

PROCESO "SAW"

SUMERGED ARC WELDING



ING. NELVER J. ESCALANTE ESPINOZA

CHIMBOTE, MAYO 2013

INTRODUCCION

PROCESO DE SOLDADURA DE ARCO SUMERGIDO (SAW)

El proceso de soldadura por arco sumergido es un proceso automático desarrollado por la Unión Soviética en 1930, y en el cual el arco eléctrico se genera entre la pieza de trabajo y un electrodo que es alimentado de forma continua, con la particularidad de que el arco se encuentra “sumergido” en un fundente, de tal forma que siempre se encuentra protegido del medio ambiente y oculto a la vista, de aquí el nombre del proceso.



SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO

1.- Fundamentos del proceso

2.- Equipo

3.- Materiales

4.- Tipos de soldadura

5.- Variables de operación

7.- Procedimientos de soldadura

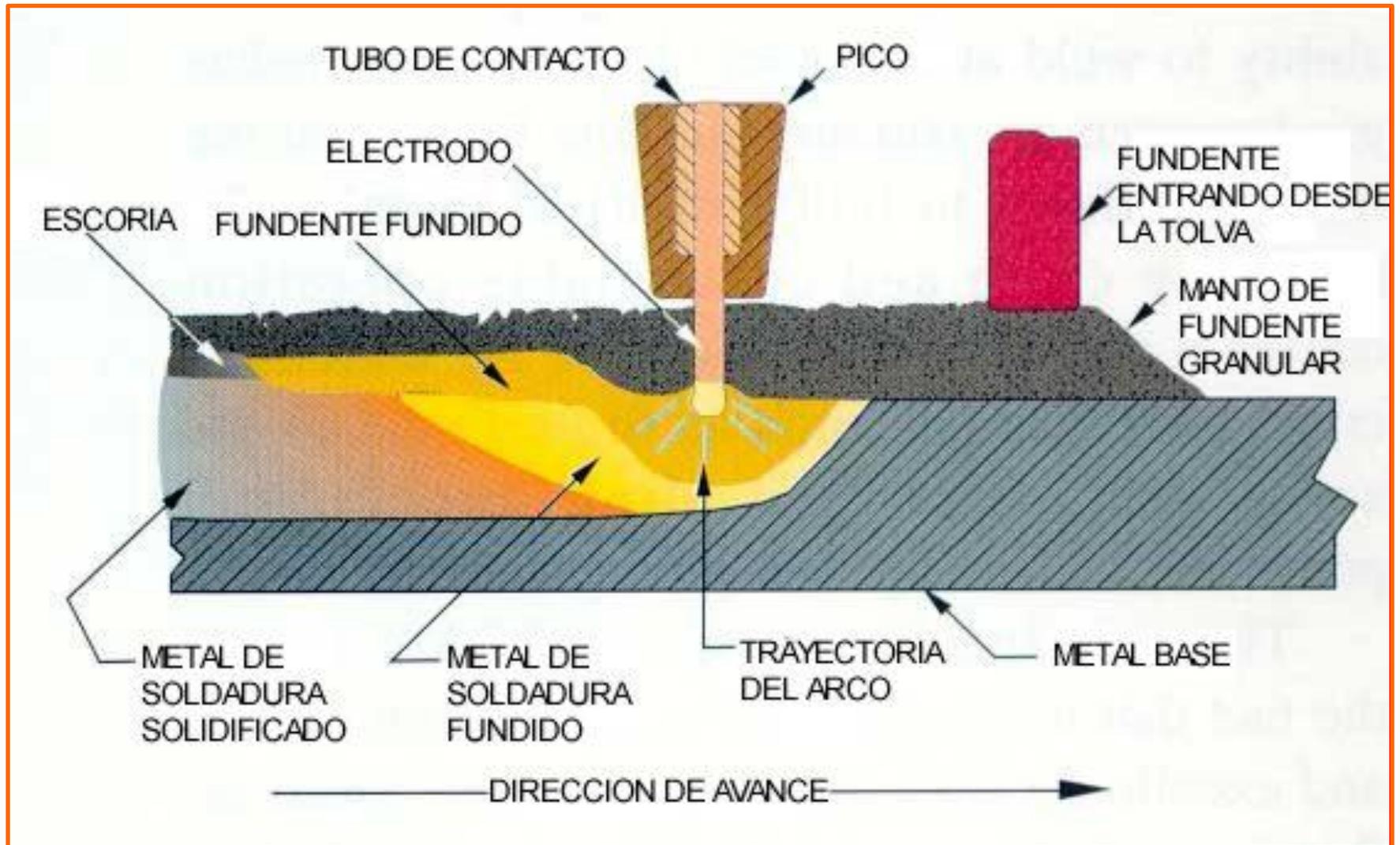
8.- Aplicación práctica SAW



1.- FUNDAMENTOS DEL PROCESO

- Fusión alambre sólido, continuo y desnudo protegido por escoria generada por un fundente, granulado o en polvo
- Puede ser:
 - Semiautomático.-la pistola se lleva manualmente
 - Automático.- no requiere operador durante todo el proceso
 - Mecanizada.- soldadura bajo la vigilancia de un operador
- Se obtiene altas tasas de deposición
- Capaz de soldar con corrientes de hasta 2,000A
- Puede utilizarse uno o varios alambres simultáneamente, o bien flejes o bandas
- No existe pérdida de metal por salpicaduras, buena eficiencia de deposición





FACTORES QUE DETERMINAN SI CONVIENE O NO USAR SAW

- La composición química y las propiedades mecánicas que debe tener el deposito final.
- Espesor del metal base
- La accesibilidad de la unión
- La posición en que se va a soldar
- La frecuencia o la cantidad de soldadura que se va a efectuar



VENTAJAS DEL PROCESO

- Alta tasa de deposición
- Alta calidad de soldaduras
- Buena penetración
- Puede ser automatizado
- Puede soldar espesores desde 1,5 mm
- Ampliamente utilizado en aceros al carbono, aceros de baja aleación e inoxidables.

LIMITACIONES DEL PROCESO

- Es necesario un dispositivo para el almacenamiento, alimentación y recojo del fundente
- Suele ser necesario el empleo de respaldo
- El fundente está sujeto a contaminaciones que pueden producir defectos en la soldadura
- Proceso no adecuado para unir espesores delgados
- Únicamente se puede soldar en posición plana y filete
- Capacitación al operador



Eficiencia de Deposición

Relación entre el metal depositado y la cantidad en peso de electrodos requeridos

