



CARMOVE
CONSEJO AUTOMOTRIZ DE
REINGENIERIA, METALMECANICA Y
OPERACIONES EN VEHICULOS.



Facultad de
INGENIERÍA
Universidad Nacional de Lomas de Zamora



UNLZ
Universidad Nacional
de Lomas de Zamora

IV JORNADA DE

Actualización Técnica

PARA LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE Y AFINES

JUEVES 9 y VIERNES 10 de ABRIL



Facultad de
INGENIERÍA



**Centro de Calificación
en Soldadura**

CCS-FI-UNLZ

FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE
LOMAS DE ZAMORA

Integrantes

- **Dr. Ing . Agustín Gualco:** Docente/Inspector de soldadura N II /Investigador Conicet
- **Dr. Ing. Sebastián Zappa:** Docente/Inspector de soldadura N II /Investigador Conicet
- **Dr. Ing. Jonathan Gramajo:** Docente/Investigador CIC
- **Ing. Joaquín Gómez:** Docente/ Doctorando CIC
- **Iván Pavicic:** Docente/Nivel II Tintas Penetrantes
- **Ing. Chambi Milton:** Docente/ Ayudante



Soldadura de Bastidores para la Industria Automotriz



Códigos/Normas

- Generalidades y definiciones
- Requisitos de calidad y certificación
- Requisitos de diseño y producción
- Inspección, ensayo y documentación

Diseño

Analizar detalladamente y hacer cumplir las exigencias Contractuales y especificaciones técnicas (Pliegos, Normas de aplicación, procedimientos internos del cliente)

- **IRAM (Instituto Argentino de Normalización)**
 - **API (Instituto Americano del Petróleo)**
- **ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)**
 - **EN (Euronormas)**
- **AWS (Asociación Americana de Soldadura)**

Construcción Soldadas de Bastidores

BOGIES

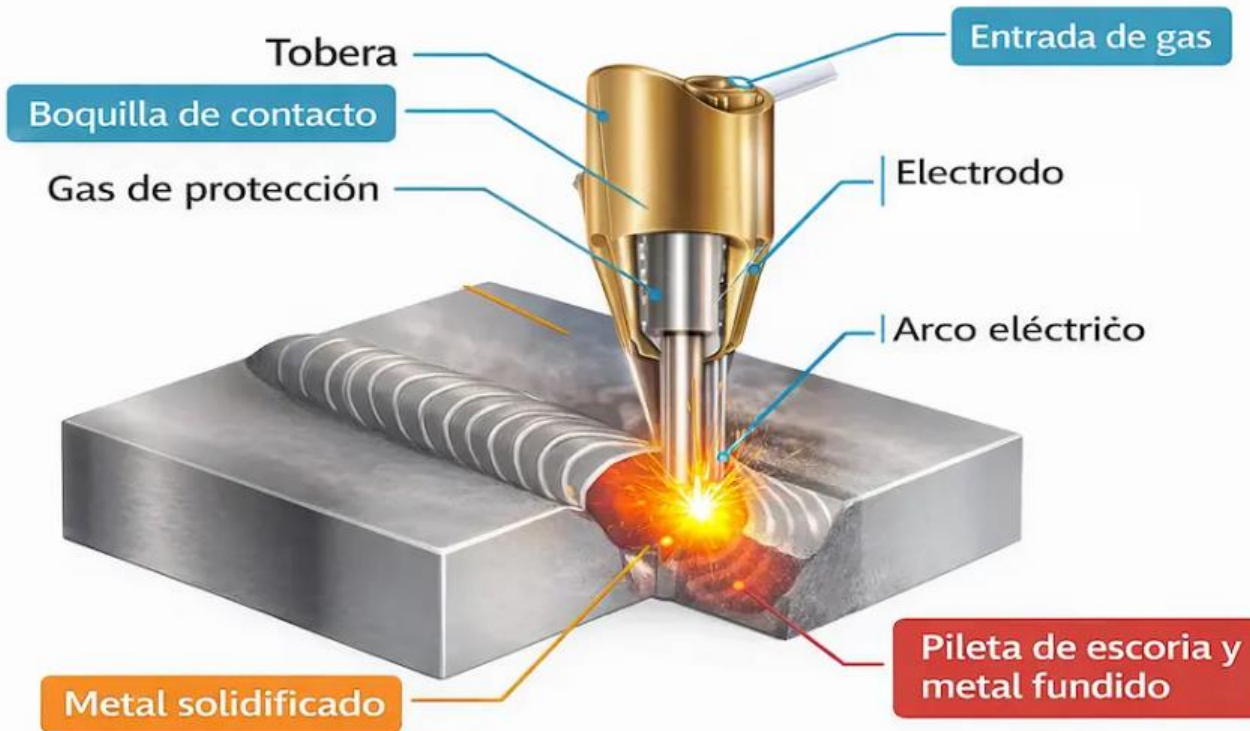
EN 15085 Aplicaciones ferroviarias. Soldeo De Vehículos y componentes ferroviarios-

CHASIS

AWS D8.8M:Weld 2022. Specification for Automotive Weld Quality-Arc Welding of Steel.

