse la rapidez en la aportación. Por alto, emplee el electrodo de diámetro mayor que resulte práctico, manteniéndose calidad buena en la soldadura. Muchos factores limitan el diámetro de los electrodos, entre ellos los siguientes:

- Los amperajes altos aumentan la penetración. Por ello, debe limitarse el diámetro de los electrodos en la soldadura de chapas metálicas y en las pasadas de raíz, donde puede ocurrir la perforación.
- El diámetro de 3/16" es el máximo que resulta conveniente para las soldaduras verticales o sobrecabeza. A menudo debe preferirse el diámetro de 5/32".
- Los amperajes altos en corriente continua aumentan el soplo magnético del arco. Cuando este soplo resulta un problema, emplee ya sea electrodos Jetweld con corriente alterna, o límitese el diámetro de los electrodos o el amperaje.
- Las dimensiones de la junta suelen limitar a veces el diámetro del electrodo que puede introducirse dentro de la misma.

### Selección de Cables

La resistencia eléctrica en los cables de tamaño demasiado reducido, o excesivamente largos, produce calor y desperdicia energía. Empleése siempre cables de diámetro no inferior al que se recomienda en la tabla.

Para obtenerse la flexibilidad máxima, peso reducido, y fatiga mínima del soldador, concétese un trozo de 3 o 4 m (10 a 12') de cable flexible al portaelectrodos. Recomendamos el cable extraflexible Stable-Arc®, del diámetro menor que se recomiende en la tabla para el amperaje que ha de emplearse. El empleo de conectores de desconexión rápida en el extremo del cable flexible y el del cable largo y más grueso al electrodo, permite el cambio fácil del portaelectrodos de soldador a soldador según resulte necesario.

Los cables desgastados, las conexiones flojas, los portaelectrodos defectuosos, o los alambres rotos en los cables, pueden causar sobrecalentamiento y, lo que es de mayor importancia, pueden resultar peligrosos. Verifíquense y repárense los cables y los conectores según haga falta.

### TAMAÑOS ACONSEJADOS PARA LOS CABLES

Potencia de la Soldadora en Amperios	Factor de Utilización (%)	Tamaños del Cable para el Largo Combinado de los cables al Electrodo y a Tierra			
		Hasta 15 m (Hasta 50')	de 15 a 30 m (50 a 100')	de 30 a 45 m (100 a 150')	de 45 a 60 m (150 a 200')
100	20	No. 8	No. 4	No. 3	No. 2
180	20	No. 5	No. 4	No. 3	No. 2
180	30	No. 4	No. 4	No. 3	No. 2
200	50	No. 3	No. 3	No. 2	No. 1
200	60	No. 2	No. 2	No. 2	No. 1
225	20	No. 4	No. 3	No. 2	No. 1
250*	30	No. 3	No. 3	No. 2	No. 1
300	60	No. 1/0	No. 1/0	No. 1/0	No. 2/0
400	60	No. 2/0	No. 2/0	No. 2/0	No. 3/0
600	60	No. 2/0	No. 2/0	No. 3/0	No. 3/0

\*Para soldadoras de 225 amperios y factor de utilización de 40% emplee cables idénticos a los indicados para las soldaduras para 250 amperios y factor de utilización del 30%.

# TECNICAS DE SOLDADURA RAPIDA ("FAST-FREEZE")

## Vertical y Sobrecabeza

De soldarse en posición otra que la plana, el metal fundido tenderá a escurrirse de la junta. Para contrarrestar esta tendencia, deben emplearse electrodos cuya aportación se solidifique rápidamente.

Las soldaduras efectuadas con electrodos de solidificación rápida ("Fast-Freeze") son lentas, relativamente costosas, y requieren considerable habilidad por parte del soldador. Por ello, siempre que sea posible, deberá ubicarse el trabajo para que pueda soldarse en posición plana, empleándose electrodos de relleno rápido ("Fast-Fill"). Véanse las páginas 16 a 25.

### Índice de Procedimientos

	Página
Soldaduras a Tope Verticales Ascendentes	14
Soldaduras Verticales Ascendentes en Angulo Interior	14
Soldaduras Verticales Descendentes	15
Soldaduras Sobrecabeza en Angulo Interior	15

Para las técnicas de la soldadura vertical ascendente y descendente en tuberías, véase el boletín Lincoln M640-S, "SOLDADURA DE LINEAS DE CONDUCCION A PRESION Y SISTEMAS DE TUBERIA".

### Electrodos Substitutivos

Las soldaduras a tope verticales, sobrecabeza, y horizontales, en planchas de espesor mayor que 13 mm (1/2"), se efectúan más económicamente con los electrodos de hidrógeno bajo. Véanse las páginas 31 a 35.

De disponerse únicamente de soldadoras para corriente alterna, reemplácese con electrodos E6011 (Fleetweld 35, 35LS o 180) o los electrodos E6010 (Fleetweld 5 o 5P).

Algunos soldadores prefieren el electrodo Fleetweld 5 (E6010) sobre el Fleetweld 5P.

### Soldadura Vertical Ascendente en Contraste con la Vertical Descendente

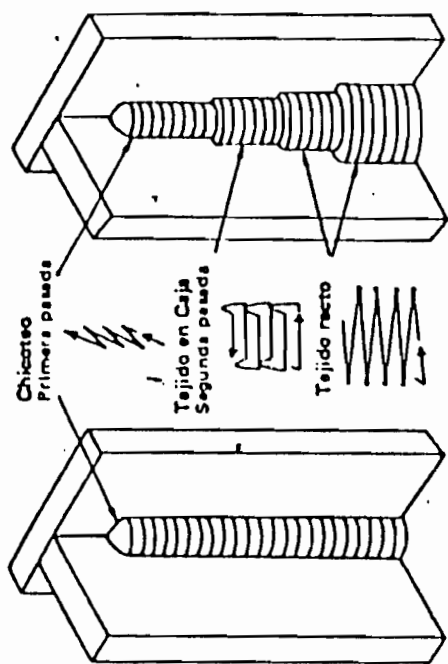
Se recomienda la soldadura vertical descendente para el avance más rápido al soldarse piezas de acero con espesor entre 1,3 y 4,8 mm (calibre U.S.G. 18 a 3/16"). En el capítulo sobre SOLDADURA DE SEGUIMIENTO RAPIDO ("FAST FOLLOW"), que aparece en las páginas 26 a 30 se describe la técnica de arrastre recomendada, junto con los procedimientos para la soldadura de chapas metálicas.

Las técnicas verticales ascendentes proveen penetración más profunda, y menores conos totales de soldadura, con planchas de espesor mayor que 4,8 mm (3/16").

### Electrodo, Amperaje y Polaridad

Los procedimientos para soldadura vertical ascendente y sobrecabeza de esta capítulo recomiendan el electrodo Fleetweld 5P (E6010) de hasta 3/16", con polaridad invertida (Corriente Continua +), y amperajes en la parte más baja de la gama correspondiente al electrodo. De haber disponible únicamente energía en corriente alterna, empléese electrodos E6011 aumentando el amperaje en un 10%.

# Técnicas para la Soldadura Vertical Ascendente en Angulo Interior y a Tope



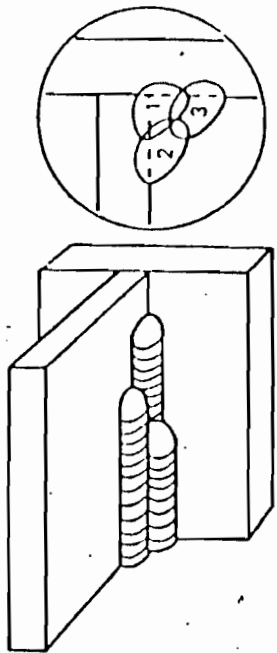
1. Hágase una primera pasada de cordón recto, empleándose la técnica de chicoteo. Chicoteese la punta del electrodo fuera del cráter fundido y hacia arriba por un instante, a fin de permitir que el metal fundido enfrié antes de retornarse la punta del electrodo a la zona del cráter, para la aportación de más metal de soldadura.

2. Los cordones rectos, especialmente de ejecutarse con la técnica de chicoteo, tienden a arquearse en el centro. Por ello, a menudo debe requerirse una segunda pasada en caja para asegurar la fusión correcta del borde del primer cordón. El tejido de caja es similar al tejido recto, salvo que debe ejecutarse un ligero movimiento ascendente a ambos bordes de la soldadura. Manténgase un arco corto, sin chicotearse.

3. Empléese el tejido recto para las pasadas finales. Muévase la punta del electrodo, en varén, sobre la superficie de la soldadura, pausándose levemente a ambos bordes para asegurar la penetración y el afinado, sin socavación.

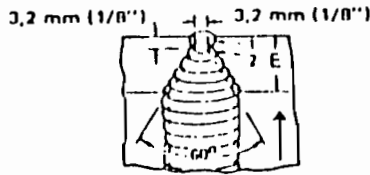
### Técnicas para la Soldadura Sobrecabeza

Ejecútese la soldadura sobrecabeza por medio de una serie de cordones rectos, con leve movimiento circular en el cráter, acompañado a veces por chicoteo. Los cordones tejidos son demasiado fluidos, y se escurren.



# SOLDADURAS / TOPE VERTICALES ASCENDENTES

Véanse también Procedimientos con Hidrógeno Bajo, en la Página 34.

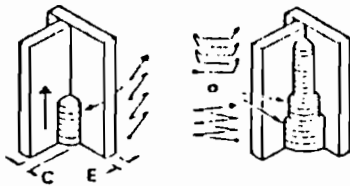


Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	6,4 (1/4)	8,0 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)	25,4 (1)
Cateto del Cordón - C mm (pulg)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)
Pasadas	1-2	1-2	1-2	1-3	1-4	1-6	1-10
Electrodo: Nombre/Clase	Fleetweld SP/E 6010						
Diámetro pulg	5/32	5/32	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16
Amperajes	110	170	170	170	170	170	170
Corriente y Polaridad	Continuo +	Continuo +	Continuo +	Continuo +	Continuo +	Continuo +	Continuo +
Velocidad del Arco por Minuto (2) cm (pulg)	14 (5 1/2)	10 (4)	13 (5)	10 (4)	10 (4)	10 (4)	10 (4)
Distancia Soldada por Hora (1) m (pies)	3,25 (11)	2,59 (8,5)	3,05 (10)	2,01 (6,6)	1,34 (4,4)	0,94 (3,1)	0,55 (1,8)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,481 (0,323)	0,654 (0,440)	0,812 (0,586)	1,473 (0,990)	2,202 (1,48)	3,095 (2,08)	5,298 (3,56)

Las planchas de 13 mm (1/2") o más se sueldan más económicamente con electrodos de hidrógeno bajo.

## SOLDADURAS VERTICALES ASCENDENTES EN ANGULO INTERIOR

Véanse también los procedimientos para hidrógeno bajo, en la página 35.



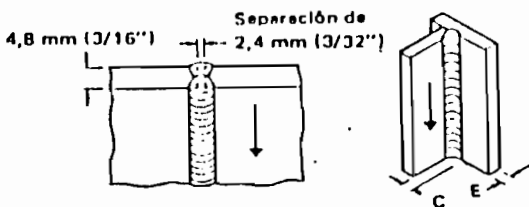
Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	6,4 (1/4)	8,0 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)	25,4 (1)
Cateto del Cordón - C mm (pulg)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)
Pasadas	1	1	1	1	1-2	1-3	1-4
Electrodo: Nombre/Clase	Fleetweld SP/E 6010						
Diámetro pulg	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16
Amperajes	150	155	155	155	160	160	160
Corriente y Polaridad	Continuo +	Continuo +	Continuo +	Continuo +	Continuo +	Continuo +	Continuo +
Velocidad del Arco por Minuto (2) cm (pulg)	20 (8)	13 (5)	8 (3)	5 (2)	11 (4 1/2)	11 (4 1/2)	11 (4 1/2)
Distancia Soldada por Hora (1) m (pies)	12,1 (40)	7,8 (25)	4,5 (15)	3,0 (10)	2,1 (6,8)	1,34 (4,4)	0,9 (3,0)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,203 (0,137)	0,314 (0,211)	0,514 (0,346)	0,784 (0,514)	1,264 (0,850)	1,94 (1,31)	2,87 (1,93)

(1) Total para todas las pasadas. Factor de utilización, 100%.