PROCESO	EFICIENCIA DEP. (%)
☞ SMAW	60 - 70
☞ GMAW	90
☞ FCAW	79
☞ GTAW	95
☞ SAW	95



Factor de Operación

Relación entre el tiempo en que ha existido arco y el tiempo real o total pagado

PROCESO	FAC. OPERACION (%)
☞ SMAW	5 - 30
☞ GMAW	10 - 60
☞ FCAW	10 - 60
☞ GTAW	5 - 20
☞ SAW	50 - 100



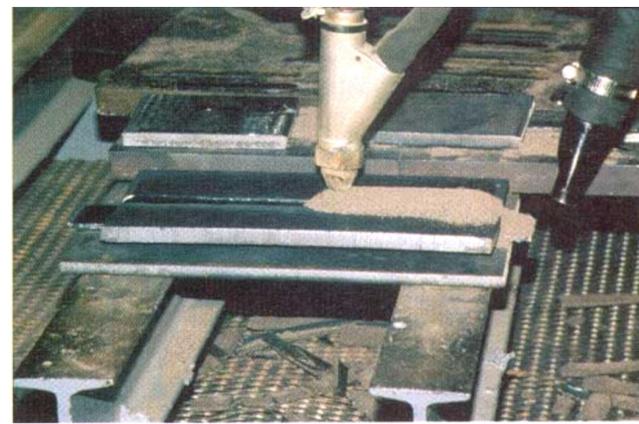
3.- MATERIALES



- Metal base
- Electrodos
- Fundentes



Metal Base

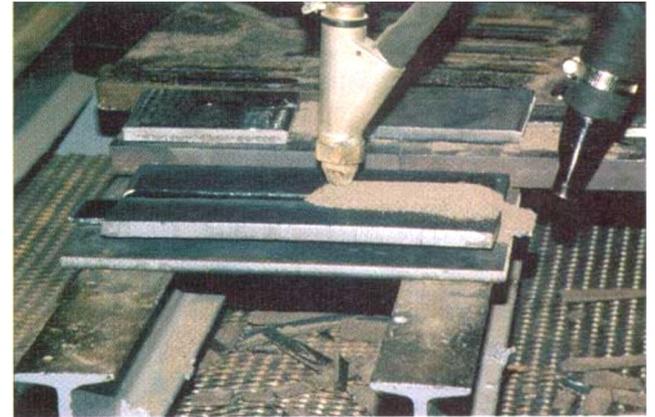


Materiales que se pueden soldar

- Aceros al carbono, hasta 0,29% C
- Aceros de baja aleación, ≤ 100 psi (690MPa)
- Aceros al Cr-Mo, 0,5 a 9% Cr y $\leq 0,5$ a 1%Mo
- Aceros inoxidable
- Aleaciones con base niquel



Fundente



FUNCIONES:

- Proteger el baño de fusión de la atmósfera.
- Limpiar y desoxidar el baño de fusión de la soldadura.
- Controlar las propiedades químicas y mecánicas del metal de soldadura.
- Estabiliza el arco de fusión
- La calidad de la soldadura puede ser afectada por la forma como se maneje el fundente.



TIPOS DE FUNDENTE:

Existe dos tipos, en función a su fabricación: Fundentes Aglomerados y Fundente Fundidos

☞ **Aglomerados.-** componentes finamente molidos son mezclados, tratados con un aglomerante y calentados indirectamente; este fundente puede aportar mayor porcentaje de aleantes que el fundido.

VENTAJAS

- Puede contener desoxidante metálicos que proporcionan buen comportamiento sobre oxido y cascarilla de laminación.
- El tamaño relativamente grueso de la malla se alimenta fácilmente debido a su uniformidad.
- Tienen una velocidad de consumo mas baja.

☞ **Fundidos.-** son elementos aleantes fundidos y luego molidos, limitado en el aspecto metalúrgico; presenta alta densidad y por ello alto consumo

Electrodos



Electrodos

- AWS A5.17 Aceros al carbono
- AWS A5.23 Aceros de baja aleación



4.- TIPO DE SOLDADURA

AWS A5.17 Aceros al carbono

Clasificacion AWS	Resistencia Traccion		Limite Fluencia		% Elongacion	Impacto Charpy	
	KSI	Mpa	KSI	Mpa		Joules	Temperatura
F6A 2-EL12	60	414	48	331	22	27	(-29°C)
F6A 6-EL12	60	414	48	331	22	27	(-51°C)
F7A 2-EL12	70	483	58	400	22	27	(-29°C)
F6P4-EM12K	60	414	48	331	22	27	(-40°C)
F7A 2-EM12K	70	483	58	400	22	27	(-29°C)
F7A 6-EM12K	70	483	58	400	22	27	(-51°C)
F7A 2-EH14	70	483	58	400	22	27	(-29°C)



Indica fundente

Indica la resistencia mínima a la tracción (por 69 MPa (10000psi) de metal de soldadura de acuerdo con las condiciones de soldadura, y usando el fundente que se clasificó y la clasificación específica de electrodo indicada

Designa la condición de tratamiento térmico en la que se realiza el ensayo: •A• para el caso sin tratamiento y •P• para tratamiento térmico posterior a la soldadura. El tiempo y temperatura del PWHT son de acuerdo a lo especificado.

Indica la menor temperatura a la cual la resistencia al impacto del metal de soldadura referido arriba alcanza o excede los 27J (20 ft • lb).

E indica un electrodo sólido; EC indica un electrodo de material compuesto

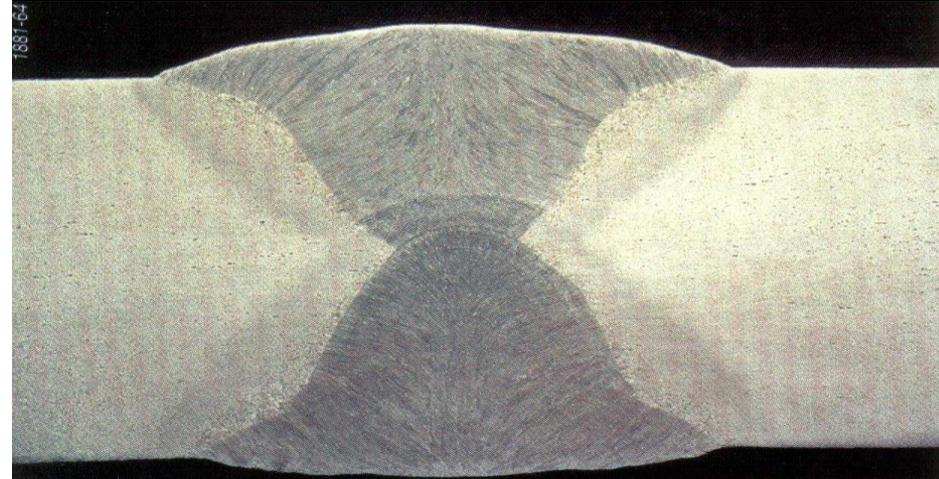
FXXX - EXXX

Clasificación del electrodo usado para producir la soldadura referida arriba.



5.- VARIABLES DE OPERACION

- ⇒ Tipo Corriente y Polaridad
- ⇒ Intensidad de Soldeo
- ⇒ Tensión de Soldeo
- ⇒ Velocidad de Soldeo
- ⇒ Diámetro del alambre
- ⇒ Extensión del alambre
- ⇒ Tipo de Fundente
- ⇒ Posición del alambre



Estas son las variables que determinaran el tamaño, la forma, la penetración y la existencia de defectos como porosidad, mordeduras, falta de penetración, sobre espesor excesivo, etc.