Arc Welding

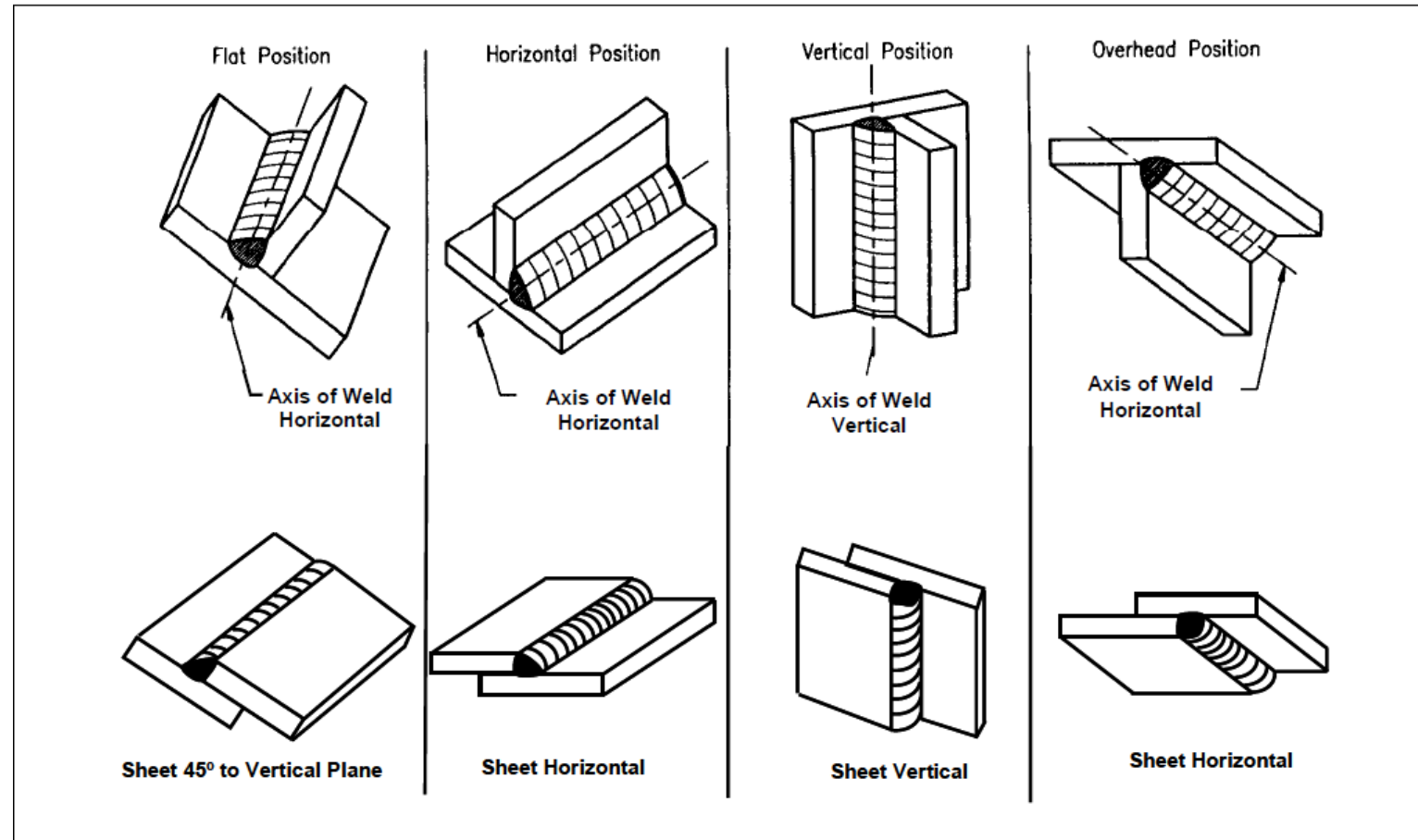
GMAW



Stick out → < 25mm

Longitud mínima de
cordones de 13mm

Posiciones
recomendadas



4.3 Filler Metal Selections

4.3.1 Type

AWS A5.18 solid welding wires ER70S-6 and ER70S-3 are recommended for chassis structures. AWS solid wire ER80S-D2 may also be used if a higher strength weld metal is needed. Engineering judgment is needed to select the filler metal type for specific applications.

4.3.2 Diameter

The recommended filler metal diameter is 1.14 mm (0.045").

Other wire diameters, such as 0.89 mm (0.035") and 1.32 mm (0.052"), may also be used depending on the specific application.

Mn -- Si

Aceros suaves, bajo Si y Mn

Alta resistencia, baja aleación con Mo



Table 4-1: IISI Steel Classification

Group	Minimum Tensile Strength	Typical Products
1	<350 MPa	Mild 140/270 BH 180/300 BH 210/320 BH 240/340
2	350-500 MPa	BH 260/370 HSLA 280/350 HSLA 350/450 DP 300/500
3	>500-800 MPa	DP 350/600 TRIP 350/600 DP 500/800 TRIP 500/800 CP 700/800
4	>800 MPa	DP700/1000 MS 950/1200 MS 1150/1400 MS 1250/1520 HF 950/1300

Table 4-2: Recommended Steel Thickness and Combination Ratio Limits

Minimum Thickness*	Maximum Thickness	Maximum Combination Ratio
2.0 mm	9.0 mm	3:1

Table 4-3: Steel Chemistry Limitations (Wt.%)



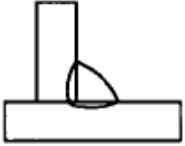
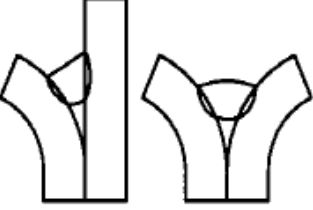
Sulfur (S) Content	Phosphorous (P) Content	Boron (B) Content
≤0.05%	≤0.06%	≤0.005%

AWS D8.8M:Weld 2014. Specification for Automotive Weld Quality-Arc Welding of Steel.

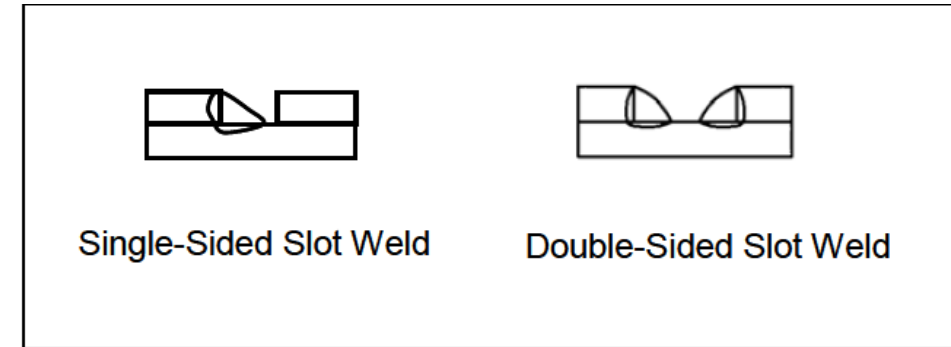
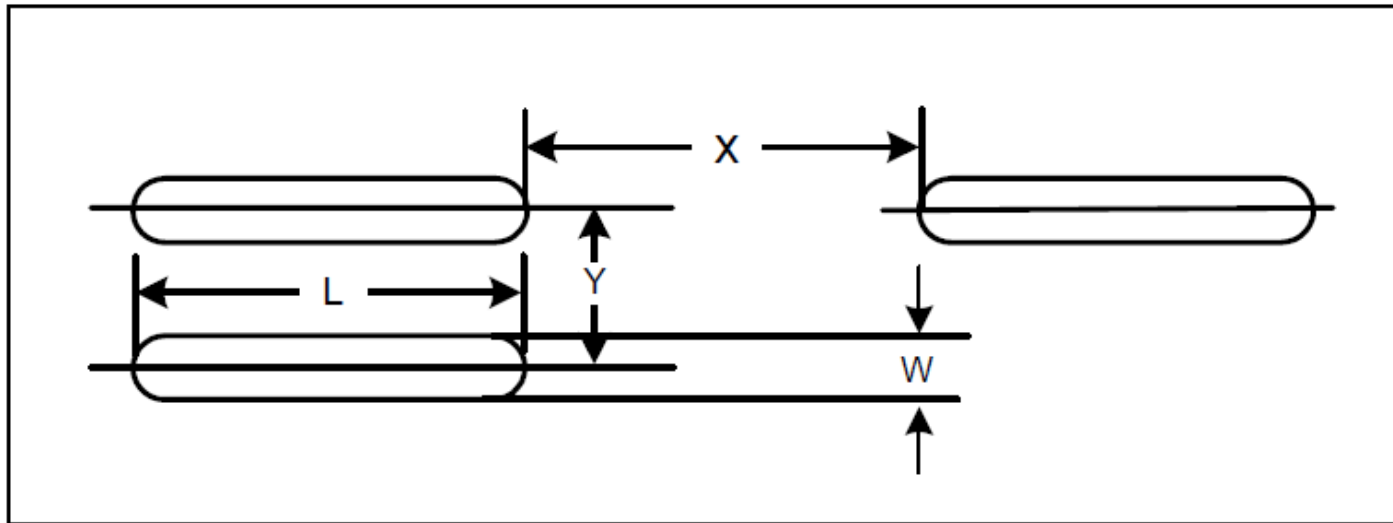
Diseño Fabricación