(2) Primera pasada únicamente. En las pasadas posteriores, ajústese la velocidad del arco a fin de obtener el apropiado tamaño de cordón.

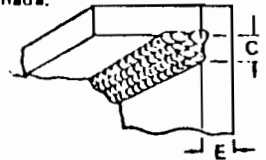
## SOLDADURAS VERTICALES DESCENDENTES

Suéldense Planchas más Gruesas usándose la Técnica Vertical Ascendente



	A TOPE	EN ANGULO
Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	4,8 (3/16)	4,8 (3/16)
Cateto del Cordón - C mm (pulg)	-	4,0 (5/32)
Pasadas	1-2	1
Electrodo: Nombre/Clase	Fleetweld SP/E 6010	
Diámetro pulg	5/32	
Amperajes	170	
Corriente y Polaridad	Continuo +	
Velocidad del Arco por Minuto (2) cm (pulg)	75 - 78 (10 - 11)	
Distancia Soldada por Hora (1) m (pies)	0,79 (26)	1,67 (55)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,250 (0,168)	0,104 (0,071)

Luego del primer cordón al orden de la colocación de los cordones comienza sobre la plancha superior, para cada camada.



## SOLDADURAS SOBRECABEZA EN ANGULO INTERIOR

Véanse también los Procedimientos para Hidrógeno Bajo, en la página 35.

Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)	25,4 (1)
Cateto del Cordón - C mm (pulg)	4,0 (5/32)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)
Pasadas	1	1	1	1-2	1-3	1-6	1-8	1-10
Electrodo: Nombre/Clase	Fleetweld SP/E 6010							
Diámetro pulg	5/32	5/32	5/32	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16
Amperajes	130	170	170	170	170	170	170	170
Corriente y Polaridad	Continuo +	Continuo +	Continuo +	Continuo +	Continuo +	Continuo +	Continuo +	Continuo +
Velocidad del Arco por Minuto (2) cm (pulg)	18 (7 1/2)	23 (9)	13 (5)	18 (7)	18 (7)	18 (7)	18 (7)	18 (7)
Distancia Soldada por Hora (1) m (pies)	11,8 (38)	13,7 (45)	7,82 (25)	5,5 (18)	3,7 (12)	2,1 (6,9)	1,3 (4,4)	1,0 (3,1)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,149 (0,100)	0,218 (0,145)	0,377 (0,253)	0,549 (0,369)	0,797 (0,532)	1,406 (0,945)	2,202 (1,48)	3,17 (2,13)

(1) Total para todas las pasadas. Factor de utilización, 100%.

(2) Primera pasada únicamente. En las pasadas posteriores, ajústese la velocidad del arco a fin de obtener el apropiado tamaño de cordón.



# ("FAST-FILL") (Aportación Rápida)

La soldadura "Fast-Fill" incluye las a tope en ángulo interior, de solapo, y en ángulo exterior, en planchas de espesor de 4,8 mm (3/16") o más, ejecutadas con el trabajo nivelado, o con leve inclinación descendente. Estas juntas pueden contener considerable metal de soldadura fundido mientras se solidifica.

Se ejecutan estas soldaduras con electrodos Jetweld ya que la elevada proporción de pólvora de hierro en su recubrimiento, produce la aportación rápida que permite llenar las juntas en el menor tiempo, para proporcionar soldaduras económicas.

## Índice de Procedimientos

	Página
Soldaduras de Solapo	19
Soldaduras en Angulo Exterior	19
Soldaduras a Tope	20
Soldaduras Planas en Angulo Interior	22
Soldaduras Horizontales en Angulo Interior	23

## Electrodos de Substitución

De desearse, pueden emplearse los siguientes electrodos de sustitución, siguiéndose procedimientos similares:

Electrodo Recomendado	Electrodo de Substitución
Fletweld 5 E6010* (Pág. 20)	Fletweld 35 E6011*
Jetweld 3 E7024	Jetweld 1 E7024
Jetweld 3 E7024	Jetweld LH-3800 E7028
Jetweld 2 E6027	Jetweld 2HT E7020-A1

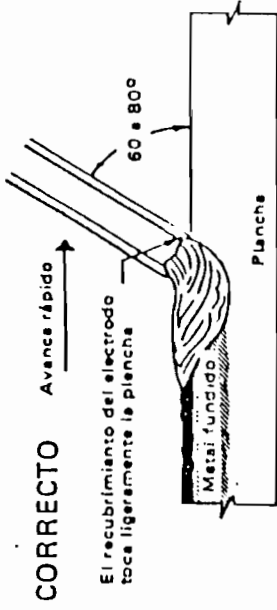
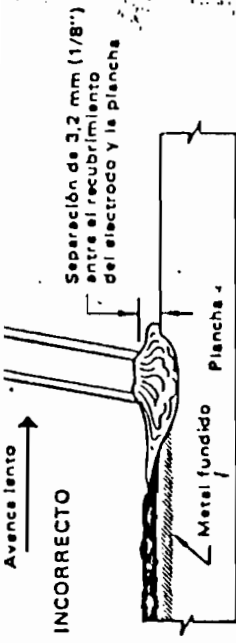
\* Los electrodos "Fast-Fill", de aportación rápida, proveen la penetración profunda requerida para las soldaduras a tope sin chafán.

## Técnicas de Operación para Jetweld

**Polaridad y Amperaje** - Empleese corriente alterna para obtenerse velocidades de avance mayores, altos coeficientes de aportación, y buenas características de arco. Puede emplearse corriente continua +, pero el resultante soplo magnético del arco complica la regulación del metal fundido.

El amperaje óptimo para la mayoría de los trabajos, excede en 5 a 10 amperios el punto medio de la gama correspondiente al electrodo. No deberá sobrepasarse el punto medio de la gama para obtenerse soldaduras de calidad para inspección con rayos-X (Jetweld 2, 2HT y LH-3800).

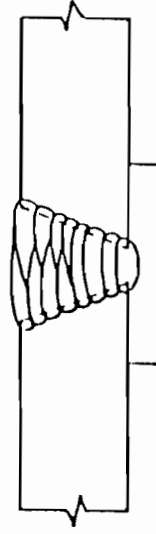
**Emplese Técnica de Arrastre** - Inclínese el electrodo de 10 a 30° en la dirección de avance, y colóquense cordones rectos. Sufídense arrastrando levemente el extremo del electrodo sobre el trabajo para expulsar el metal fundido desde debajo del extremo del electrodo, obteniéndose así la penetración adecuada. Las soldaduras lisas que se logran en esta forma, son casi idénticas a las automáticas.



Aváncese con Rapidez pero no tan velozmente como para no obtenerse buena cobertura de la escoria. Manténgase el electrodo de 6,4 a 9,5 mm (1/4 a 3/8") delante de la escoria fundida. Si la velocidad de avance es demasiado reducida, podrá formarse una pelotilla de escoria fundida que rodará delante del arco, causando la formación irregular del cordón aparte de las salpicaduras y la penetración pobre.

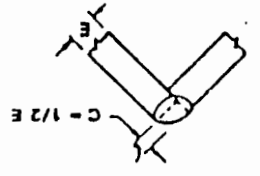
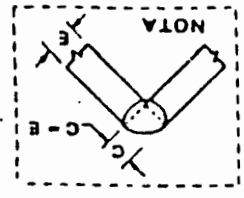
**Soldaduras a Tope en Ranuras Profundas** - A fin de mantener un cráter grande de metal de soldadura fundido con el electrodo Jetweld, deberá emplearse una plancha de respaldo o ejecutarse un cordón recto con electrodos de penetración más profunda (comúnmente E6011 o E6010). Ejecútense cordones Jetweld siguiéndose la técnica de cordones rectos, hasta que haga falta un movimiento leve de tejido para obtenerse la fusión de ambas planchas. Resultan mejores varias pasadas paralelas con reducido movimiento de tejido, que una sola pasada con amplio movimiento de tejido, cerca de la parte superior de las ranuras profundas. Al ejecutarse la penúltima pasada, déjese lugar suficiente para que la pasada final no produzca un recargue de más que 1,6 mm (1/16").

Una ligera socavación en todas las pasadas menos la final no creará problemas, ya que se la eliminará en la pasada subsiguiente.



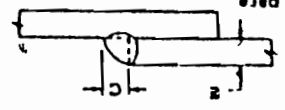
NOTA. Fuertes ejecutadas soldaduras en ángulo exterior, de resistencia plena, según se ilustra, empleándose el electrodo E 7024 en el diámetro inmediatamente inferior, con amperajes más bajos, según se indica en el cuadro 1. Factor de utilización, 100%.

Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	Corriente del Cordón - C mm (pulg)	Electrodo: Nombre/Clasificación	Amperaje y Polaridad	Velocidad del Arco, por Minuto ② cm (pulg)	Dirección Soldada por Hora ① m (pulg)	Peso del Electrodo Kg/m (lib/pulg)
4.8 (3/16)	8.0 (5/16)	E 7024	3/16	39 (1.5/12)	36.6 (1.20)	0.112 (0.05)
4.8 (3/16)	8.0 (5/16)	E 7024	3/16	33 (1.3)	32.0 (1.05)	0.170 (0.14)
4.8 (3/16)	8.0 (5/16)	E 7024	3/16	33 (1.3)	31.4 (1.03)	0.226 (0.15)
6.4 (1/2)	9.5 (3/8)	E 7024	3/8	46 (1.8)	27.4 (0.90)	0.272 (0.25)



SOLDADURAS EN ANGULO EXTERIOR

Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	Corriente del Cordón - C mm (pulg)	Electrodo: Nombre/Clasificación	Amperaje y Polaridad	Velocidad del Arco, por Minuto ② cm (pulg)	Dirección Soldada por Hora ① m (pulg)	Peso del Electrodo Kg/m (lib/pulg)
4.8 (3/16)	8.0 (5/16)	E 7024	3/16	39 (1.5/12)	36.6 (1.20)	0.112 (0.05)
4.8 (3/16)	8.0 (5/16)	E 7024	3/16	33 (1.3)	32.0 (1.05)	0.170 (0.14)
4.8 (3/16)	8.0 (5/16)	E 7024	3/16	33 (1.3)	31.4 (1.03)	0.226 (0.15)
6.4 (1/2)	9.5 (3/8)	E 7024	3/8	46 (1.8)	27.4 (0.90)	0.272 (0.25)

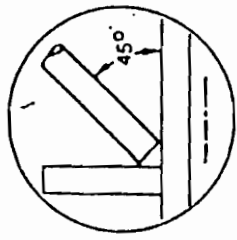
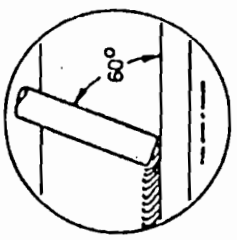


Empléense procedimientos para le soldas en ángulo interior para espesores de 9.5 mm (3/8") o mayores.

SOLDADURAS DE SOLAPO

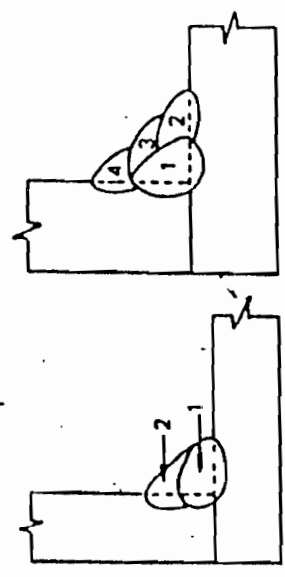
solapo ideales tienen catetos iguales, y un cordón plano ó levemente convexo. La convexidad excesiva causa desperdicio de metal de soldadura y aminora la rapidez de trabajo. Un cordón cóncavo puede causar grietas de contracción.