TIPO DE CORRIENTE Y POLARIDAD

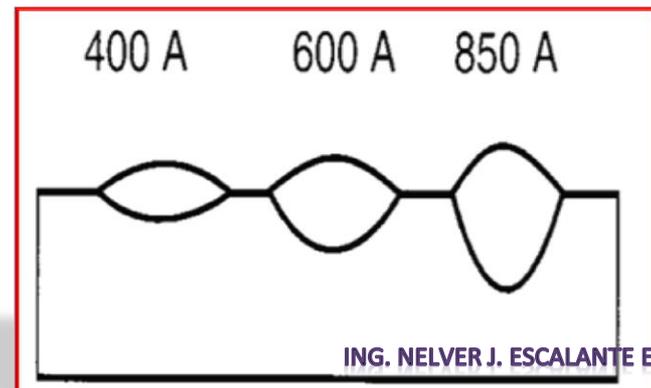
- Puede utilizarse CA o CC, aunque con este ultimo su comportamiento es mas favorable
- La CA es útil cuando hay soplo magnético
- La CA se usa en el Soldeo en TANDEN, el 1º alambre CCEP y 2º alambre CA
- Con CCEP se obtiene mayor penetración, mejor aspecto y forma del cordón y menor tendencia a porosidad
- Con CCEN se obtiene mayor tasa de deposición, menor dilución y menor penetración, aplicación recubrimientos protectores



INTENSIDAD DE SOLDEO

- Tiene la mayor influencia en el proceso. Esta determina la penetración, el volumen de fusión y la geometría del cordón. El máximo y mínimo amperaje usado con el mismo alambre es influenciado también por el fundente.
- Hay fundentes que permiten la soldadura con mayor amperajes y hay otros que permiten la soldadura con mayor velocidad, o hay fundentes que permiten la soldadura en biseles muy angostos; eso depende de la basicidad del fundente y de la conductividad eléctrica a altas temperaturas.
- Un aumento de la intensidad de Soldeo produce un aumento de la tasa de deposición y de la penetración
- Una intensidad excesiva produce mordeduras o un cordón estrecho con sobre espesor o exceso de penetración.
- Si la intensidad de Soldeo es demasiado baja, el arco es inestable y se producirá falta de penetración.

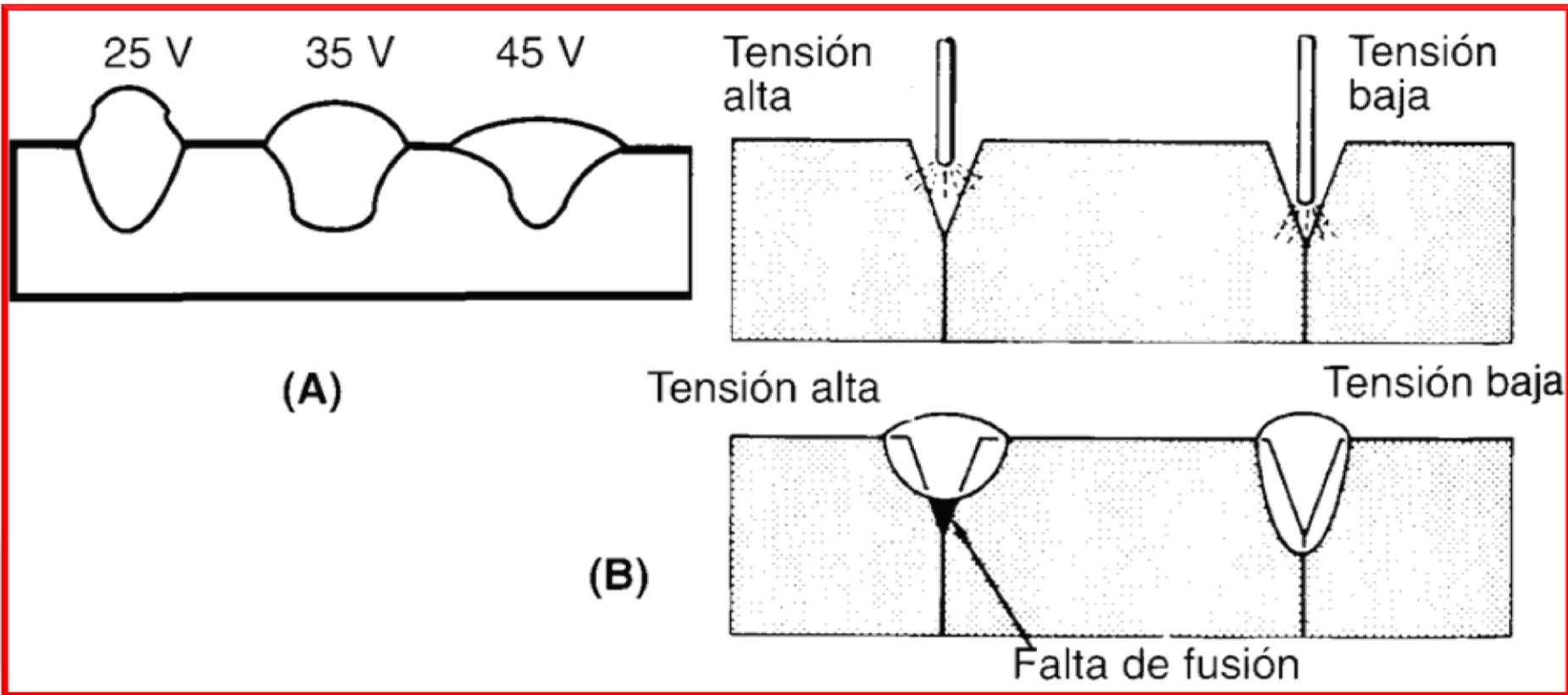
Influencia de la intensidad de soldeo en el aspecto del cordón



TENSION DE SOLDEO

- ✓ La tensión determina la forma del cordón
- ✓ Al aumentar la tensión aumenta la dilución pero no la penetración
- ✓ Un aumento de la tensión favorece un aumento del consumo de fundente
- ✓ Altas tensiones produce:
 - ✓ Cordones anchos con tendencia a formas grietas
 - ✓ Dificulta la retirada de la escoria
 - ✓ Soldaduras cóncavas
 - ✓ Aumentan las mordeduras
- ✓ Tensiones bajas produce cordones abultados y se dificulta la retirada de la escoria de los bordes del cordón de soldadura
- ✓ Tiene su mayor influencia en la geometría del cordón:
 - Mayor voltaje, mas ancho el cordón
 - Mayor voltaje, mayor el consumo de fundente
- ✓ Se calcula normalmente: El consumo de 1.0 kg de fundente por 1.0 kg de alambre a una tensión de 30 Volts.
- ✓ 1 Volt mas aumenta la potencia de fusión en un 1%, pero aumenta la dilución en un 10% y el gasto de fundente también aumenta en un 10%. Además se aumenta el peligro de poros y socavados en posiciones de ángulo.