Tipo de Juntas

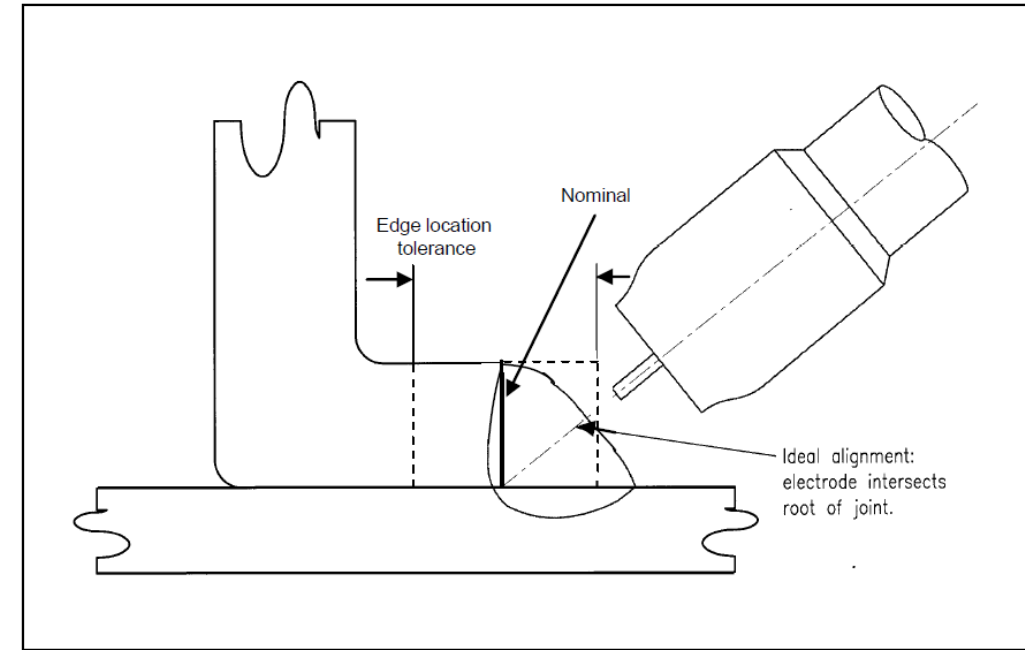
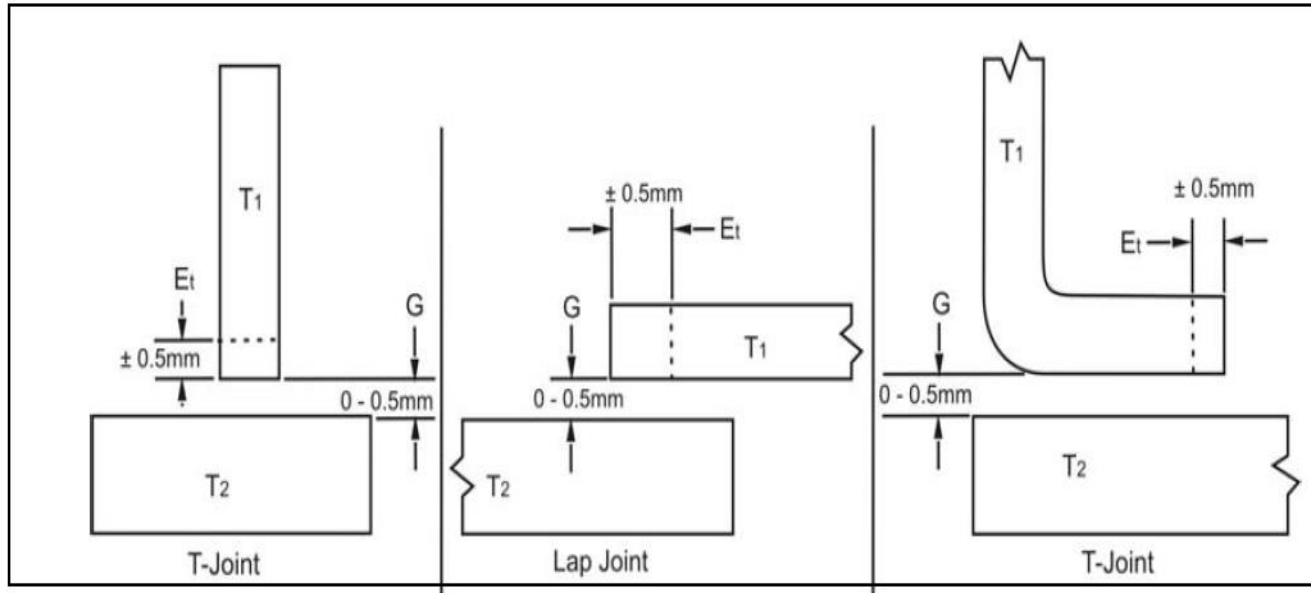
Table 5-1: Examples of Welds for Automotive Sheet Steel Applications

Joint Type	Weld Type	Combination of Weld and Joint Type
Lap	Fillet	
Lap	Single/Double-Sided Slot Weld	
T-Joint	Fillet Weld	
Corner/Butt	Flare Bevel/Flare V-Groove Weld	