Las soldaduras planas en ángulo interior y de solapo se ejecutan siguiendo las mismas técnicas que para las soldaduras en ranura.



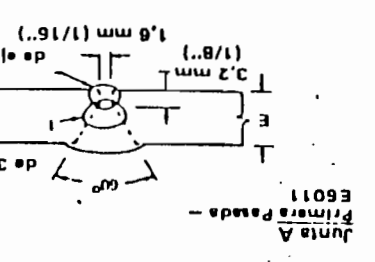
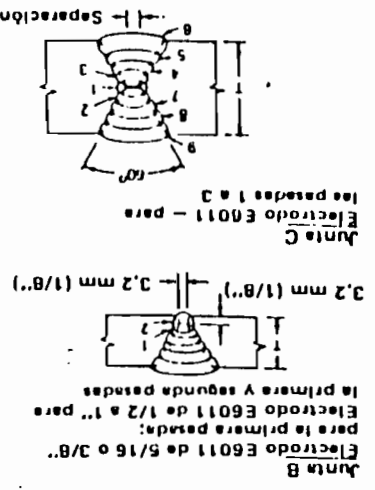
Ejecútense las soldaduras horizontales en ángulo interior de solapo con el electrodo a un ángulo de 45° de la plancha horizontal. Empléese la técnica de arrastre, cuidando que el electrodo toque ambas planchas. De no mantenerse el ángulo de 45°, los catetos de la soldadura tendrán medidas diferentes.

De requirirse dos pasadas, colóquese la primera mayormente sobre la plancha inferior. Para efectuar la segunda pasada, sosténgase el electrodo a un ángulo de unos 45°, soldándose dentro de la plancha vertical y el primer cordón.



Ejecútense las soldaduras horizontales en ángulo interior, de pasadas múltiples, en la forma que indican los esquemas. Colóquese el primer cordón en la vértice, con amperaje relativamente alto, sin preocuparse por la socavación. Colóquese el segundo cordón sobre la plancha horizontal, fundiéndolo dentro del primer cordón. Manténgase el necesario ángulo de electrodo para depositar los cordones de relleno según se indica, colocándose el cordón final contra la plancha vertical.

**RELLENO RAPIDO**



① Total para todas las pasadas. Factor de utilización, 100%.  
 Masa 0,339 Kg/m (0,228 lbm/ft) de electrodo E6027 de 3/16\"/>

Exesor de la Chapa - E mm (pulg)	Pasadas E mm (pulg)	Electrodo: Nombre/Clase	Amperios	Corriente y Polaridad	Diferencia Soldada por	Items (1) m (pulg)	Peso del Electrodo Kg/m (lib/ft)
68,0 (5/16)	7	5/32	240	Alterna	4,9 (1/8)	0,4 (211)	0,211 (0,142)
7	7	5/32	240	Alterna	4,9 (1/8)	0,4 (211)	0,423 (0,284)
13,7 (1/2)	7	5/32	240	Alterna	4,9 (1/8)	0,4 (211)	0,527 (0,354)
19,1 (3/4)	7	5/32	240	Alterna	4,9 (1/8)	0,4 (211)	2,50 (1,2)
19,1 (3/4)	7	5/32	240	Alterna	4,9 (1/8)	0,4 (211)	2,19 (1,47)
25,4 (1)	7	5/32	240	Alterna	4,9 (1/8)	0,4 (211)	4,38 (2,94)
19,1 (3/4)	7	5/32	240	Alterna	4,9 (1/8)	0,4 (211)	1,003 (0,71)
25,4 (1)	7	5/32	240	Alterna	4,9 (1/8)	0,4 (211)	2,157 (1,45)
38,1 (1 1/2)	7	5/32	240	Alterna	4,9 (1/8)	0,4 (211)	4,524 (3,04)

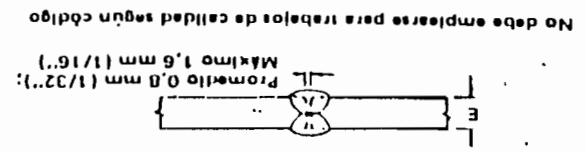
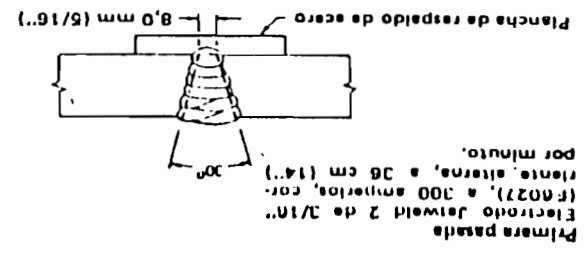
② Total para todas las pasadas. Factor de utilización, 100%.  
 Masa 0,339 Kg/m (0,228 lbm/ft) de electrodo E6027 de 3/16\"/>

Exesor de la Chapa - E mm (pulg)	Pasadas E mm (pulg)	Electrodo: Nombre/Clase	Amperios	Corriente y Polaridad	Diferencia Soldada por	Items (1) m (pulg)	Peso del Electrodo Kg/m (lib/ft)
9,5 (3/8)	2-3	3/16	240	Alterna	0,4 (211)	0,4 (211)	0,645 (0,366)
12,7 (1/2)	2-3	3/16	240	Alterna	0,4 (211)	0,4 (211)	0,714 (0,480)
19,1 (3/4)	2-3	3/16	240	Alterna	0,4 (211)	0,4 (211)	1,103 (0,755)
19,1 (3/4)	2-3	3/16	240	Alterna	0,4 (211)	0,4 (211)	0,350 (0,235)



① Total para todas las pasadas. Factor de utilización, 100%.  
 Masa 0,103 Kg (0,228 lbs) de electrodo E6027 de 3/16\"/>

Exesor de la Chapa - E mm (pulg)	Pasadas E mm (pulg)	Electrodo: Nombre/Clase	Amperios	Corriente y Polaridad	Diferencia Soldada por	Items (1) m (pulg)	Peso del Electrodo Kg/m (lib/ft)
7,9 (5/16)	7	5/16	240	Alterna	36 (1 1/4)	6,1 (20)	0,180 (0,524)
9,5 (3/8)	7	5/16	240	Alterna	36 (1 1/4)	6,1 (20)	0,211 (0,697)
12,7 (1/2)	7	5/16	240	Alterna	36 (1 1/4)	6,1 (20)	1,037 (0,697)
19,1 (3/4)	7	5/16	240	Alterna	36 (1 1/4)	6,1 (20)	1,488 (1,00)
19,1 (3/4)	7	5/16	240	Alterna	36 (1 1/4)	6,1 (20)	2,515 (1,69)
25,4 (1)	7	5/16	240	Alterna	36 (1 1/4)	6,1 (20)	3,527 (2,37)



② Armas pasadas.  
 ① Total para todas las pasadas. Factor de utilización, 100%.

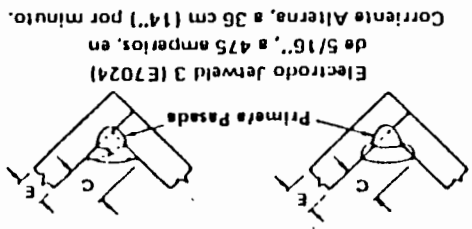
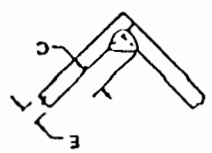
Exesor de la Chapa - E mm (pulg)	Pasadas E mm (pulg)	Electrodo: Nombre/Clase	Amperios	Corriente y Polaridad	Diferencia Soldada por	Items (1) m (pulg)	Peso del Electrodo Kg/m (lib/ft)
4,8 (3/16)	1-2	5/16	240	Alterna	46 (1 1/8)	13,7 (45)	0,254 (0,17)
6,4 (1/4)	1-2	5/16	240	Alterna	46 (1 1/8)	13,7 (45)	0,409 (0,276)
7,9 (5/16)	1-2	5/16	240	Alterna	46 (1 1/8)	13,7 (45)	0,469 (0,319)
9,5 (3/8)	1-2	5/16	240	Alterna	46 (1 1/8)	13,7 (45)	0,491 (0,330)

**SOLDADURAS A TOPE**

## SOLDADURAS PLANAS EN ANGULO INTERIOR

Véanse también los Procedimientos para Hidrógeno Bajo, en la página 38.

Emisor de la Chapa - E mm (pulg)	Catodo del Corchón - C mm (pulg)	Paradas	Electrodo: Nombre/Clase	Amperajes	Velocidad del Arco, por Corriente y Polaridad	Distancia Soldada por Minuto (2) cm (pulg)	Horas (1) m (horas)	Peso del Electrodo Kg/m (libra/pie)
7.0 (0.0781)	2.8 (0.111)	-	Jerweld J/E 7024	3/32	Alterna	38,1 (1.51)	22,9 (7.91)	0.073 (0.049)
7.9 (0.311)	9.8 (0.381)	1	Jerweld J/E 7024	1/8	Alterna	44,5 (1.71/1.71)	26,8 (0.881)	0.113 (0.076)
12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	2	Jerweld J/E 7024	5/16	Alterna	35,8 (1.41)	11,0 (0.361)	0.122 (0.082)
19,1 (3/4)	19,1 (3/4)	3	Jerweld J/E 7024	5/16	Alterna	35,8 (1.41)	9,1 (0.301)	0.174 (0.117)
19,1 (3/4)	15,9 (5/8)	3	Jerweld J/E 7024	5/16	Alterna	35,8 (1.41)	7,3 (0.24)	0.241 (0.162)
25,4 (1)	19,1 (3/4)	2	Jerweld J/E 7024	5/16	Alterna	35,8 (1.41)	5,2 (0.177)	0.298 (0.200)



Electrodo Jerweld J (E7024)  
de 5/16", a 475 amperios, en  
Corriente Alterna, a 36 cm (14") por minuto.

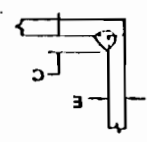
Emisor de la Chapa - E mm (pulg)	Catodo del Corchón - C mm (pulg)	Paradas	Electrodo: Nombre/Clase	Amperajes	Velocidad del Arco, por Corriente y Polaridad	Distancia Soldada por Minuto (2) cm (pulg)	Horas (1) m (horas)	Peso del Electrodo Kg/m (libra/pie)
9,8 (0.381)	12,7 (1/2)	1	Jerweld J/E 7024	3/32	Alterna	38,1 (1.51)	21,9 (7.2)	0.432 (0.290)
12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	1	Jerweld J/E 7024	1/8	Alterna	44,5 (1.71/1.71)	17,7 (5.8)	0.566 (0.380)
15,9 (5/8)	19,1 (3/4)	2	Jerweld J/E 7024	5/16	Alterna	35,8 (1.41)	11,0 (0.361)	0.997 (0.67)
19,1 (3/4)	19,1 (3/4)	3	Jerweld J/E 7024	5/16	Alterna	35,8 (1.41)	9,1 (0.301)	1.265 (0.85)
19,1 (3/4)	15,9 (5/8)	3	Jerweld J/E 7024	5/16	Alterna	35,8 (1.41)	7,3 (0.24)	1.592 (1.07)
25,4 (1)	19,1 (3/4)	2	Jerweld J/E 7024	5/16	Alterna	35,8 (1.41)	5,2 (0.177)	2.173 (1.46)

Para calidad más inspección con rayos X, procure en una de las formas siguientes:  
(1) Empléese Procedimientos para Hidrógeno Bajo, según las páginas 38 - 39.  
(2) Ejecútese las soldaduras en ángulo interior, de 4,8 a 1,9 mm (3/16 a 5/16"), con electrodos E6027, de acuerdo con los procedimientos para electrodos E7024. Ejecútese las soldaduras en ángulo interior con catodos de 9 mm (3/8") o mayores con electrodos E6027 de 1/4", a unos 400 amperios. La velocidad del arco y la distancia soldada por hora serán menores.