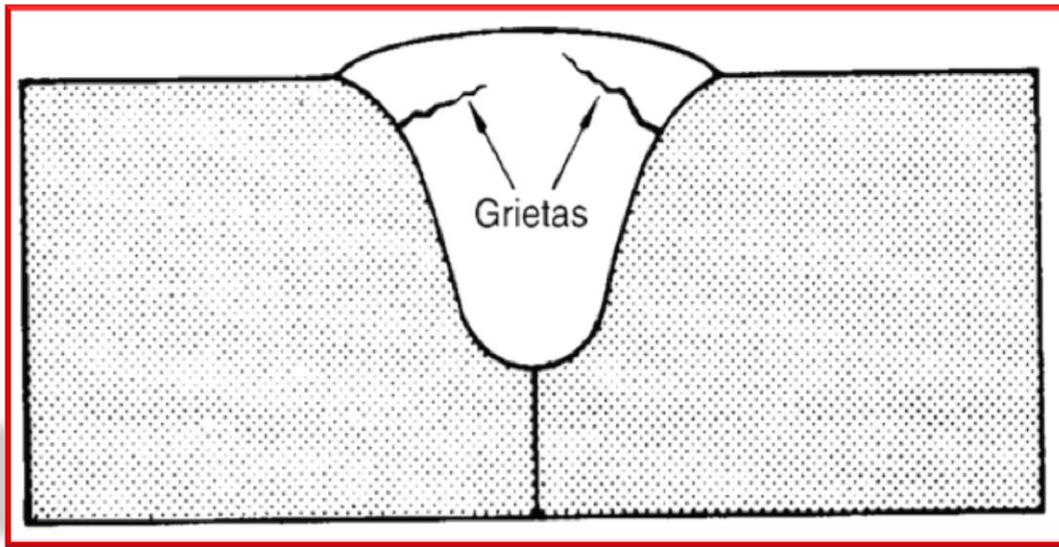


Efecto de la tensión en el aspecto del cordón. A) Cordones depositados sobre chapa; en los tres casos la penetración es la misma; B) Uniones con preparación

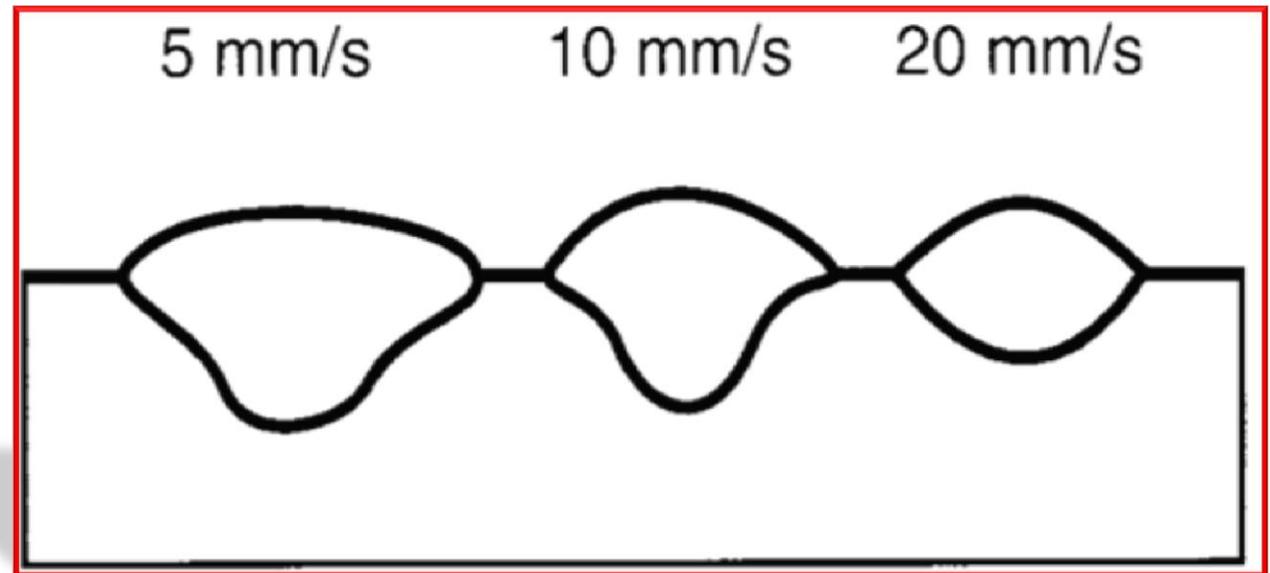
VELOCIDAD DE SOLDEO

- Tiene influencia en la geometría del cordón, pero su mayor influencia esta presente en el calor introducido a la pieza, la perdida calorífica, el consumo de fundente, socavados, grietas y poros.
- **Si la velocidad de Soldeo Aumenta:**
 - El calor aportado por unidad de longitud del cordón de soldadura **disminuye.**
 - Se aplica menos cantidad de metal de aportación.
 - Se reduce la penetración, la anchura del cordón, aumenta el riesgo de porosidad, mayor mordeduras y el cordón tiende a ser mas rugoso.
- **Si la velocidad de Soldeo es demasiado Baja:**
 - El cordón tendrá un sobre espesor excesivo que favorece la formación de grietas.
 - Se formaran baños de fusión de grandes dimensiones y la inclusión de escoria será mas fácil.





Formación de grietas en el cordón de soldadura debido a la baja velocidad de soldeo y la alta tensión.



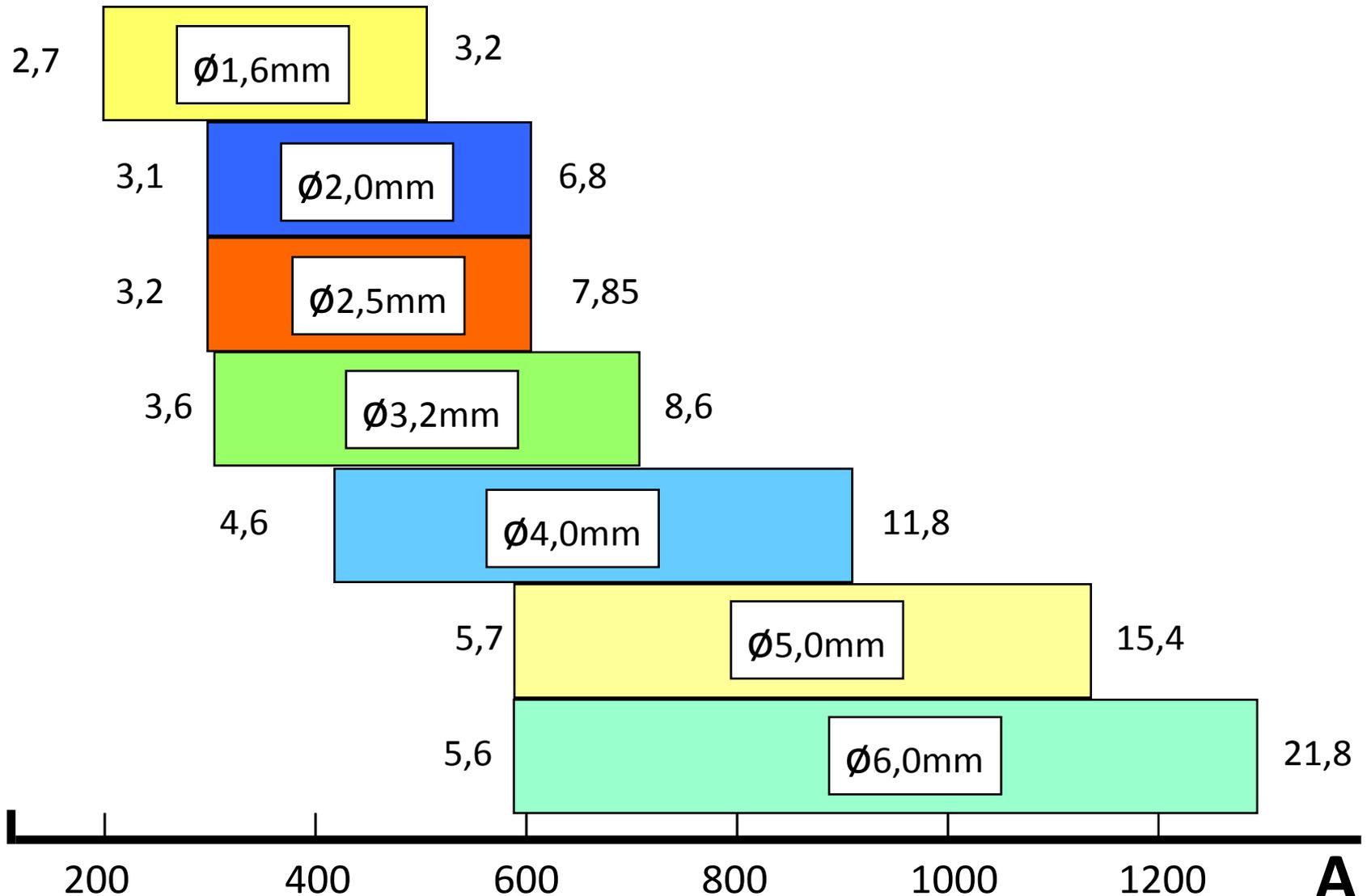
Efecto de la velocidad de soldeo sobre el aspecto del cordón