Slot- Welds



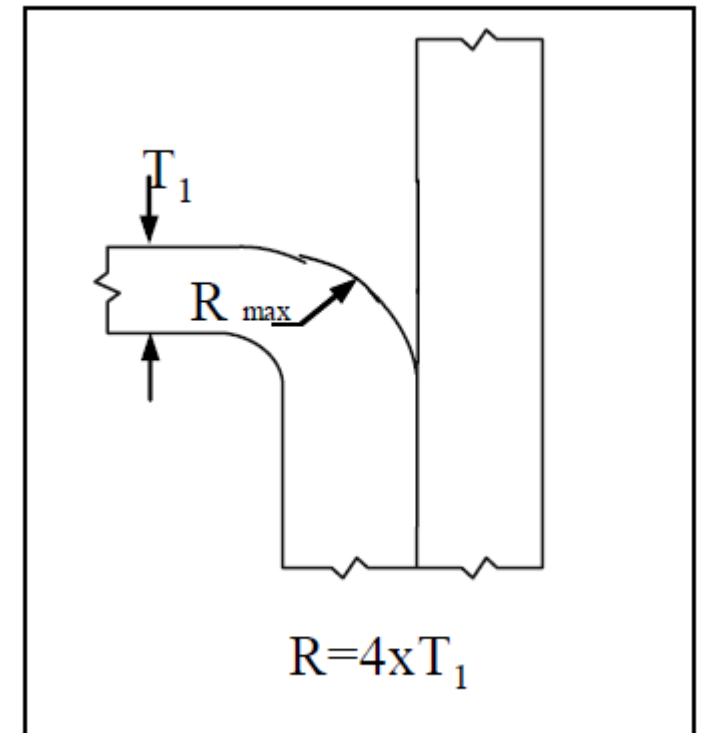
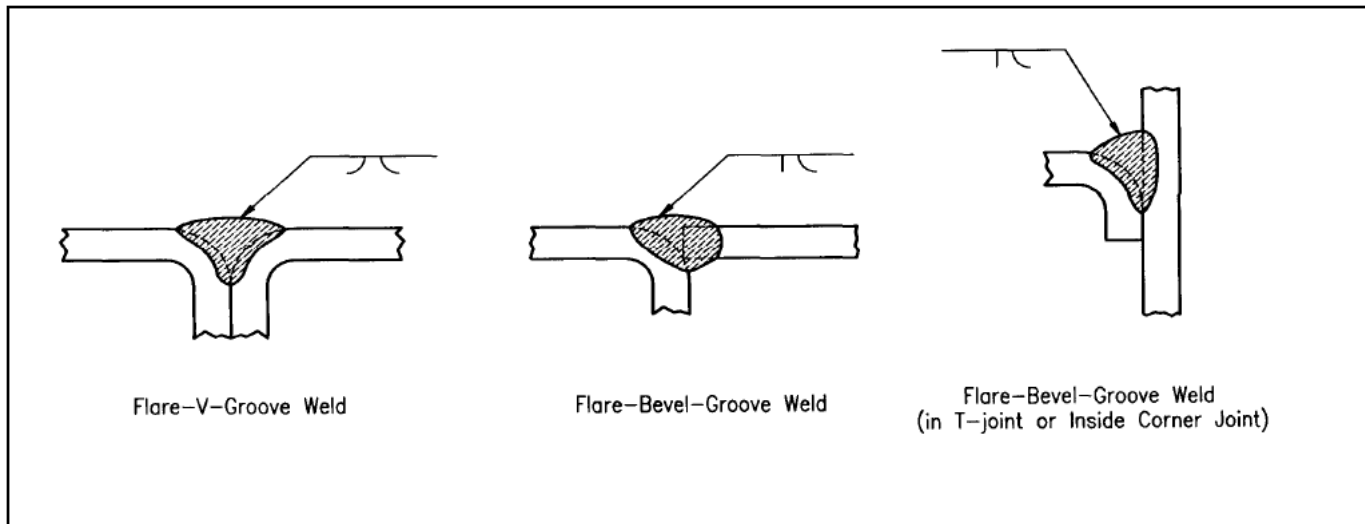
Min. Slot Width, W , (mm)	Min. Slot Length, L , (mm)	X , Min. (mm)	Y , Min. (mm)
$5 \times T$	$2.0 \leq T < 3.1$, $L = 25.4$ $3.1 \leq T \leq 4.6$, $L = 31.8$	L	$(0.5 \times L) + W$



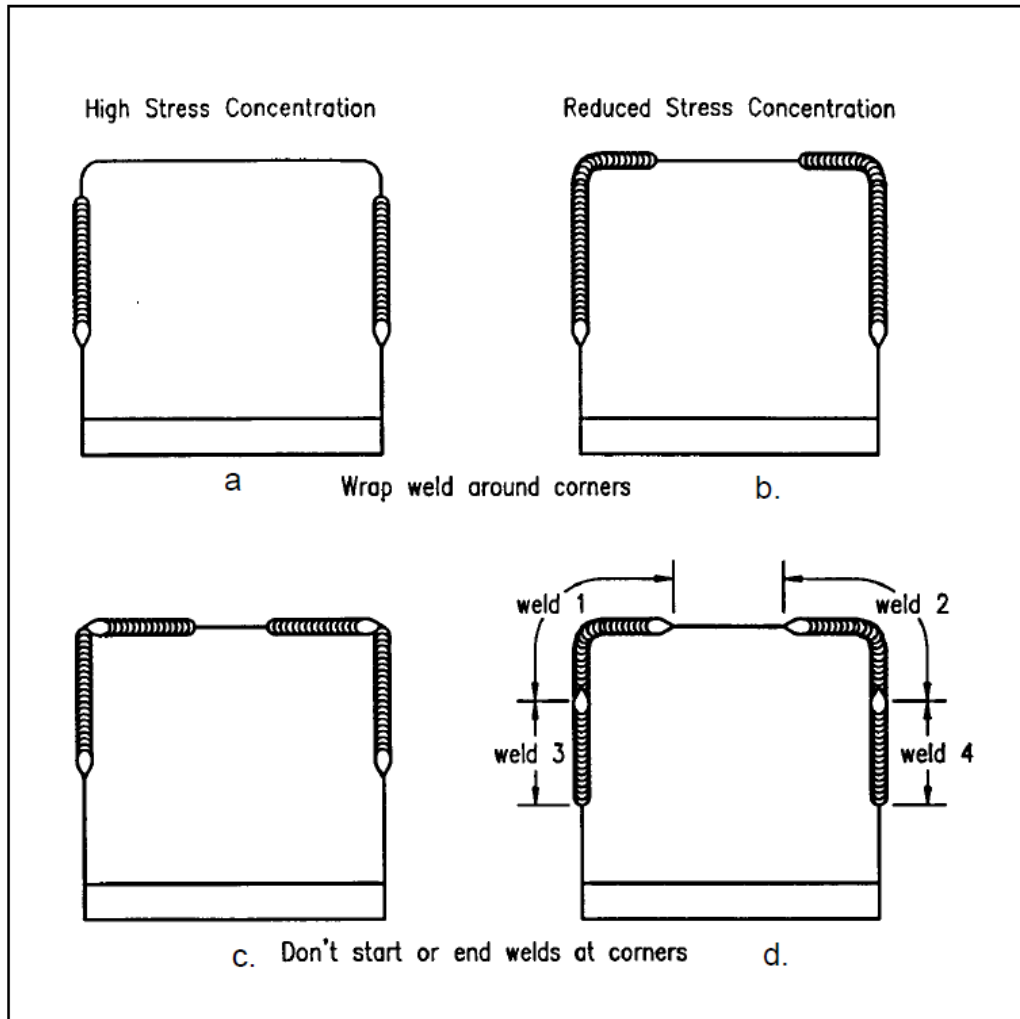
Se permite una tolerancia de diseño de 0- 0,5 mm para todas las uniones soldadas

La tolerancia de recorte en la junta de soldadura debe mantenerse en $\pm 0,5$ mm y el electrodo debe mantener una tolerancia de alineación de la junta raíz de $\pm 0,5$ mm, ya que esta desalineación del electrodo puede causar una forma de soldadura deficiente, fusión inadecuada y quemaduras

Biselado de flanco/ Surco en V



Diseño y fabricación Tensiones Residuales.