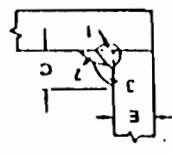
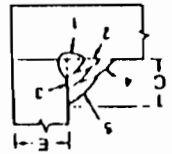
## SOLDADURAS HORIZONTALES EN ANGULO INTERIOR

Véanse también los Procedimientos para Hidrógeno Bajo, en la página 40.

Emisor de la Chapa - E mm (pulg)	Catodo del Corchón - C mm (pulg)	Paradas	Electrodo: Nombre/Clase	Amperajes	Velocidad del Arco, por Corriente y Polaridad	Distancia Soldada por Minuto (2) cm (pulg)	Horas (1) m (horas)	Peso del Electrodo Kg/m (libra/pie)
2,0 (0.0781)	2,8 (0.111)	-	Jerweld J/E 7024	3/32	Alterna	38,1 (1.51)	22,9 (7.91)	0.074 (0.050)
2,8 (0.111)	3,8 (0.149)	-	Jerweld J/E 7024	1/8	Alterna	44,5 (1.71/1.71)	26,8 (0.881)	0.115 (0.077)
3,8 (0.149)	4,8 (0.189)	1	Jerweld J/E 7024	1/8	Alterna	38,1 (1.51)	26,8 (0.881)	0.174 (0.082)
4,8 (0.189)	4,8 (0.189)	2	Jerweld J/E 7024	1/8	Alterna	43,2 (1.7)	25,9 (0.85)	0.241 (0.166)
4,8 (0.189)	4,8 (0.189)	3	Jerweld J/E 7024	1/8	Alterna	43,2 (1.7)	24,4 (0.80)	0.312 (0.210)



Emisor de la Chapa - E mm (pulg)	Catodo del Corchón - C mm (pulg)	Paradas	Electrodo: Nombre/Clase	Amperajes	Velocidad del Arco, por Corriente y Polaridad	Distancia Soldada por Minuto (2) cm (pulg)	Horas (1) m (horas)	Peso del Electrodo Kg/m (libra/pie)
9,8 (0.381)	12,7 (1/2)	1	Jerweld J/E 7024	3/32	Alterna	38,1 (1.51)	20,7 (6.8)	0.446 (0.300)
12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	1	Jerweld J/E 7024	1/8	Alterna	44,5 (1.71/1.71)	16,8 (5.8)	0.810 (0.410)
15,9 (5/8)	19,1 (3/4)	2	Jerweld J/E 7024	5/16	Alterna	35,8 (1.41)	16,8 (5.8)	1.080 (0.730)
19,1 (3/4)	19,1 (3/4)	3	Jerweld J/E 7024	5/16	Alterna	35,8 (1.41)	16,8 (5.8)	1.369 (0.920)
19,1 (3/4)	15,9 (5/8)	3	Jerweld J/E 7024	5/16	Alterna	35,8 (1.41)	16,8 (5.8)	1.711 (1.150)
25,4 (1)	19,1 (3/4)	2	Jerweld J/E 7024	5/16	Alterna	35,8 (1.41)	16,8 (5.8)	2.411 (1.620)



Para calidad más inspección con rayos X, procure en una de las formas siguientes:  
(1) Empléese Procedimientos para Hidrógeno Bajo, según las páginas 40 - 41.  
(2) Para planchas de 4,8 a 12,7 mm (3/16 a 1/2"), empléese electrodos E6027 a amperajes y velocidades de avance ligeramente menores.

# SOLDADURA DE PLANCHAS INCLINADAS

Empléanse estos procedimientos cuando:

1. El trabajo no puede colocarse en posición nivelada para la soldadura de velocidad alta con electrodos Jetweld de relleno rápido ("Fast-Fill").
2. La soldadura debe efectuarse parcialmente en posición nivelada, y parcialmente en posición inclinada.

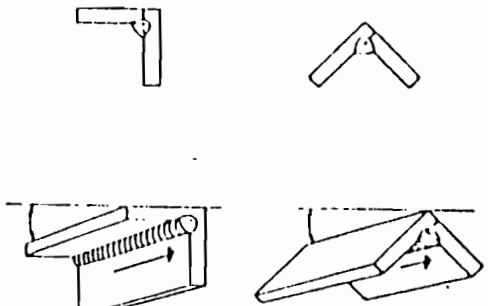
Suéldate con electrodos Fleetweld 47. Su contenido relativamente alto de polvo de hierro en el recubrimiento provee la rapidez de aportación necesaria para la facilidad de la soldadura inclinada descendente.

Empléese una técnica de arrastre. Manténgase una distancia de unos 4 mm (5/32") entre el extremo del electrodo y el metal fundido. Si la distancia es excesiva, podrán ocurrir interrupciones en la soldadura. Si la distancia es exigua la escoria fluirá debajo del arco, causando pozos en la escoria.

Ejécutense las soldaduras en ángulo interior, tanto horizontales como planas, siguiéndose los mismos procedimientos.

## SOLECURA EN PLANCHAS INCLINADAS

Ángulo Inclinado	Coeficiente de la Chapa	E mm (Inch)	C mm (Inch)	Distancia Nombrada/Class	Amperios y Polaridad	Velocidad del Arco por	Medida (l) cm (Inch)	Peso del Electrodo	Ángulo Inclinado
0°	1.9/15/161	6.4 (1/4)	1.9/15/161	5/32	200	305 (12)	0.141 (0.055)	0.204 (0.191)	0°
10°	1.9/15/161	6.4 (1/4)	1.9/15/161	5/32	200	305 (12)	0.141 (0.055)	0.204 (0.191)	10°
35°	1.9/15/161	6.4 (1/4)	1.9/15/161	5/32	200	305 (12)	0.141 (0.055)	0.204 (0.191)	35°
10°	9.5/13/81	6.4 (1/4)	9.5/13/81	3/16	250	370	0.164 (0.110)	0.284 (0.270)	10°
20°	9.5/13/81	6.4 (1/4)	9.5/13/81	3/16	250	370	0.164 (0.110)	0.284 (0.270)	20°
0.5°	12.7/11/21	6.4 (1/4)	12.7/11/21	3/16	250	370	0.164 (0.110)	0.284 (0.270)	0.5°



(1) Factores de inclinación, 100%

Ángulo inclinado de la empuja para soldaduras de tamaño calal

Las soldaduras ejecutadas con los ángulos incluídos en los cuadros siguientes para cada inclinación de electrodos, tienen la tendencia de ser correctas y de tamaño semejante al indicado en la APLICACION DE LAS SOLDADURAS EN ANGULO INTERIOR. Si las soldaduras tienen un tamaño calal, guíense en dirección opuesta a las indicadas en el cuadro menor a velocidades de avance menores.

# SOLDADURA DE SEGUIMIENTO RAPIDO ("FAST-FOLLOW")

(En Chapas de Acero)

La soldadura de chapas de acero en espesores de 1,3 a 3,6 mm (calibres U.S.G. 10 a 18) requiere electrodos que suelden a velocidades de avance altas con un mínimo de interrupciones, fallas, atrapamiento de escoria, y socavación.

## Indice de Procedimientos

	páginas
Soldaduras a Tope . . . . .	28
Soldaduras de Canto . . . . .	28
Soldaduras en Angulo Interior . . . . .	29
Soldaduras de Solapo . . . . .	29
Soldaduras en Angulo Exterior . . . . .	30

## Electrodos Substitutivos

De recomendarse electrodos que no pueden obtenerse, o de preferirlos los soldadores individuales, pueden substituirse con los electrodos que se indican a continuación, empleándose los mismos procedimientos básicos:

Clase	Electrodo Recomendado	Electrodo Substitutivo
E6010 Corriente Continua	Fleetweld 5P	Fleetweld 5 o E6011
E6011 Corriente Alterna	Fleetweld 35	35LS, 180 o E6010
E6012 Corriente Continua	Fleetweld 7	E6013
E6013 Corriente Alterna	Fleetweld 57	Fleetweld 37 o E7014

## Técnicas para Soldadura

La posibilidad de regularse el amperaje mientras se están soldando chapas de acero resulta de especial valor cuando hay variaciones en la presentación o el espesor del material. La soldadora de tipo motogenerador "DC-250-MK Aircraft" de Lincoln, con amperajes muy bajos, provista con regulador a distancia del amperaje "Linc-control", a pedal, resulta excelente para la soldadura de chapas de acero.

En general, debe emplearse el amperaje mayor posible, que no perfora, socave, o funda los bordes de las soldaduras de solapo, en ángulo exterior, o de canto. La soldadura rápida depende de la habilidad del soldador en mantenerse sobre la junta, y avanzar a velocidad uniforme. Los soldadores buenos podrán necesitar algunos días de práctica, antes de iniciarse en la soldadura de chapas de acero.

Para la rapidez máxima en la soldadura, la distorsión mínima, y soldaduras planas, convendrá en general colocar el trabajo para soldadura descendente desde 450 hasta 750.

La tabla de procedimientos presuone presentación ajustada y la sujeción adecuada mediante abrazaderas o puntos de soldadura, para obtenerse soldaduras rápidas, y

distorsión mínima. Empléense planchas de respaldo de cobre cuandoquiera s para aminorar el peligro de la perforación. De tropezarse con presentación po

1. Redúzcase el amperaje.
2. Inclínese el electrodo más en la dirección de avance que de costumbre.
3. Con electrodos de las clases E6010 o E6011, empléese una rápida técnica de chicoteo con leve movimiento circular en el cráter, para salvar la separación.
4. En el caso de los electrodos de las clases E6012 o E6013 empléese la técnica de tejido pequeño y rápido para obviar la separación.

De soldarse con electrodos de seguimiento rápido ("Fast-Follow"), de las clases E6012 y E6013, ejecútese la soldadura completa en una pasada, empleando cordones rectos o tejido leve. Debe arrastrarse el electrodo por la junta, y mantenerse delante del metal fundido. Inclínese bien el electrodo en la dirección de avance, de manera que el arco empuje el metal de soldadura hacia atrás, dentro de la junta. Empléense amperajes en la parte superior de la gama correspondiente al electrodo.

De soldarse con electrodos de solidificación rápida ("Fast-Freeze"), de las clases E6010 y E6011, colóquese la soldadura completa en una pasada, empleándose cordones rectos o un leve movimiento de tejido. Manténgase un arco con largo de hasta 3,2 mm (1/8"). Empléense amperajes en la parte media de la gama correspondiente al electrodo. Aváncese tan rápidamente como posible, pero manteniéndose fusión buena.

Para las juntas sobrecabeza, empléense electrodos E6010 o E6011, con una técnica de chicoteo y un leve movimiento circular en el cráter. Se obtendrán así cordones rectos sin socavación. No deberá tejerse. Apúntese el electrodo directamente hacia el interior de la junta, inclínáncoselo levemente hacia adelante en la dirección de avance. Empléese un arco relativamente corto, y aváncese con rapidez suficiente para evitar el derrame. No se recomienda la soldadura sobrecabeza de planchas de 1,3 mm de espesor (Calibre U.S.G. 18).