DIAMETRO DEL ALAMBRE



Cuanto **mayor** es el diámetro del alambre, **mayor** es la intensidad que soporta, por tanto también podrá aumentar la tasa de deposición

RANGO DE CORRIENTE RECOMENDADOS Y VELOCIDAD DE DEPOSICION (KG./HR.) PARA DIFERENTES DIÁMETROS DE ALAMBRE



EXTENSION DEL ALAMBRE (STICK-OUT)

- Cuanto mayor es la extensión del alambre se incrementa la temperatura, mayor es la tasa de deposición y menor la penetración.
- Si la extensión es corta, el efecto de calentamiento es menor y la penetración es mayor.
- El stick out para aceros al carbono debe ser de 25 mm. - 30mm .
- Para aceros inoxidable el stick out debe ser de 20 mm. - 25 mm.



POSICION DEL ALAMBRE

Se debe considerar tres factores:

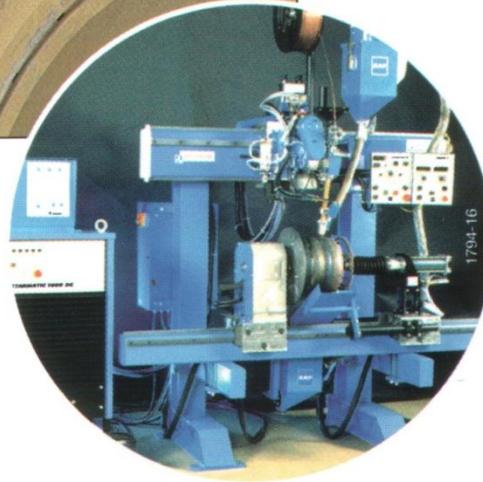
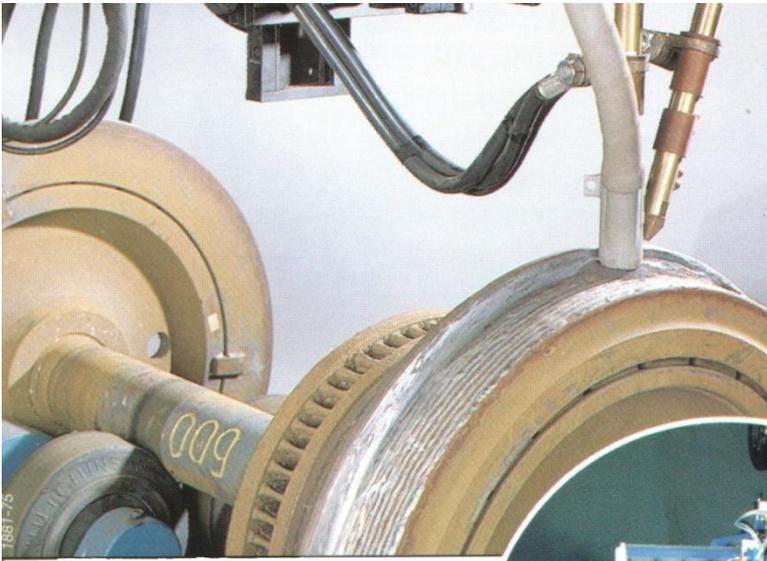
- Su alineamiento en relación a la unión
- El ángulo de inclinación en dirección lateral; el ángulo de trabajo
- El ángulo de desplazamiento, que determina si el Soldeo se realiza hacia atrás o hacia adelante



BIBLIOGRAFIA.

- Departamento Técnico de soldaduras – Soldexa.
- <http://catalog.gullco.com/viewitems/ceramic-weld-backing/katbak-ceramic-weld-backing?&forward=1>

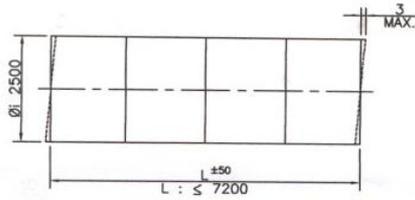




APLICACION INDUSTRIAL SAW TUBERIA SIFON VIRU



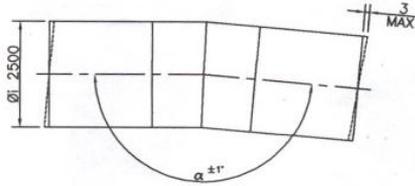
DIVISION
DISEÑO Y DESARROLLO
METAL MECANICA



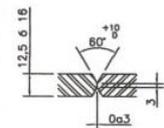
TRAMO RECTO TIPICO



D max. - D min. ≤ 1% D
D: DIAMETRO INTERIOR



CODO TIPICO



DET. JUNTA TIP.
PENETRACION COMPLETA

PLAN DE PINTURA :

INTERIOR (AEREA Y ENTERRADA):

- 01 Capa de pintura SIGMACOVER 280 a 2 mils de película seca.
- 02 Capas de pintura SIGMASHIELD 1200 a 12 mils de película seca c/u.

EXTERIOR (AEREA):

- 01 Capa de pintura SIGMACOVER 280 a 3 mils de película seca.
- 02 Capas de pintura SIGMACOVER 630 a 5 mils de película seca c/u.
- 01 Capa de pintura SIGMADUR 550 a 3 mils de película seca.