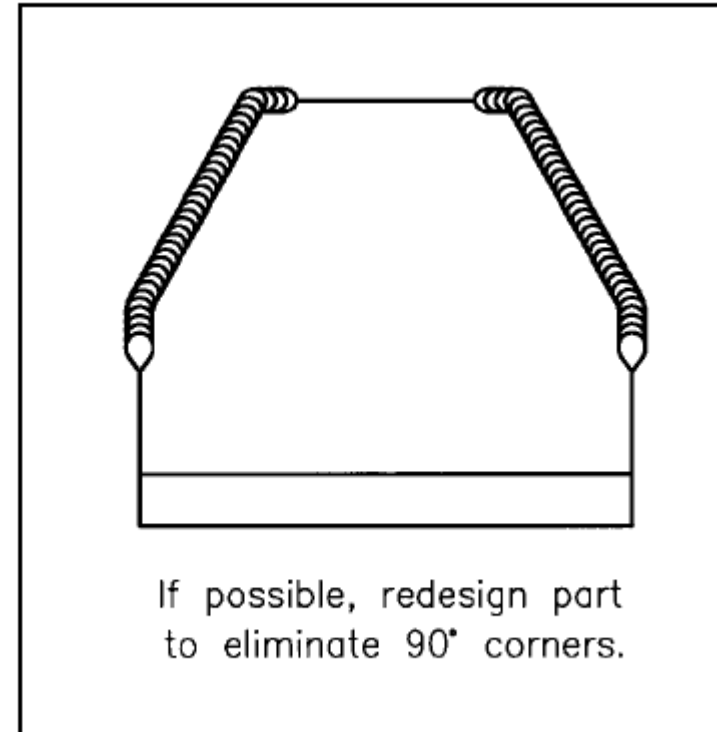
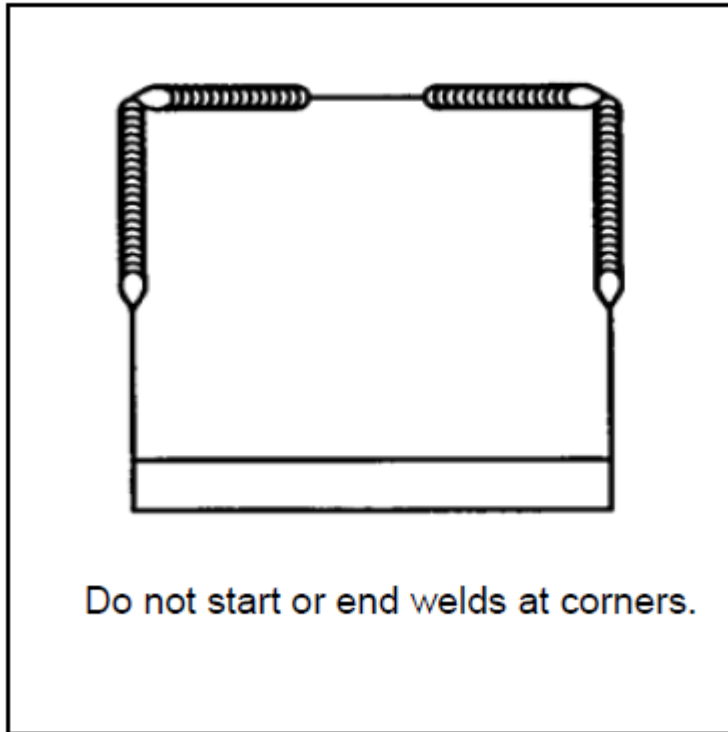


No comenzar las costuras en los

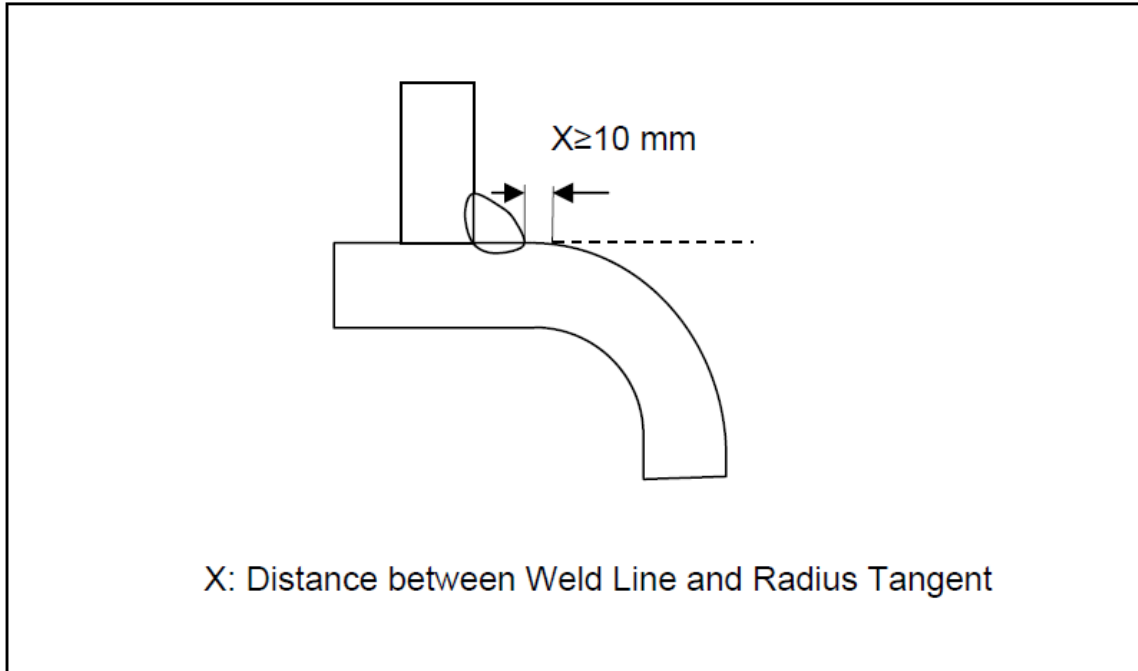
Tratar de cubrir las esquinas con soldadura
continua

Soldadura secuenciada, para distribuir el trabajo
del material.

Diseño y fabricación Tensiones Residuales.



Diseño y fabricación Tensiones Residuales.



Dejar una separación mayor o igual a 10 mm.