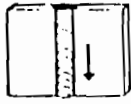


# SOLDADURA DE CHAPAS DE ACERO

## Soldaduras a Topo



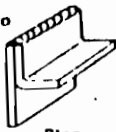
Plana



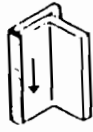
Vertical Descendente

Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	1,27 (0,050)	1,59 (0,063)	1,98 (0,078)	2,78 (0,109)	3,51 (0,141)
Electrodo: Nombre/Clase	571	Electrodo 571 E6011		Electrodo 571 E6011	
Diámetro - pulg	3/32	1/8	1/8	5/32	3/16
Posición*	Inclinada Descendente de 0 - 30°				
Amperajes	40	70	80	170	135
Corriente y Polaridad (2)	Continua -	Continua -	Continua +	Continua +	Continua +
Velocidad del Arco, por Minuto (1) cm (pulg)	61,0 (24)	81,3 (32)	11,1 (28)	55,9 (22)	48,3 (19)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,036 (0,024)	0,043 (0,029)	0,030 (0,026)	0,073 (0,049)	0,104 (0,070)
Posición*	Inclinada Descendente de 30 - 90°				
Amperajes	45	75	90	130	150
Corriente y Polaridad (2)	Continua -	Continua -	Continua +	Continua +	Continua +
Velocidad del Arco, por Minuto (1) cm (pulg)	71,1 (28)	91,4 (36)	78,2 (30)	63,5 (25)	50,8 (20)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,034 (0,023)	0,042 (0,028)	0,040 (0,027)	0,031 (0,044)	0,109 (0,073)

## Soldaduras de Canto



Plana



Vertical Descendente

Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	1,27 (0,050)	1,59 (0,063)	1,98 (0,078)	2,78 (0,109)	3,51 (0,141)
Electrodo: Nombre/Clase	571	Electrodo 571 E6011		Electrodo 571 E6011	
Diámetro - pulg	3/32	1/8	1/8	5/32	3/16
Posición*	Inclinada Descendente de 0 - 30°				
Amperajes	50	80	85	115	140
Corriente y Polaridad (2)	Continua -	Continua -	Continua -	Continua -	Continua -
Velocidad del Arco, por Minuto (1) cm (pulg)	121,9 (48)	116,8 (46)	109,2 (43)	109,7 (43)	101,6 (40)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,022 (0,015)	0,034 (0,023)	0,039 (0,026)	0,053 (0,038)	0,071 (0,048)
Posición*	Inclinada Descendente de 30 - 90°				
Amperajes	55	90	95	125	155
Corriente y Polaridad (2)	Continua -	Continua -	Continua -	Continua -	Continua -
Velocidad del Arco, por Minuto (1) cm (pulg)	142,2 (56)	134,6 (53)	127,0 (50)	121,0 (50)	116,8 (46)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,021 (0,014)	0,034 (0,023)	0,033 (0,023)	0,054 (0,036)	0,070 (0,047)

(1) Factor de utilización, 100%

(2) Puede emplearse corriente alterna - véase la página 30.

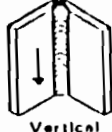
## Soldaduras en Angulo Interior



Plana



Horizontal



Vertical Descendente

Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	1,27 (0,050)	1,59 (0,063)	1,98 (0,078)	2,78 (0,109)	3,51 (0,141)
Electrodo: Nombre/Clase	571	Electrodo 571 E6011		Electrodo 571 E6011	
Diámetro - pulg	3/32	1/8	5/32	3/16	3/16
Posición*	Inclinada Descendente de 0 - 30°				
Amperajes	65	95	140	190	200
Corriente y Polaridad (2)	Continua -	Continua -	Continua -	Continua -	Continua -
Velocidad del Arco, por Minuto (1) cm (pulg)	40,8 (16)	43,2 (17)	45,7 (18)	55,9 (22)	45,7 (18)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,061 (0,041)	0,066 (0,058)	0,126 (0,085)	0,179 (0,047)	0,161 (0,112)
Posición*	Inclinada Descendente de 30 - 90°				
Amperajes	70	105	150	200	210
Corriente y Polaridad (2)	Continua -	Continua -	Continua -	Continua -	Continua -
Velocidad del Arco, por Minuto (1) cm (pulg)	48,3 (19)	50,8 (20)	58,4 (23)	66,0 (26)	58,4 (23)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,055 (0,037)	0,080 (0,054)	0,106 (0,071)	0,118 (0,079)	0,138 (0,093)

Electrodo 571 (Clase E 6011)

## Soldaduras de Solapo



Plana



Vertical Descendente

Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	1,27 (0,050)	1,59 (0,063)	1,98 (0,078)	2,78 (0,109)	3,51 (0,141)
Electrodo: Nombre/Clase	571	Electrodo 571 E6011		Electrodo 571 E6011	
Diámetro - pulg	3/32	1/8	5/32	3/16	3/16
Posición*	Inclinada Descendente de 0 - 30°				
Amperajes	70	105	125	200	210
Corriente y Polaridad (2)	Continua -	Continua -	Continua -	Continua -	Continua -
Velocidad del Arco, por Minuto (1) cm (pulg)	53,3 (21)	58,4 (23)	55,9 (22)	50,8 (20)	40,8 (16)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,051 (0,034)	0,064 (0,043)	0,103 (0,072)	0,150 (0,101)	0,199 (0,134)
Posición*	Inclinada Descendente de 30 - 90°				
Amperajes	75	115	155	210	220
Corriente y Polaridad (2)	Continua -	Continua -	Continua -	Continua -	Continua -
Velocidad del Arco, por Minuto (1) cm (pulg)	63,5 (25)	76,2 (30)	76,2 (30)	71,1 (28)	63,5 (25)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,048 (0,032)	0,057 (0,038)	0,086 (0,058)	0,116 (0,078)	0,138 (0,093)

(1) Factor de utilización, 100%

(2) Puede emplearse corriente alterna - véase la página 30.

Electrodo 571 (Clase E 6011)

\* Se recomienda un ángulo descendente de 45 a 75° para operación manual y mayores velocidades de avance.

Electrodo 571 (Clase E 6011)



# SOLDADURA CON ELECTRODOS DE HIDROGENO BAJO

Se recomiendan electrodos de hidrógeno bajo para tres amplias áreas de aplicación:

1. Sobre aceros de aleación baja, carbono alto, azufre alto, o cuandoquiera el agrietamiento resulte un problema posible.
2. De especificarlo los códigos respectivos.
3. Para los costos más reducidos en soldaduras verticales sobrecabeza y horizontales a tope, en planchas gruesas, o sea de más que 13 mm (1/2").

## Índice de Procedimientos

Descripción	Página
Soldaduras a Tope Verticales Ascendentes	34
Soldaduras a Tope Sobrecabeza	34
Soldaduras Verticales Ascendentes en Angulo Interior	35
Soldaduras Sobrecabeza en Angulo Interior	35
Soldaduras a Tope Horizontales	36
Soldaduras Planas en Angulo Interior	38
Soldaduras Horizontales en Angulo Interior	40

## Electrodos Substitutivos

Los procedimientos y las técnicas para el electrodo Jetweld LH-70 (Clase E7018) pueden emplearse también para los electrodos Lincoln de las clases E8018, E9018 o E11018.

## Técnicas para el Electrodo Jetweld LH-3800 (Clase E7028)

Empléense las mismas técnicas para esta soldadura de relleno rápido ("Fast-Fill") que se recomiendan para los electrodos de la clase E7024 en las páginas 16 a 18. Quitese la escoria de cada cordón, en las soldaduras de pasada múltiple, para evitar las inclusiones de escoria que aparecerían al examinarse con rayos-X.

## Técnicas Básicas para la Soldadura con Electrodo EXX18

Empléense las mismas técnicas básicas para la soldadura con todos los electrodos de los grupos E7018 hasta E11018.

**Polaridad** — Cuandoquiera sea posible, conviene emplear polaridad invertida (corriente continua +) para electrodos de hasta 5/32" de diámetro. Puede emplearse sin embargo la corriente alterna, con un aumento de un 10% en el amperaje.

Empléese corriente alterna con los electrodos de 3/16" o mayores, para reducir el soplo magnético del arco, a fin de obtenerse las mejores características para el trabajo. Puede emplearse también la corriente continua +, reduciéndose el amperaje en aproximadamente 10%.

Subtareas en Angulo Exterior Igual que para la Corriente Continua

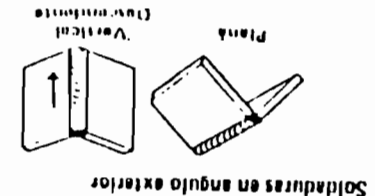
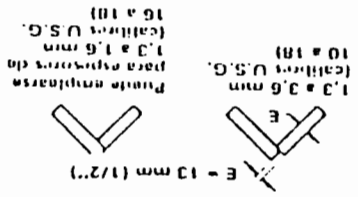
Subtarea	Clase E	Clase E	Clase E	Clase E
1. Soldadura en Angulo Interior	1.3 A (0.50)	1.9 B (0.50)	1.9 B (0.50)	3.57 (0.141)
2. Soldadura a Tope	4.3 (1.18)	4.3 (1.18)	4.3 (1.18)	4.3 (1.18)
3. Soldadura Vertical Ascendente	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)
4. Soldadura Horizontal	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)
5. Soldadura Sobrecabeza	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)

1) Para la subtabla con respecto a otros empléese:  
 a. En los tipos E7018 en lugar de los E1018 o E11018 en lugar de E7018.  
 b. En los tipos de metal diferentes.  
 c. Angulos diferentes en un 10%.  
 d. Las velocidades de avance que se indican en continuación.

Se recomienda emplear una velocidad de avance de 15" por pulgada de espesor de la chapa de 3/8" y mayores. Véase también el punto III.

Clase E	Clase E	Clase E	Clase E
1.3 A (0.50)	1.9 B (0.50)	1.9 B (0.50)	3.57 (0.141)
4.3 (1.18)	4.3 (1.18)	4.3 (1.18)	4.3 (1.18)
5.3 (1.21)	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)
5.3 (1.21)	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)
5.3 (1.21)	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)	5.3 (1.21)

# SOLDADURA DE CHAPAS DE ACERO (Cont.)

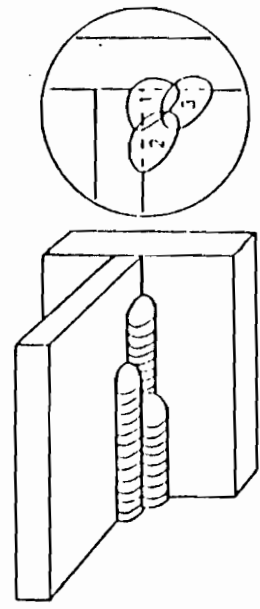


2. Muchos soldadores prefieren un tejido en caja para la segunda pasada. El tipo de caja es similar al de zigzagueo simple, salvo un leve movimiento ascendente a cada costado de la soldadura, para asegurar la fusión en los bordes del cordón. Manténgase un arco corto, sin chicoté.

3. Emplee un tejido zigzagueante simple para las pasadas finales. Muévase el electrodo solamente en forma alternada de un lado al otro de la soldadura, pausándose levemente en cada borde para asegurar la penetración y el afinado sin socavación.

**Técnicas para Soldaduras a Tope Horizontales y Sobrecabeza**

Ejecute una serie de cordones rectos, empleándose un leve movimiento circular en el cráter. No debe chicotéarse. Use como máximo electrodos de 5/32" y amperajes en la parte baja de la gama para el electrodo.



...ángulo un arco corto, con largo máximo de 3,2 mm (1/8"), o arístrese ligeramente el electrodo. Ya que los electrodos de hidrógeno bajo obtienen su protección de la escoria fundida, no deberá mantenerse jamás un arco largo, ni chicotéarse, salirse del cráter, ni moverse con rapidez excesiva en cualquier dirección.

**Para Encendidos Limpios** - Enciéndase el arco delante del cráter, retrocediendo rápidamente al cráter, y avanzando entonces en la dirección acostumbrada. Mediante esta técnica, se pasa soldando, por encima de la zona de encendido, eliminándose la porosidad o la tendencia de obtener un cordón de conformación pobre en el punto de encendido.