EXTERIOR (ENTERRADA):

- 01 Capa de pintura SIGMACOVER 280 a 3 mils de película seca.
- 02 Capas de pintura SIGMACOVER 300 a 6 mils de película seca c/u.

CRITERIO DE ACEPTACION SEGUN NORMA SSPC-PA2-2004

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS :

TINTES PENETRANTES :

- Se aplicará al 100% de la soldadura a tope.

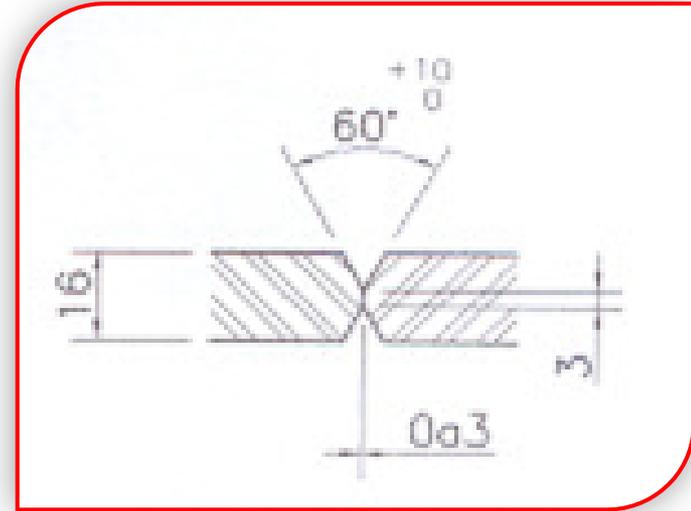
GAMMAGRAFIA y/o RAYOS X :

- Se aplicará en el 100% de las juntas a tope.

MDG
Ing. Marco Del Carpio González
Jefe División Diseño y Desarrollo
Metal Mecánica SIMA-CHIMBOTE

ESCALA : S/ESC.	PROYECTO : TB028-CONSTRUCCION SEGUNDA LINEA SIFON VIRU	PLANO N°: TB028.F.02	REV. Δ
FECHA : 2010.01.27	DIBUJADO: J. GONZALEZ	REVISADO: Ing. MDG	APROBADO: Ing. MDG
		TOLERANCIA: INDICADA	

JUNTA



PENETRACION COMPLETA



JUNTA PREPARADA



FUNDENTES

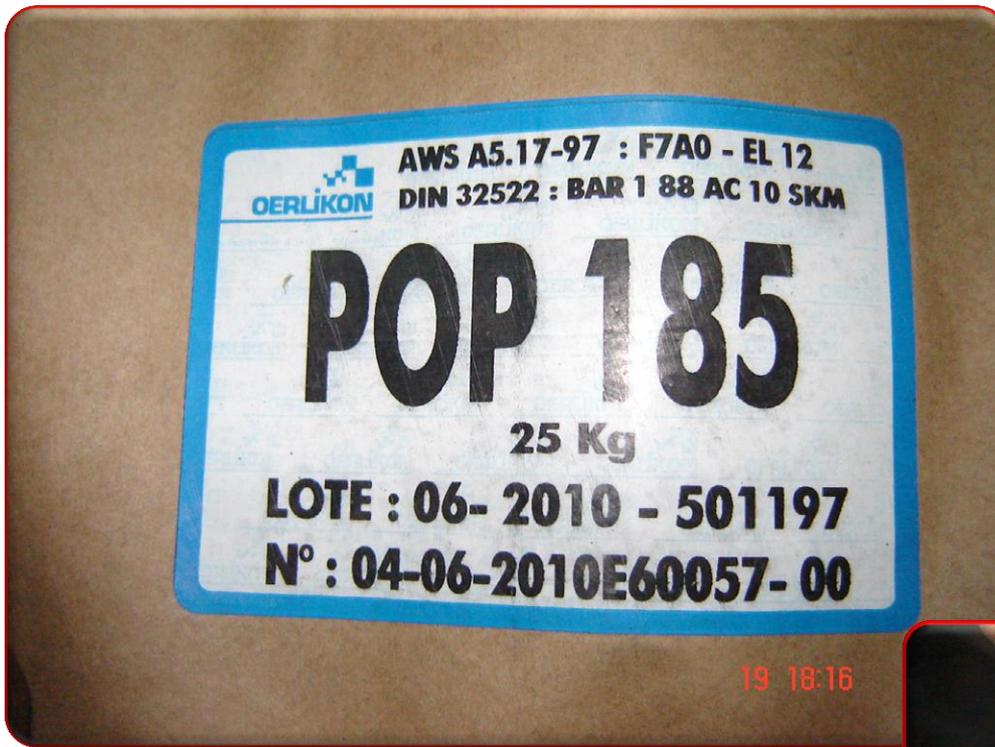
➤ Unión / Reconstrucción

- POP 100.- fundente aglomerado de tipo aluminato básico, apropiado para multipase
- POP 185.- fundente aglomerado de tipo aluminato-rutílico, apropiado para unión y reconstrucción

➤ Recargue

- POP 250A.- fundente cuyos depósitos son de alta resistencia al impacto; el depósito es maquinable y de bajo costo
- POP 350A.- Se le emplea como recubrimiento duro, protector sobre piezas sujetas a desgaste por alto impacto y moderada abrasión.
- POP 450A.-. Se le emplea como recubrimiento protector de alta dureza en piezas sujetas a muy alta abrasión.





- TIPO DE FUNDENTE
- TIPO DE SOLDADURA

ALAMBRES EMPLEADOS

➤ Análisis químico

	%C	%Mn	%Si	%S	%P
PS-1	0.12	0.50	0.10	0.01	0.01
PS-2	0.10	1.00	0.15	0.01	0.01
PS-3	0.08	1.45	0.86	0.01	0.01



Fundentes para Arco Sumergido

Flujo para Acero al Carbono y Baja Aleación

Norma Técnica:

AWS A5.17-89	DIN 32 522: BAR	Tamaño de grano según
F7 A0 - EXXX	B AR 1 88 AC 10 SKM	DIN EN 760: 2-20

Análisis Químico del Metal

Depositado:

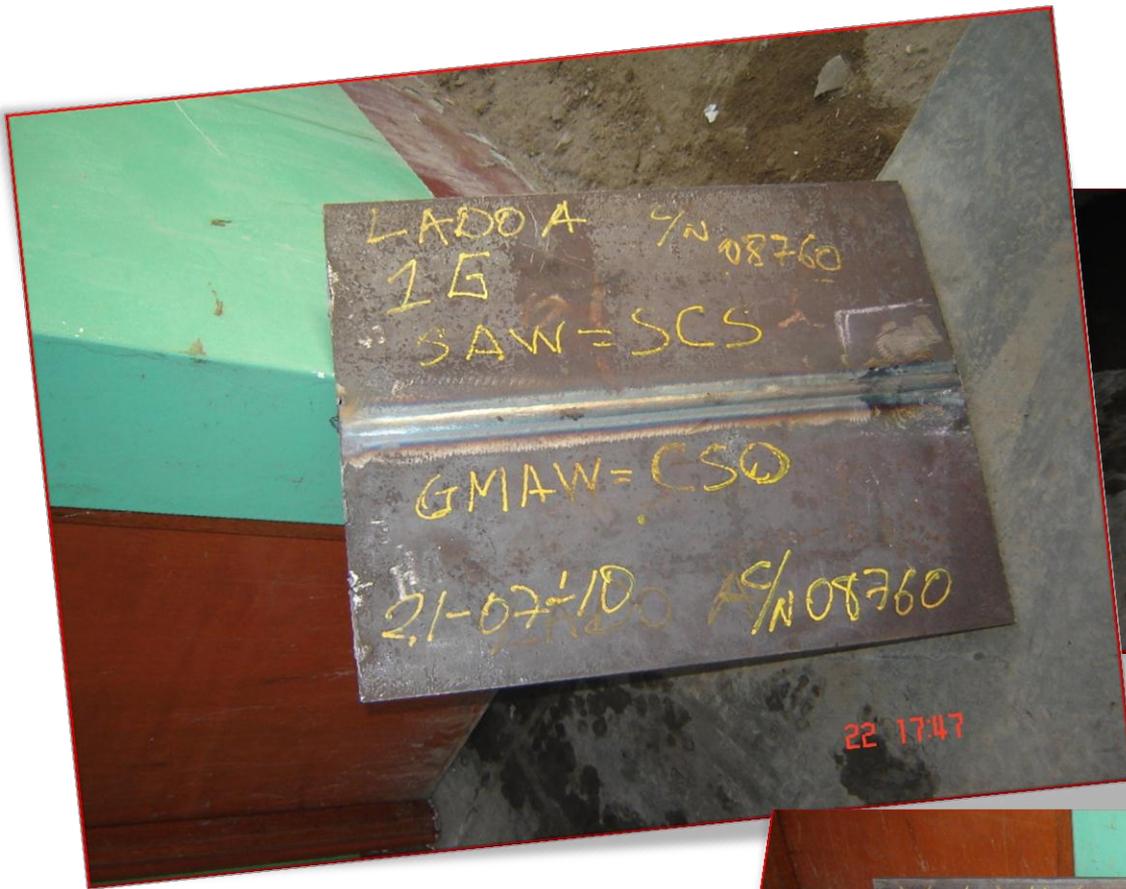
	Con los alambres	
	PS-1	PS-2
C	0,04 - 0,08	0,04 - 0,08
Mn	1,2 - 1,6	1,4 - 1,8
Si	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8

Características:

- El POP 185 es un fundente aglomerado de tipo aluminato-rútílico adecuado para soldar tanto con corriente alterna como con corriente continua con amperajes de hasta 1 000 A, utilizando un solo alambre. Debe utilizarse con polaridad invertida, alambre conectado al polo positivo (+). Recomendado para soldar aceros estructurales, aceros de calderas, aceros de tuberías y de grano fino con un límite de fluencia de hasta 355 N/mm² en la construcción de tuberías y recipientes de presión.
- La escoria es de muy fácil desprendimiento y el depósito resultante es de un excelente acabado.
- Por su particular comportamiento, se pueden realizar soldadura en multipase.
- Adecuado para soldaduras en ángulo interior (filete) por el fácil desprendimiento de escoria y evacuación de gases.
- El depósito es insensible a la formación de poros durante la soldadura sobre la superficie con impurezas, como la cascarilla de laminación. El fundente tiene un bajo peso específico por su excelente granulación; debido a esto mejora su deslizamiento y rendimiento.
- Debido a la baja densidad del fundente, rinde mayor longitud de soldadura depositada.
- Por la alta deposición de Si y Mn es posible combinar este fundente con los alambres PS-1 y PS-2.
- Es adecuado para soldadura rápida con el proceso de arco sumergido con dos alambres, así como para la soldadura en tándem y de multialambre.

Propiedades Mecánicas del Metal Depositado (valores típicos)

Alambre	Resistencia mínima a la tracción N/mm ²	Límite de fluencia N/mm ²	Elongación en 50mm (%)	Resistencia al impacto Charpy V
PS-1	500 - 600	> 400	> 24	> 50
PS-2	530 - 630	> 420	> 22	> 50



**PROBETAS DE
PROCEDIMIENTO DE
SOLDADURA**





**PROBETAS DE
PROCEDIMIENTO DE
SOLDADURA**



CALDAS Industrias pesadas	ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (De acuerdo a ASME Sección IX-2007)	WPS-CALDAS-02-2010
		Revisión : 0
		Fecha : 13/07/10
		Página : 1 de 2

QW-482 - ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

Nombre de la compañía:	Industrias Pesadas Caldas	Por:	Ing. Nelver Escalante
Procedimiento No.:	WPS-CALDAS-02-2010	Fecha:	13-07-2010
Revisión No.:	0	Fecha:	13-07-2010
Proceso(s) de soldadura:	SAW	Tipo:	Automático

JUNTA (QW-402)	Detalles
Diseño de junta: Junta a Tope con bisel (V=60°)	
Respaldo: (S) <input checked="" type="checkbox"/> (N) <input type="checkbox"/>	
Materiales de respaldo: (Tipo): Cordón de Respaldo	
<input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Refractario <input type="checkbox"/> No metálico <input type="checkbox"/> Otro	

Esquema, dibujo de fabricación, símbolo de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificada.

METAL BASE (QW-403)
Nº P: 1 Grupo Nº: 1 al Nº P: 1 Grupo Nº: 1
O
Especificación de tipo y grado: ASTM A36
A la especificación de tipo y grado: ---

Rango de espesores
Metal base: Ranura: Desde 5.0 mm hasta 28 mm Filete: ---
Diam. Tubo: Ranura: --- Filete: ---
Otro: ---

METAL DE APORTE (QW-404)			
Especificación N° (SFA)	5.17		
AWS No (Clase)	FA0-EL 12		
Nº F	5		
Nº A	1		
Tamaño del aporte	Ø 3.2 mm		
Metal depositado			
Rango de espesores	Hasta 26 mm		
Ranura			
Nombre Comercial	POP 185 / P.S. 1		
Inserto consumible	---		

WALTER L. MANRIQUE
CM 02040441
:31 EXP 04/01/11

WPS
13/07/10

CALDAS Industrias pesadas	ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (De acuerdo a ASME Sección IX-2007)	WPS-CALDAS-02-2010
		Revisión : 0
		Fecha : 13/07/10
		Página : 2 de 2

POSICIONES (QW-405)

Posición(es) de ranura: Plena	TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO
Progresión: Asc: --- Desc: ---	Rango de temperatura: ---
Posición de filete: ---	Tiempo: ---

PRECALENTAMIENTO (QW-406)	GAS (QW-408)															
Temp. Precalentamiento Min: 20°C	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Composición Porcentual</td> </tr> <tr> <td>Gas(es)</td> <td>Mezcla</td> <td>Flujo</td> </tr> <tr> <td>Protección</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Arrastra</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Respaldo</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>	Composición Porcentual			Gas(es)	Mezcla	Flujo	Protección	-	-	Arrastra	-	-	Respaldo	-	-
Composición Porcentual																
Gas(es)		Mezcla	Flujo													
Protección		-	-													
Arrastra	-	-														
Respaldo	-	-														
Temp. Interfase Min: 20°C																
Mantenimiento precalentamiento:																