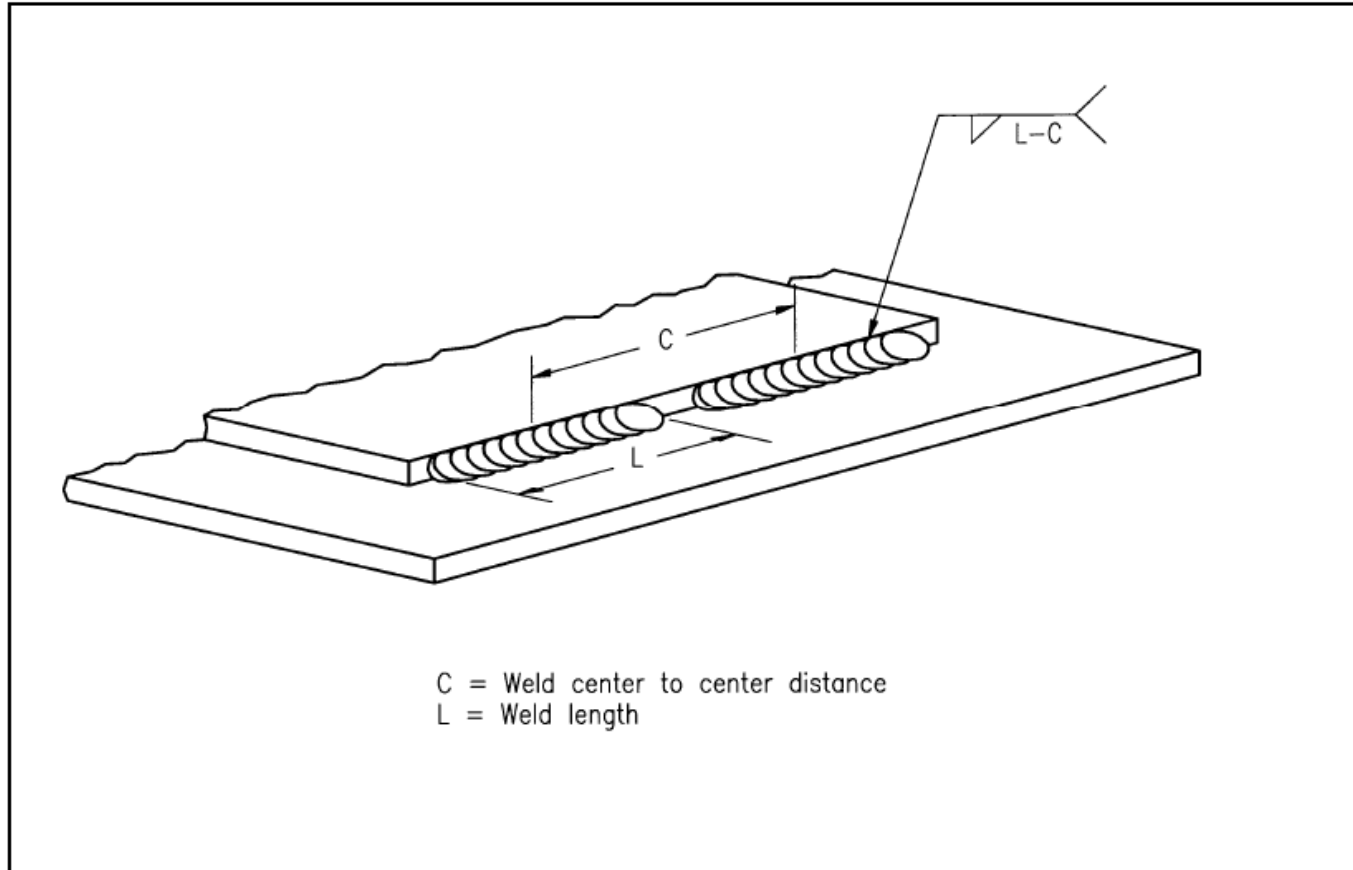
Esto disminuye las tensiones residuales cerca del radio de curvatura.

Soldadura intermitente o secuenciada

Dejar una separación mayor o igual a 10 mm.

Esto disminuye las tensiones residuales cerca del radio de curvatura

Las soldaduras intermitentes que están correctamente secuenciadas pueden ayudar a mantener las juntas cerradas al reducir la entrada de calor, lo que disminuye la distorsión. Mientras tanto, las soldaduras intermitentes también introducen inicios y paradas de soldadura, los cuales son concentradores de estrés. Al igual que en las soldaduras continuas, los inicios y paradas de soldadura de las soldaduras intermitentes deben colocarse lejos de áreas de alto estrés.



PQR – PROCEDURE QUALIFICATION RECORD

**RCP – REGISTRO DE
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**

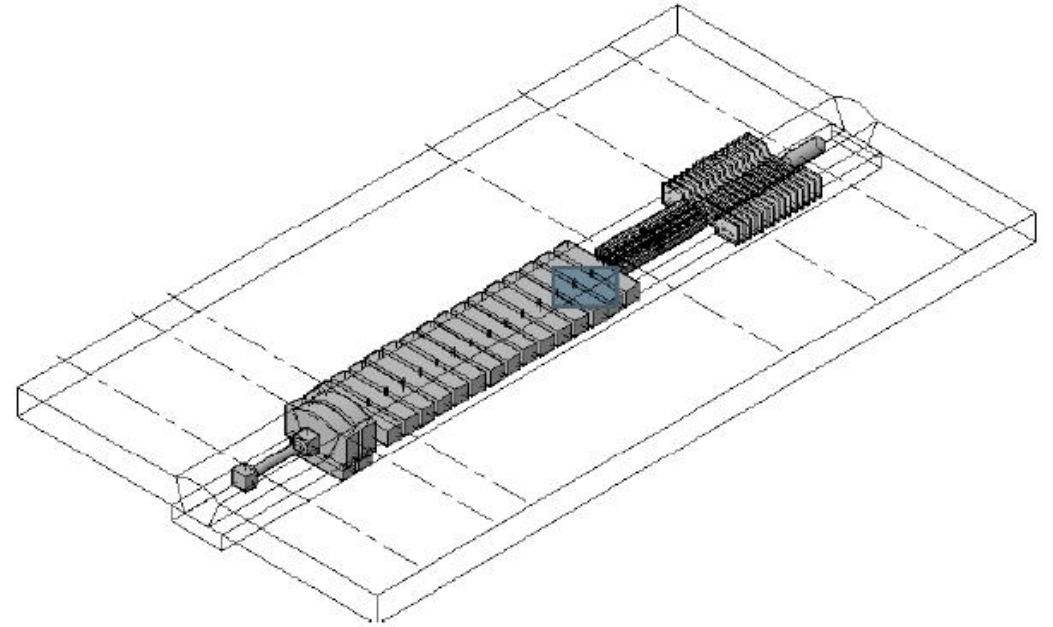
EN ISO 15607, Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Reglas generales (ISO 15607:2003).

CODIGO ASME IX - AWS D 1.1.

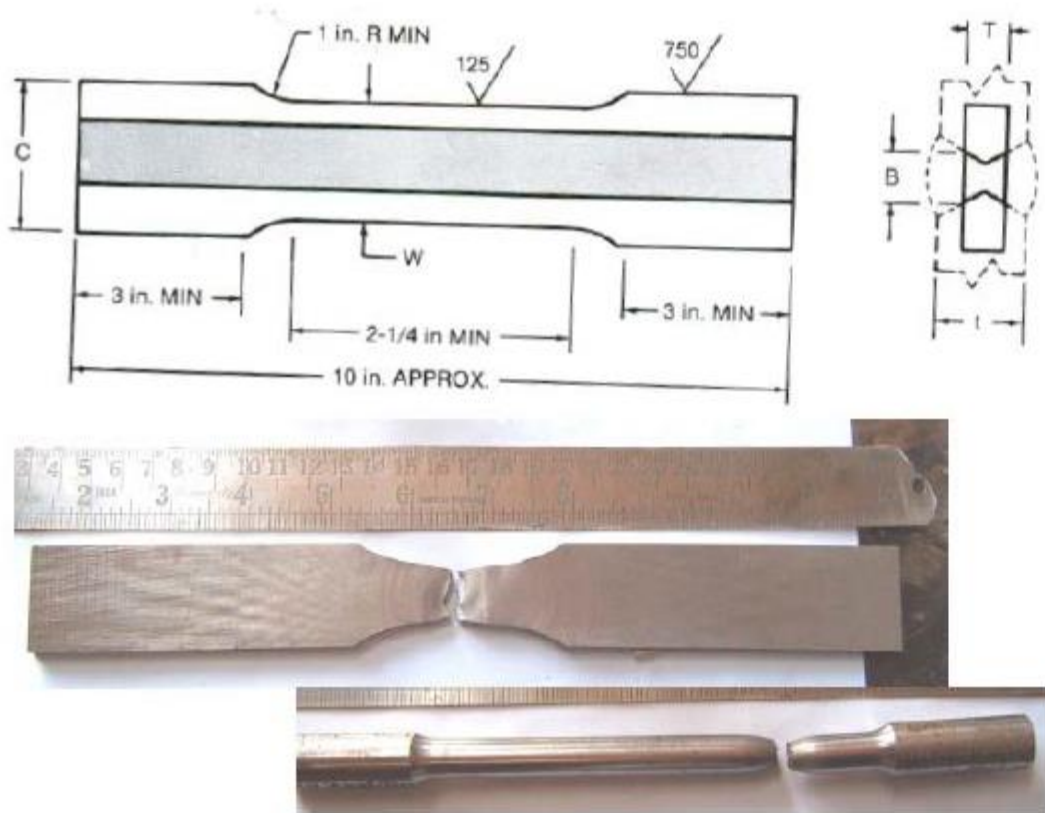
La WPS/EPs es un documento escrito que provee las directivas a los soldadores u operadores de soldadura para hacer soldaduras de producción de acuerdo con los requerimientos del Código.