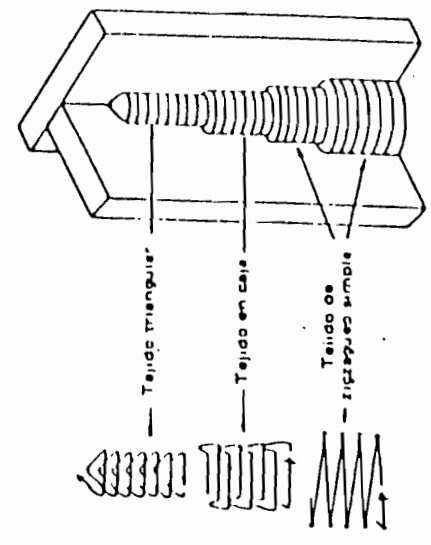
**Soldaduras de Pasadas Múltiples** - Quite la escoria de cada cordón. De soldarse en la posición plana, empléense cordones rectos, o tejidos leves mas bien que tejidos amplos. Las soldaduras de tejido angosto simplifican la regulación de la escoria, y evitan las inclusiones de la misma.

**Técnicas para la Soldadura Vertical**

Se emplean normalmente las técnicas verticales con electrodos de hasta 5/32", y amperajes en la parte inferior de la gama para el electrodo. Danse a continuación las técnicas básicas:

1. Ejecútese la primera pasada con un movimiento de tejido triangular angosto. No debe chicotéarse nunca, ni mantenerse un arco largo. Hágase primeramente un escalón de soldadura, agregándose metal de aportación sobre el escalón cada tres capa a medida que la soldadura progresa en dirección ascendente. No debe sacarse el electrodo del baño de metal fundido. Apúntese el electrodo directamente hacia el interior de la junta, y levemente hacia arriba, a fin de que el empuje del arco ayude a regular el cráter. Aváncese con lentitud suficiente como para mantener el escalón sin derramar el metal.

Con esta técnica, la escoria correrá hacia abajo sobre la soldadura. Mientras no se vierta el metal, la operación será normal. Cuando el soldador se haya familiarizado con las técnicas para la clase EXX18, aprenderá rápidamente a ejecutar soldaduras sólidas con abarcancia excelente.

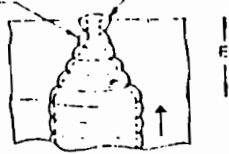


# SOLDADURAS A TOPE VERTICALES ASCENDENTES

Véanse también los Procedimientos de Solidificación Rápida ("Fast-Freeze") en la página 14.

Primera Pasada  
Electrodo Electrode 5P  
de 5/32" (Clase E 6010),  
160 amperios en corriente  
continua, 11,4 cm  
(4 1/2") por minuto.

Pasada final - ciérrase el  
respaldo antes de soldar.

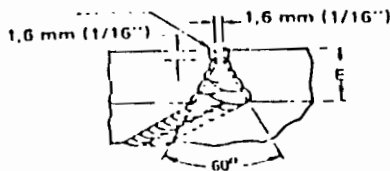


Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	12,1 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)	25,4 (1)
Cateto del Cordón - C mm (pulg)	7	7,3	7,5	7,7
Pasadas	2	3	3	3
Electrodo - Nombre/Clase	Jetweld E11 / E 6010			
Díametro - pulg	5/32			
Amperajes	160			
Corriente y Polaridad	Continua +			
Velocidad del Arco, por Minuto (2) - cm (pulg)	11,4 (4 1/2)			
Distancia Soldada por Hora (1) - m (pies)	3,0 (10)	3,7 (12)	4,6 (15)	6,1 (20)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,507 (10,34)	0,621 (13,28)	0,781 (17,21)	1,016 (22,40)

\*Máx 0,418 Kg/m (0,92 lbs/pie) de metal de aportación de electrodo de la clase E 6010 de 5/32" de diámetro para la primera pasada.

# SOLDADURAS A TOPE SOBRECABEZA

Primera Pasada  
Electrodo Electrode 5P  
de la clase E 6010 de  
1/8", con corriente  
continua, 11,4 cm  
(4 1/2") por  
minuto.



Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	1,6 (1/16)	3,2 (1/8)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	8,0 (5/16)
Cateto del Cordón - C mm (pulg)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Pasadas	1	1	1	1	1
Electrodo - Nombre/Clase	Jetweld E11 / E 6010				
Díametro - pulg	1/8				
Amperajes	170				
Corriente y Polaridad	Continua +				
Velocidad del Arco, por Minuto (2) - cm (pulg)	11,4 (4 1/2)				
Distancia Soldada por Hora (1) - m (pies)	3,0 (10)	3,7 (12)	4,6 (15)	6,1 (20)	8,0 (26)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,401 (8,82)	0,499 (10,99)	0,636 (14,04)	0,821 (18,10)	1,061 (23,39)

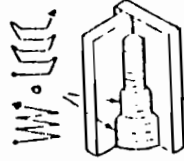
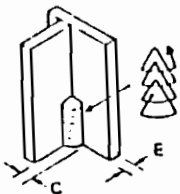
(1) Total para todas las pasadas. Factor de utilización 100%.

(2) Una vez que la primera pasada se ha hecho, en las pasadas posteriores deberá ajustarse la velocidad del arco a fin de obtenerse cordones del tamaño debido.

\*Máx 0,231 Kg/m (0,51 lbs/pie) de electrodo de la clase E 6010, de 1/8" de diámetro para la primera pasada.

# SOLDADURAS VERTICALES ASCENDENTES EN ANGULO INTERIOR

Véanse también los Procedimientos de Solidificación Rápida ("Fast-Freeze") en la página 15.

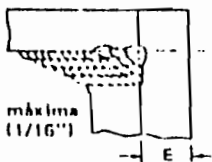


Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,1 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)	25,4 (1)
Cateto del Cordón - C mm (pulg)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,1 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)
Pasadas	1	1	1	1	1	1	1
Electrodo - Nombre/Clase	Jetweld E11 / E 6010						
Díametro - pulg	5/32						
Amperajes	135	140	140	150	150	155	155
Corriente y Polaridad	Continua +						
Velocidad del Arco, por Minuto (2) - cm (pulg)	14,0 (5 1/2)	10,2 (4)	6,4 (2 1/2)	5,1 (2)	3,0 (1 1/2)	4,8 (1 3/4)	4,8 (1 3/4)
Distancia Soldada por Hora (1) - m (pies)	8,5 (28)	6,1 (20)	4,0 (13)	3,1 (10)	1,8 (6)	1,2 (4)	0,8 (2,6)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,230 (5,07)	0,284 (6,25)	0,352 (7,75)	0,442 (9,72)	0,561 (12,35)	0,711 (15,57)	0,901 (19,84)

# SOLDADURA SOBRECABEZA EN ANGULO INTERIOR

Véanse también los Procedimientos de Solidificación Rápida ("Fast-Freeze") en la página 15.

Luego de la primera pasada, el orden de la colocación de los cordones comienza en la plancha superior para cada camada.



Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,1 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)	25,4 (1)
Cateto del Cordón - C mm (pulg)	4,0 (5/32)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	8,0 (5/16)	9,5 (3/8)	12,1 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)
Pasadas	1	1	1-2	1-3	1-4	1-6	1-10	1-15
Electrodo - Nombre/Clase	Jetweld E11 / E 6010							
Díametro - pulg	5/32							
Amperajes	170	170	170	170	170	170	170	170
Corriente y Polaridad	Continua +							
Velocidad del Arco, por Minuto (2) - cm (pulg)	21,9 (11)	19,1 (7 1/2)	21,6 (8 1/2)	21,6 (8 1/2)	21,6 (8 1/2)	21,6 (8 1/2)	21,6 (8 1/2)	21,6 (8 1/2)
Distancia Soldada por Hora (1) - m (pies)	16,8 (55)	11,6 (38)	6,1 (20)	4,6 (15)	3,4 (11)	1,8 (6)	1,1 (4)	0,8 (2,6)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,199 (4,38)	0,231 (5,07)	0,284 (6,25)	0,352 (7,75)	0,442 (9,72)	0,561 (12,35)	0,711 (15,57)	0,901 (19,84)

(1) Total para todas las pasadas. Factor de utilización 100%.

(2) Una vez que la primera pasada se ha hecho, en las pasadas posteriores deberá ajustarse la velocidad del arco a fin de obtenerse cordones del tamaño debido.

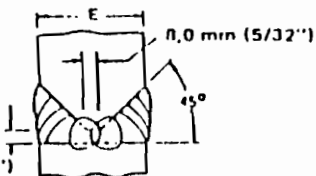
# SOLDADURAS A TOPE HORIZONTALES

## Primera Pasada

Electrodo Jetweld LH 70 de 3/16" con Corriente Continua + de 240 amperios, a aproximadamente 15 cm (6") por minuto para planchas de 19 mm (3/4") hasta 10 cm (4") por minuto para planchas de 38 mm (1-1/2") de espesor.

Cinchiase el dorso del primer cordón, según sea necesario.

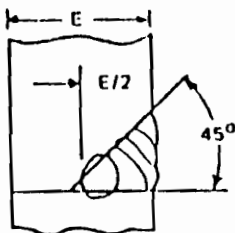
8,0 mm (5/32")



Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	19,1 (3/4)	25,4 (1)	31,8 (1 1/4)	38,1 (1 1/2)
Pasadas	2 - 6	2 - 10	2 - 10	2 - 12
Electrodo Nombre/Clase	Jetweld LH 70E 7018			
Dímetro pulg	3/16"			
Amperios	240	240	240	240
Corriente y Polaridad	Continua +			
Velocidad del Arco por Minuto (2) cm (pulg)	25,40 (10)	24,13 (9 1/2)	15,24 (6)	17,70 (7)
Distancia Soldado por Hora (1) metros (pies)	2,79 (9,2)	1,31 (4,3)	0,85 (2,8)	0,63 (2,1)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/por)	1,473 (10,956)	0,219 (1,47)	3,869 (12,60)	5,115 (13,84)

## Primera Pasada

Electrodo Jetweld LH 70 de 3/16", con Corriente Continua + de 240 amperios, a aproximadamente 18,2 cm (7") por minuto para planchas de 19 mm (3/4") hasta 10,2 cm (4") por minuto para planchas de 38 mm (1-1/2") de espesor.



Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	19,1 (3/4)	25,4 (1)	31,8 (1 1/4)	38,1 (1 1/2)
Pasadas	2 - 3	2 - 5	2 - 5	2 - 6
Electrodo Nombre/Clase	Jetweld LH 70E 7018			
Dímetro pulg	3/16"			
Amperios	240	240	240	240
Corriente y Polaridad	Continua +			
Velocidad del Arco por Minuto (2) cm (pulg)	25,4 (10)	24,1 (9 1/2)	15,2 (6)	12,2 (5)
Distancia Soldado por Hora (1) metros (pies)	4,57 (15,0)	2,02 (6,6)	1,71 (5,6)	1,22 (4,0)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/por)	0,711 (0,478)	1,101 (0,740)	2,679 (1,800)	2,857 (1,920)

(1) Total para todas las pasadas Factor de utilización, 100%  
(2) Velocidad aproximada para todas las pasadas posteriores a la primera

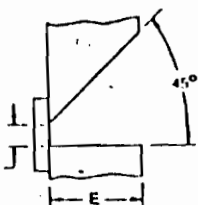
# SOLDADURAS A TOPE HORIZONTALES

Con Plancha de Respaldo de Acero

## Primera Pasada

Electrodo Jetweld LH 70 de 3/16", con Corriente Continua + de 240 amperios, a aproximadamente 18 cm (7") por minuto para planchas de 9,5 mm (3/8") hasta 1,3 cm (5") por minuto para planchas de 38 mm (1-1/2") de espesor.