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)	
Corriente AC o DC: DC	Polaridad: EP
Rango de amperaje: VER TABLA	Rango de voltaje: VER TABLA
Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno: ---	

Modo de transferencia en GMAW: ---	(Tungsteno puro, 2% toriado, etc)
Velocidad de alimentación de alambre: ---	(Arco spray, corto circuito, etc)

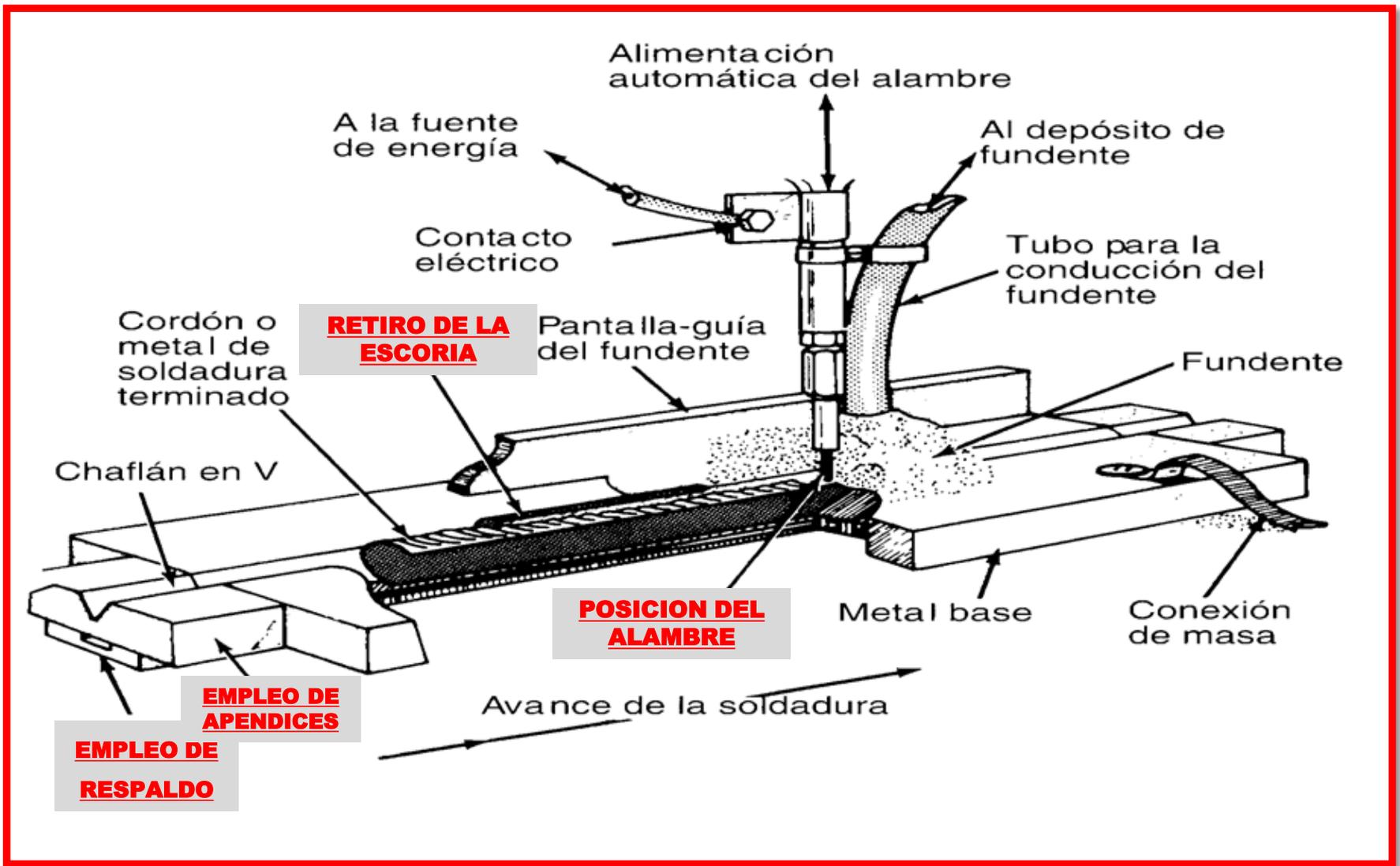
TÉCNICA
Pase ancho o angosto: Como sea requerido
Orificio o tamaño de protección gaseosa: ---
Limpieza inicial y entrepasadas (escobillado, esmerilado, etc): ESMERILADO Y/O ESCOBILLADO

Ranurado de la Raíz: Disco Abrasivo
Oscilación: Como sea requerido
Distancia de boquilla a pieza de trabajo: ---
Fase múltiple o simple: MULTIPASE
Electrodo simple o múltiple: SIMPLE
Velocidad de avance (rango): VER TABLA
Martillo: ---
Otro: ---

Pase N°	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Otros
		Clase	Dia(mm)	Polaridad	Amperaje (A)			
1	SAW	FA0-EL 12	3.2	DC E(+)	380-420	28-30	23-25	---
2	SAW	FA0-EL 12	3.2	DC E(+)	390-420	28-30	23-25	---
3	SAW	FA0-EL 12	3.2	DC E(+)	400-450	32-33	27-30	---

WALTER L. MANRIQUE
CM 02040441
:01 EXP 04/01/11





TECNICAS OPERATIVAS



19 17:13

19 17:13

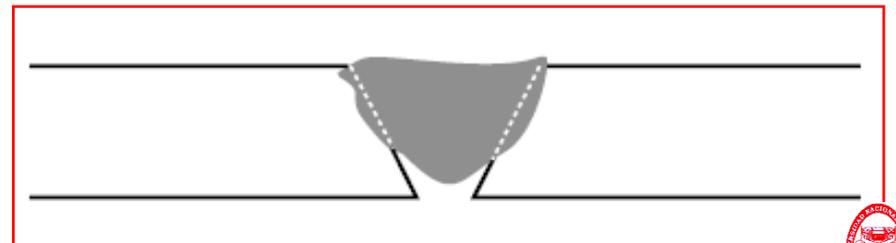
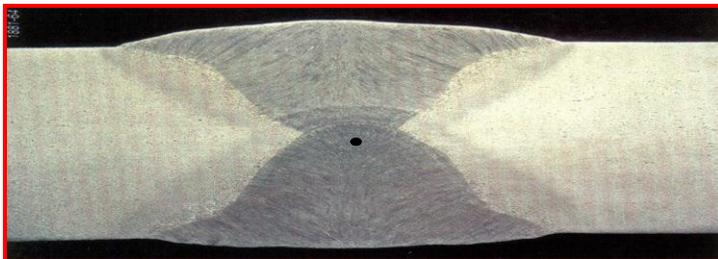




19 18:11



DEFECTO DE SOLDADURA



Pos. 207

C₂: 12



24 15:54

5/11 17:24





GRACIAS POR SU ATENCION

ING. NELVER J. ESCALANTE ESPINOZA