- Se especifican las condiciones (variables), incluyendo rangos, bajo las cuales se debe realizar la soldadura.
- *Se deben colocar todas las variables esenciales, no esenciales, y las suplementarias de ser aplicable.*

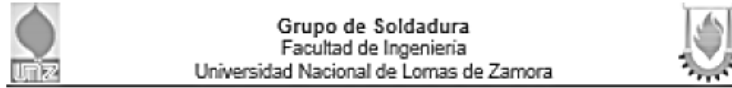
Calificación de Procedimiento



Calificación de Procedimiento



Calificación de Procedimiento

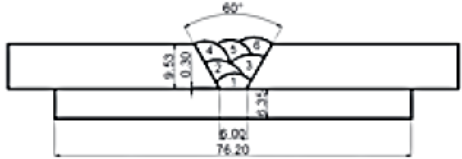


REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA – PQR
AWS D1.1/D1.1M 2010

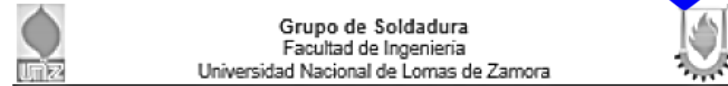
Hoja: 1 de 3

Registro de calificación N°: PCR 2015-03-1
 Empresa: CETEC SUDAMERICANA S.A.
 Dirección: Wright 151 (ex-Aragón) - B1836HAA - Llavallán, Prov. de Buenos Aires
 Fecha: 16/03/2015
 Califica a la Especificación de Procedimiento de Soldadura N°: _____
 Proceso(s) de soldadura: GMAW Tipo(s): Semiautomático
(automático, manual, mecanizado o semiautomático)

Esquema de junta
 Tipo: Junta a tope con bisel en V y respaldo metálico



Respaldo: <u>Si</u> <input checked="" type="checkbox"/> <u>No</u> <input type="checkbox"/>	Repetido: <u>Si</u> <input type="checkbox"/> <u>No</u> <input checked="" type="checkbox"/>
Material de respaldo: <u>Material base</u>	Método: _____
Material base: _____	Metal de aporte: _____
Especificación tipo y grado de: <u>INAMTAS D 500-231/COMERCIAL</u>	Proceso: <u>GMAW</u>
Especificación tipo y grado: <u>INAMTAS D 500-231/COMERCIAL</u>	Especificación AWS: <u>A5.18</u>
Diámetro (cal): <u>Chapa</u>	Clasificación AWS: <u>ER70S-6</u>
Rango de espesores (mm): <u>9.53 (3/8)</u>	Diámetro: <u>1.2</u>
A tope: <u>9.53 (3/8)</u>	Fuente: <u>N.A.</u>
Fillete: <u>No</u>	Clas. Fuente-alambre: <u>N.A.</u>
Posición: _____	Protocolo: _____
Posición (es) de la junta: <u>3G</u>	Gas: <u>ATL 5A</u>
Progresión de soldadura: <u>Ascendente</u>	Composición: <u>82%Ar + 18%CO₂</u>
Posición (es) del fillete: <u>No</u>	Caudal: <u>18 – 20 Litros</u>
Pre calentamiento: _____	Diámetro de la boquilla: <u>Boquilla Φ int: 18 mm</u>
Temperatura de pre calentamiento (máx.): <u>No</u>	Características eléctricas: _____
Temperatura entre pasadas (máx.): <u>No</u>	Tipo de corriente y polaridad: <u>DCEP</u>
Tratamiento térmico post soldadura: _____	Rango de intensidad: <u>Ver cuadro</u>
Temperatura: <u>No</u>	Modo de transferencia (GMAW): <u>Globular/Spray</u>
Tiempo: <u>No</u>	Fuente de poder: <u>Tensión constante</u>
	Electrodo de Tungsteno: <u>N.A.</u> <u>N.A.</u>
	Diámetro: _____
	Tipo: _____
Técnicas	
Cordón recto u oscilado: <u>Osé máx.: 8 mm</u>	Numero de electrodos: <u>Único</u>
Pasada múltiple o única (por lado): <u>Múltiple</u>	Distancia entre electrodos: <u>N.A.</u>
Distancia tubo de contacto y pieza: <u>20 mm</u>	Martillado: <u>No</u>
Limpieza entre pasadas: <u>Cepillo y disco abrasivo</u>	



REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA – PQR
AWS D1.1/D1.1M 2010

Hoja: 2 de 3

Registro de calificación N°: PCR 2015-03-1
 Empresa: CETEC SUDAMERICANA S.A.

Fecha: 16/03/2015

Datos de calificación

Pasada cordón	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Rango tensión [V]	Long [mm]	Tarea [cos]	Velocidad [mm/min]	Otro
		Clasificación [AWS]	Diámetro [mm]	Tipo y polaridad	Rango intensidad [A]					
1/1	GMAW	ER70S-6	1.2	DCEP	260 - 300	25 - 28	510			No
2/2	GMAW	ER70S-6	1.2	DCEP	260 - 300	25 - 28	510			No
2/3	GMAW	ER70S-6	1.2	DCEP	260 - 300	25 - 28	510			No
3/4	GMAW	ER70S-6	1.2	DCEP	260 - 300	25 - 28	510			Acondonado
3/5	GMAW	ER70S-6	1.2	DCEP	260 - 300	25 - 28	510			Acondonado
3/6	GMAW	ER70S-6	1.2	DCEP	260 - 300	25 - 28	510			Acondonado

GMAW: Soldadura por arco con electrodo revestido; SAW: Soldadura por arco sumergido; GMAW: Soldadura por arco con alambre y protección gaseosa (MAG/MIG); FCAW: Soldadura por arco alambre tubular; GTAW: Soldadura por arco con electrodo de Tungsteno (TIG); PAW: Soldadura por plasma.