6,4 mm (1/4")



Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)	25,4 (1)
Pasadas	2 - 5	2 - 7	2 - 9	2 - 11	2 - 13
Electrodo Nombre/Clase	Jetweld LH 70E 7018				
Dímetro pulg	3/16"				
Amperios	240	240	240	240	240
Corriente y Polaridad	Continua +				
Velocidad del Arco por Minuto (2) cm (pulg)	22,9 (9)	20,3 (8)	17,8 (7)	16,5 (6 1/2)	10,5 (6 1/2)
Distancia Soldado por Hora (1) metros (pies)	2,6 (8,5)	1,7 (5,5)	1,1 (3,8)	0,9 (2,9)	0,6 (1,9)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/por)	1,790 (12,867)	2,003 (14,350)	2,604 (17,950)	3,601 (12,420)	5,045 (13,390)

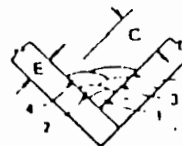


Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	25,4 (1)	31,7 (1 1/4)	31,7 (1 1/4)	38,1 (1 1/2)	38,1 (1 1/2)
Pasadas	14 - 19	2 - 12	18 - 24	2 - 22	23 - 31
Electrodo Nombre/Clase	Jetweld LH 70E 7018				
Dímetro pulg	3/16"				
Amperios	240	240	240	240	240
Corriente y Polaridad	Continua +				
Velocidad del Arco por Minuto (2) cm (pulg)	25,4 (10)	15,2 (6)	25,4 (10)	14,0 (5 1/2)	25,4 (10)
Distancia Soldado por Hora (1) metros (pies)	0,6 (1,9)	0,4 (1,4)	0,4 (1,4)	0,3 (1,0)	0,3 (1,0)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/por)	1,479 (10,994)	1,173 (4,820)	1,830 (13,230)	9,524 (16,400)	2,381 (11,600)

(1) Total para todas las pasadas Factor de utilización, 100%  
(2) Velocidad aproximada para todas las pasadas posteriores a la primera

# SOLDADURAS PLANAS EN ANGULO INTERIOR

Véanse también los Procedimientos para Relleno Rápido ("Fast-Fill"), en la página 22.



## Con Electrodo de la Clase E7028\*

Espeor de la Chapa - E mm (pulg)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)	25,4 (1)
Cateto del Corchón - C mm (pulg)	4,0 (5/32)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)
Pasadas	1	1	1	1	1	1, 2	1, 3	1, 4
Electrodo: Nombre/Clase	Jetweld LH 7018/7018							
Díámetro - pulg	5/32	3/16	3/16	1/2	1/4	1/4	1/4	1/4
Amperajes	215	260	280	300	300	300	300	300
Corriente y Polaridad	Alterna							
Velocidad del Arco, por Minuto (2) cm (pulg)	35,6 (14)	35,6 (14)	29,2 (11 1/2)	26,1 (10 1/2)	22,9 (9)	26,1 (10 1/2)	25,4 (10)	22,9 (9)
Distancia Soldada por Hora (3) metros (pies)	21,3 (70)	21,3 (70)	17,7 (58)	16,2 (53)	17,7 (58)	1,9 (26)	4,9 (16)	3,4 (11)
Peso del Electrodo Kg/hrs (lbs/pie)	0,155 (0,104)	0,219 (0,147)	0,310 (0,208)	0,474 (0,285)	0,641 (0,437)	1,155 (0,776)	1,045 (1,24)	2,649 (1,78)

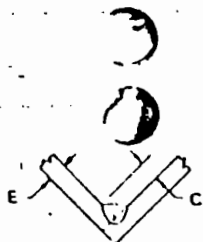
(1) Total para todas las pasadas. Factor de utilización: 100%.

(2) Primera pasada únicamente. En las pasadas restantes, ajústese la velocidad de avance hasta obtener cordones de tamaño apropiado.

\*Con electrodos de ambas clases pueden obtenerse soldaduras de calidad según los códigos.

Se recomienda la clase E 7018 para soldaduras automáticas de avance rápido con técnicas para electrodos de relleno rápido ("Fast-Fill"), con alto contenido de polvo de hierro, que se describen en las páginas 16 a 18.

Deben emplearse los procedimientos para la clase E 7018 cuando no haya disponibles electrodos de la clase E 7018 o en el caso de emplearse electrodos de las clases E 6018 y E 11018.



## Con Electrodo de la Clase E7018\*

Espeor de la Chapa - E mm (pulg)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)	25,4 (1)
Cateto del Corchón - C mm (pulg)	4,0 (5/32)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)
Pasadas	1	1	1	1	1	1, 2	1, 4	1, 5
Electrodo: Nombre/Clase	Jetweld LH 7018/7018							
Díámetro - pulg	3/16	1/2	1/2	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
Amperajes	240	275	275	350	350	350	350	350
Corriente y Polaridad	Alterna							
Velocidad del Arco, por Minuto (2) cm (pulg)	35,6 (14)	34,3 (13 1/2)	24,1 (9 1/2)	19,1 (7 1/2)	16,5 (6 1/2)	19,1 (7 1/2)	17,8 (7)	17,8 (7)
Distancia Soldada por Hora (3) m (pies)	21,3 (70)	20,7 (68)	14,6 (48)	11,6 (38)	10,1 (33)	5,1 (17)	3,66 (12)	2,4 (8)
Peso del Electrodo Kg/hrs (lbs/pie)	0,162 (0,109)	0,136 (0,132)	0,290 (0,195)	0,405 (0,272)	0,609 (0,409)	1,017 (0,727)	0,170 (1,14)	0,223 (1,50)

(1) Total para todas las pasadas. Factor de utilización: 100%.

(2) Primera pasada únicamente. En las pasadas restantes, ajústese la velocidad de avance hasta obtener cordones de tamaño apropiado.

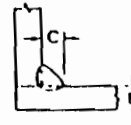
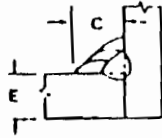
\*Con electrodos de ambas clases pueden obtenerse soldaduras de calidad según los códigos.

Se recomienda la clase E 7018 para soldaduras automáticas de avance rápido con técnicas para electrodos de relleno rápido ("Fast-Fill"), con alto contenido de polvo de hierro, que se describen en las páginas 16 a 18.

Deben emplearse los procedimientos para la clase E 7018 cuando no haya disponibles electrodos de la clase E 7018 o en el caso de emplearse electrodos de las clases E 6018 y E 11018.

# SOLDADURAS HORIZONTALES EN ANGULO INTERIOR

Véanse también los Procedimientos para Relleno Rápido ("Fast-Fill"), en la página 22.



Con Electrodo de la Clase E7028\*

Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	4,8 (1/4)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)	25,4 (1)
Cateto del Cordón - C mm (pulg)	4,0 (5/32)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)
Pasadas	1	1	1	1	1-2	1-2	1-3	1-4
Electrodo: Nombre/Clase	Jewelco LH 70/E 7028							
Dímetro - pulg	5/16	3/16	1/32	1/32	1/32	1/4	1/4	1/4
Amperajes	215	200	205	235	335	380	390	310
Corriente y Polaridad	Alternas	Alternas	Alternas	Alternas	Alternas	Alternas	Alternas	Alternas
Velocidad del Arco, por Minuto (2) - cm (pulg)	33,0 (13)	30,5 (12)	31,8 (12 1/2)	25,4 (10)	30,5 (12)	24,1 (9 1/2)	24,1 (9 1/2)	21,6 (8 1/2)
Distancia Soldado por Hora (1) - m (pies)	19,8 (65)	18,3 (60)	19,7 (63)	15,7 (50)	9,1 (30)	7,3 (24)	4,8 (15)	3,4 (11)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,187 (10,112)	0,234 (10,157)	0,351 (10,226)	0,476 (10,320)	0,717 (10,483)	1,219 (10,819)	1,905 (11,280)	2,708 (11,871)

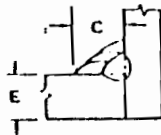
(1) Total para todas las pasadas. Factor de utilización: 100%.

(2) Primera pasada únicamente. En las pasadas restantes, sustituya la velocidad de avance hasta obtener cordones de tamaño apropiado.

\*Con electrodos de ambas clases pueden obtenerse soldaduras de calidad según los códigos.

Se recomienda la clase E7028 para soldaduras económicas de avance rápido, con técnicas para electrodos de relleno rápido ("Fast-Fill"), con alto contenido de núcleo de hierro, que se describen en las páginas 16 a 18.

Deben emplearse los procedimientos para la clase E7018 cuando no haya disponibles electrodos de la clase E7028, o en el caso de emplearse electrodos de las clases E8018 y E11018.



Con Electrodo de la Clase E7018\*

Espesor de la Chapa - E mm (pulg)	4,8 (1/4)	6,4 (1/4)	6,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)	25,4 (1)
Cateto del Cordón - C mm (pulg)	4,0 (5/32)	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)	7,9 (5/16)	9,5 (3/8)	12,7 (1/2)	15,9 (5/8)	19,1 (3/4)
Pasadas	1	1	1	1	1	1-3	1-4	1-5
Electrodo: Nombre/Clase	Jewelco LH 70/E 7018							
Dímetro - pulg	3/16	1/32	1/32	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
Amperajes	230	275	275	350	350	350	350	350
Corriente y Polaridad	Alternas	Alternas	Alternas	Alternas	Alternas	Alternas	Alternas	Alternas
Velocidad del Arco, por Minuto (2) - cm (pulg)	33,0 (13)	29,2 (11 1/2)	22,9 (9)	17,8 (7)	22,9 (9)	25,4 (10)	20,3 (8)	19,1 (7 1/2)
Distancia Soldado por Hora (1) - m (pies)	19,8 (65)	17,7 (58)	13,7 (45)	10,7 (35)	7,9 (26)	5,1 (17)	3,4 (11)	2,3 (7,5)
Peso del Electrodo Kg/m (lbs/pie)	0,165 (10,117)	0,208 (10,140)	0,302 (10,207)	0,499 (10,335)	0,714 (10,480)	1,168 (10,785)	1,756 (11,180)	2,411 (11,620)

(1) Total para todas las pasadas. Factor de utilización: 100%.

(2) Primera pasada únicamente. En las pasadas restantes, sustituya la velocidad de avance hasta obtener cordones de tamaño apropiado.

\*Con electrodos de ambas clases pueden obtenerse soldaduras de calidad según los códigos.

Se recomienda la clase E7028 para soldaduras económicas de avance rápido, con técnicas para electrodos de relleno rápido ("Fast-Fill"), con alto contenido de núcleo de hierro, que se describen en las páginas 16 a 18.

Deben emplearse los procedimientos para la clase E7018 cuando no haya disponibles electrodos de la clase E7028, o en el caso de emplearse electrodos de las clases E8018 y E11018.

### Inspección Recomendada Para:

Tipo de Defecto	Juntas en Angulo Interior	Juntas a Tope
Soldadura de tamaño exiguo	Ocular <sup>①</sup>	Ocular
Porosidad de la superficie	Ocular	Ocular
Porosidad Interna	Ensayo destructivo	Radiográfica
Socavación	Ocular	Ocular
Grietas	Partículas Magnéticas Con Líquidos Penetrantes Ocular	Partículas Magnéticas Con Líquidos Penetrantes Ocular
Falta de Penetración	Ensayo Destructivo Ultrasónica	Radiográfica Ultrasónica
Inclusiones de Escoria	Ensayo Destructivo Ultrasónica	Radiográfica Ultrasónica

① Empléense plantillas de radios — véase la página 48.

② Los ensayos destructivos revelarán la existencia de grietas.

③ La inspección radiográfica tiene sus limitaciones para revelar defectos de agrietamiento.

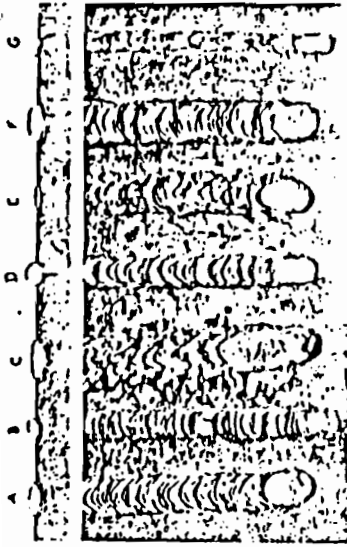
## INSPECCION OCULAR - DETERMINACION DE LOS DEFECTOS EN LAS SOLDADURAS

Basta generalmente sólo la inspección ocular en trabajos comerciales en general, para asegurar la calidad de las soldaduras. Con mucha frecuencia el mismo operario es el único inspector. Aun de requerirse algún otro tipo de ensayo no destructivo (rayos-X, inspección magnética, ultrasónica, etc.), el operario puede evitar los costos de resoldadura mediante inspección del trabajo propio mientras lo ejecuta.

La autoinspección requiere soldadores conscientes que reconozcan los siguientes defectos de soldadura, y sepan como corregirlos:

### Efecto de las Variables

La primera fotografía en la página 43 ilustra como los cambios considerables en las variables de trabajo afectan la soldadura. La muestra se confeccionó con electrodos de los tipos E6010 y E6011. Los electrodos con recubrimiento y escoria más gruesos tienden a modificar algunos de los defectos.



- A. Amperaje, velocidad de avance y largo de arco apropiados.
- B. Amperaje exiguo.
- C. Amperaje excesivo.
- D. Largo de arco exiguo.
- E. Largo de arco excesivo.
- F. Velocidad de avance exigua.
- G. Velocidad de avance excesiva.

### Salpicaduras de Metal Fundido



Las salpicaduras no afectan la resistencia de la soldadura, pero causan aspecto pobre y aumentan los costos de limpieza. Para evitar la salpicadura excesiva:

1. Ensáyese la disminución del amperaje. Estése seguro que el amperaje está dentro de la gama para el tipo y diámetro de electrodo que se está usando.
2. Estése seguro que la polaridad es la correcta para el tipo de electrodo que se emplea.
3. Ensáyese un arco más corto.
4. Si el metal fundido corre delante del arco, cámbiense el ángulo del electrodo.
5. Obsérvense las características del soplo magnético del arco.
6. Estése seguro que el electrodo no está demasiado humedo.

### Socavación



La socavación es, con frecuencia, nada mas que problema del aspecto. Pero puede afectar adversamente la resistencia de la soldadura, sobre todo cuando se la carga bajo tensión, o se la somete a cargas de fatiga. Para eliminar la socavación:

1. Redúzcase el amperaje, la rapidez de avance o el diámetro del electrodo hasta obtenerse un baño fundido de tamaño que pueda regularse.
2. Variése la inclinación del electrodo de manera que la fuerza del arco mantenga el metal dentro del ángulo. Empléese una velocidad de avance uniforme, evitándose el tejido excesivo.



## Soldadura Basta

Si, de mantenerse la polaridad y el amperaje dentro de las recomendaciones del fabricante de los electrodos, se obtiene acción irregular y errática, podrá deberse a electrodos húmedos. Ensayese electrodos secos de un envase sin abrir. De recurrir frecuentemente este problema, almacénense los envases de electrodos abiertos en un armario con calefacción. Pueden secarse así los electrodos húmedos.

## Soplo Magnético del Arco

En la soldadura con corriente continua, los campos de magnetismo vagabundo podrán desviar el arco de su dirección propuesta. Esto resulta un problema mayor con amperajes altos, en juntas complicadas. A fin de poderse regular el soplo del arco

1. Cámbiase a la soldadura con corriente alterna — es éste el mejor remedio.
2. Empléense amperajes menores y electrodos de diámetro menor.
3. Procúrese reducir el largo del arco.
4. Suéldese en la dirección del soplo.
5. Modifíquese el circuito eléctrico a tierra:
  - a. Cambiándose la conexión a tierra hasta el otro extremo del trabajo, o efectuándose varias conexiones a tierra.
  - b. Soldándose hacia puntos gruesos, soldaduras completadas, o con cortos movimientos de retroceso, en el caso de soldaduras extendidas.
  - c. Empléandose planchuelas supletorias, agréguese bloques de acero para modificar el circuito a tierra, o soldándose con puntos planchas pequeñas que atraviesen la junta en los extremos de la soldadura.

## Porosidad



No puede observarse visualmente la mayor parte de la porosidad. Pero, ya que, si es severa, puede debilitar la soldadura, es necesario saber cuando tiende a ocurrir, y cómo combatirla.

1. Remuévase las escamas, el óxido, la pintura, la humedad o el polvo de la soldadura. Para aceros sucios conviene generalmente el empleo de electrodos de las clases E6010 o E6011.
2. Manténgase fundido el baño durante más tiempo. Esto permitirá despedir los gases antes que se solidifique.
3. El acero podrá tener proporciones bajas de carbono o manganeso, o alto azufre (aceros de frezado fácil) o proporciones altas de fósforo. Suéldense aceros tales con electrodos de hidrógeno bajo. Redúzcase al mínimo la mezcla del metal de base con el de aportación, empleándose amperajes bajos y altas velocidades de avance para aminorar la penetración.
4. Ensayese el empleo de arcos de largo menor. Esto es imprescindible con electrodos de hidrógeno bajo.

## Picaduras Superficiales



1. Ensayese las soluciones indicadas bajo "Porosidad".
2. De empléarse electrodos de las clases E6010 o E6011, estése seguro que no está demasiado seco.

## Fusión Pobre



La fusión apropiada significa que la soldadura deberá ligarse físicamente en forma sólida con ambas paredes de la junta, y formar un cordón sólido sobre todo el ancho de la junta. La falta de fusión es, con frecuencia, visible, y debe eliminarse para obtenerse una soldadura sana. Para corregir la fusión pobre:

1. Ensayese un amperaje mayor y una técnica de cordón recto.
2. Estése seguro que los bordes de la junta están limpios, o empléense electrodos de las clases E6010 o E6011, que atraviesan la suciedad.
3. De ser excesiva la separación, obténgase presentación mejor, o empléese una técnica de tejido para obtener la separación.

## Presentación Poco Profunda



Al decir "penetración", nos referimos a la profundidad con que la soldadura se introduce en el metal de base. En general no resulta visible. Para obtenerse soldaduras de resistencia plena, se requiere penetración hasta el fondo de la junta. Para evitarse la penetración poco profunda:

1. Ensayese amperajes mayores o menor rapidez de avance.
2. Empléense electrodos de diámetro reducido a fin de penetrar dentro de las ranuras angostas y profundas.
3. Déjese algún espacio libre en el fondo de la junta.

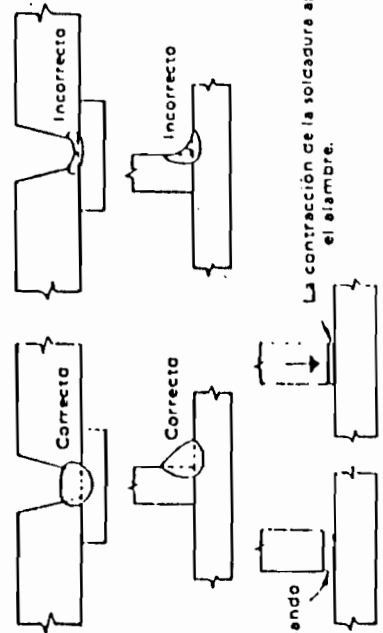


El agrietamiento es tema complejo ya que existen muchas clases distintas de grietas que se presentan en ubicaciones distintas en las soldaduras. Algunas son visibles, mientras que otras no lo son. Todas las grietas, no obstante, pueden ser serias, porque pueden llevar a la falla completa de la soldadura. Los remedios siguientes pecan de sencillas, pero servirán para ayudar a evitar la mayoría de las grietas posibles.

1. Se atribuyen la mayoría de las grietas a la alta proporción de carbono, de aleación, o de azufre en el metal de base. Para evitar este agrietamiento:
  - a. Empleéense electrodos de hidrógeno bajo.
  - b. Precaléntese el trabajo. Usense precalentamientos altos para planchas más gruesas y para juntas rígidas (véase la página 47).
  - c. Redúzcase la penetración mediante el empleo de amperajes bajos y electrodos de diámetro reducido. Esto reducirá la proporción de aleación que se incorporará a la soldadura, proveniente del metal de base fundido.

2. A fin de evitar el agrietamiento en el cráter, llénese completamente cada crater antes de interrumpir el arco. Empleése la técnica de retroceso finalizando cada soldadura en el cráter de la soldadura anterior.

3. En las soldaduras de pasadas múltiples o en ángulo interior, estese seguro que el primer cordón tiene tamaño suficiente, y que es de superficie plana o convexa, a fin de resistir el agrietamiento hasta que queden agregados otros cordones para su refuerzo. Para aumentarse el tamaño del cordón deberá empujarse menor velocidad de avance, un arco más corto, o soldarse con inclinación ascendente de 5%. Sigase soldando siempre mientras la plancha esté caliente.



4. Las partes rígidas se agrietarán con mayor facilidad. De ser posible súlidesse hacia el extremo sin fijar. Déjese una separación de 0,8 mm (1/32") entre las planchas para el movimiento de contracción libre al enfriarse la soldadura. Martilleje cada cordón mientras retiene su calor, a fin de aliviar las tensiones.

E mm (pulg)	Electrodos de Hidrógeno Bajo			
	Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4
Hasta 19 (3/4)	② ③	② ③	210°C (700°F)	100°C (500°F)
De 19 hasta 38 (3/4 hasta 1-1/2)	660°C (1500°F)	210°C (700°F) ④	66°C (150°F)	52°C (125°F)
De 38 hasta 64 (1-1/2 hasta 2-1/2)	1070°C (2250°F)	66°C (150°F)	107°C (225°F)	80°C (175°F)
En exceso de 64 (2-1/2)	1490°C (3000°F)	107°C (225°F)	149°C (300°F)	107°C (225°F)

**DEFINICIONES:**

- E — Espesor de la parte más gruesa en el punto de soldadura.
- Col. 1 — Para aceros ASTM A36; A53, Calidad B; A375, A500; A501; A529; A571 Calidades D y E, cuando se sueldan con electrodos que no sean de hidrógeno bajo.
- Col. 2 — Para aceros ASTM A36; A242, Calidad Soldable; A375; A441; A529; A571 Calidades D y E; A572, Calidades 42, 45 y 50; A568.
- Col. 3 — Para aceros ASTM A572, Calidades 55, 60 y 65.
- Col. 4 — Para acero ASTM A514.

**NOTAS:**

① No deberá soldarse cuando la temperatura ambiente sea inferior a -18°C (0°F). Las piezas sobre las cuales habrá de depositarse el metal, tendrán aquella temperatura, o una mayor, en una distancia igual al espesor de la pieza que se está soldando, pero nunca menor que 76 mm (3"), tanto hacia los costados como delante de la soldadura. La temperatura de precalentamiento y la menor entre la pasadas debe ser suficientemente alta para evitar el agrietamiento. En el caso de soldaduras totalmente inmovilizadas, podrá requerirse una temperatura superior a la mínima indicada. En el caso del acero ASTM A514, las temperaturas de precalentamiento y la entre pasadas no deberá exceder de los 204°C (400°F) para espesores de hasta 38 mm (1-1/2"), y de los 232°C (450°F) para espesores mayores. La aportación de calor, al soldarse aceros ASTM A514 no deberá exceder aquella recomendada por el productor del acero.

② Cuando quiera la temperatura del metal de base sea inferior a 0°C (32°F) deberá precalentarse cuanto menos hasta los 21°C (70°F), y mantenerse esta temperatura mínima durante la soldadura.

③ Esta indicación tiene aplicación igualmente en aceros A36, en espesores de hasta 25 mm (1").

④ El precalentamiento mínimo para aceros A36 en espesores de hasta 51 mm (2") será de 100°C (500°F).