Resultado de ensayos

Encayo no destructivos
 Inspección visual: _____ Porosidad: _____ Boqueaduras: _____

Encayo no destructivo:	Partículas magnetizables	Líquidos penetrantes	Radiográfico	Ultrasónico	Otro
Informe N°:					
Resultado:					

Encayo de tracción

N° de probeta	Ancho	Espesor	Área	Carga de rotura	Tensión de rotura	Temperatura	Tipo de fractura y ubicación	otro

Informe de laboratorio N°: _____ Material base recetificado: _____

Encayo de plegado guiado

N° de probeta	Diámetro del punzón (mm)	Resultado

Encayo de filete

Aspecto	Penetración

Encayo de dureza

N° de probeta	Local de Imprimas	Resultados

Informe de laboratorio N°: _____

Encayo de impacto

N° de probeta	Tamaño	Local de entalla	Tema de encayo	Resultados

Informe de laboratorio N°: _____

Calificación de Soldadores.

WPQ – WELDER PERFORMANCE QUALIFICATION

(CALIFICACION DE DESEMPEÑO DE
SOLDADOR/OPERADOR DE SOLDADURA)



EN 287-1, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros.

**RCS – REGISTRO DE
CALIFICACION DE SOLDADOR**

Calificación de Soldadores.



 Grupo de Investigación en Soldadura Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Lomas de Zamora 		
Identificación de las Probetas de Soldadura: SVD150424-01		
Variables de Soldadura	Valores actuales	Rango calificado
Proceso(s) de soldadura	GMAW	GMAW
Tipo(s) de soldadura	Manual	Manual
Posiciones de ejecución (1)	Filete: V	A tope: --- Filete: F, H, V
Progresión de soldadura	Descendente	Descendente
Tipo de diseño de junta		
Tope / en ángulo / solapada / otra	Filete	Filete
Con o sin respaldo	---	---
Material base		
Especificación y grado	IRAM-IAS U500 231	Aceros al carbono de composición química similar
Espesores	1/2" (12,7 mm)	A tope: --- Filete: de 3 a 19 mm
Diámetros exteriores	N.A.	---
Material de aporte		
Especificación	AWS A5.18	AWS A5.18
Clasificación	ER70S-6	ER70S-6
Nro o grupo según norma	I	I
Diámetro	1,2 mm	1,2
Forma	Alambre macizo	Alambre macizo
Fundente o gas de protección (2)	99,99 %CO ₂	99,99 %CO ₂
Gas de respaldo	N.A.	N.A.
Espesor depositado con cada proceso	6 mm	Tamaño de filete: 6 mm máximo
Tipo de corriente y polaridad	DCEP	DCEP
Modo de transferencia	Globular/Spray	Globular/Spray
Insertos consumibles	No	No
Electrodo de tungsteno	N.A.	N.A.
Tipo y diámetro	N.A.	N.A.
Otras	No	No
Especificación de Procedimiento de Soldadura aplicado	Confeccionado de acuerdo al registro de calificación de procedimiento Nro: RCP-PSVD150428-01	

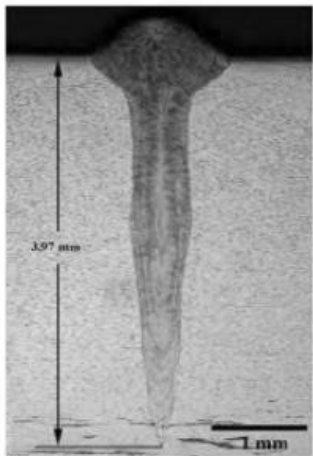
 Grupo de Investigación en Soldadura Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Lomas de Zamora 							
Certificado de Calificación de Soldador u Operador de Soldadura							
Resultado de los controles de las probetas de soldadura							
Identificación de las probetas de soldadura	Examen superficial o visual (1)	Ensayos					
		Ensayo no destructivo: RI; LP; PM o US (1, 2)	Plegado (1)	Tracción (1)	Macrografía (1)	Fractura de filete (1)	Otro (1)
SVD150424-01-M1	A	N. R.	N. R.	N. R.	A	N. R.	N. R.
SVD150424-01-RF1	A	N. R.	N. R.	N. R.	N. R.	A	N. R.

(1) Indicar: A: Aprobado – R: Rechazado – N.R.: No Requerido.
(2) RI: Radiografía Industrial – LP: Líquido Penetrantes; PM: Partículas Magnéticas – US: Ultrasonido.
Informe de ensayo Nro: IL150428-01
Realizado por: Grupo de Soldadura – Laboratorio de Materiales de la FI-UNLZ.

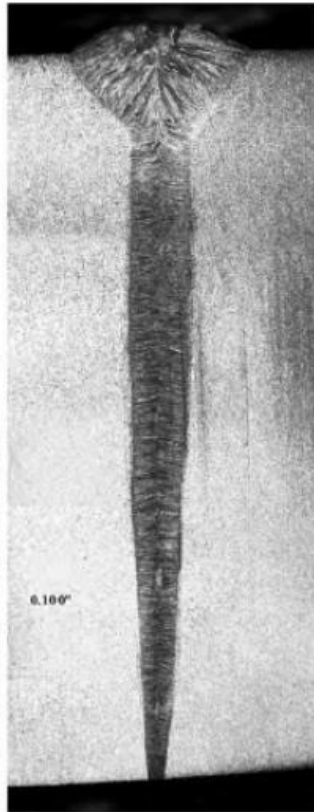
Firma del calificador autorizado:

Calificación de Soldadores.

Cross sections of electron beam welding using high-voltage welding equipment.
(a) Shallow-penetration weld on 304L stainless steel (b) Deeper-penetration weld on superalloy

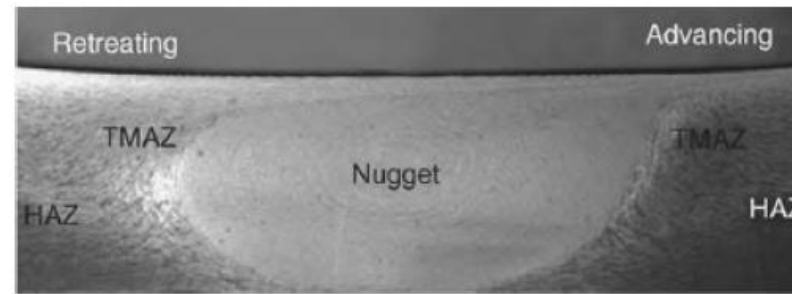
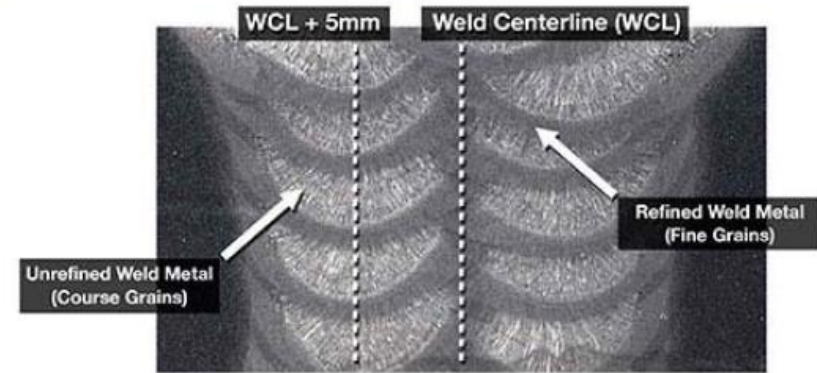
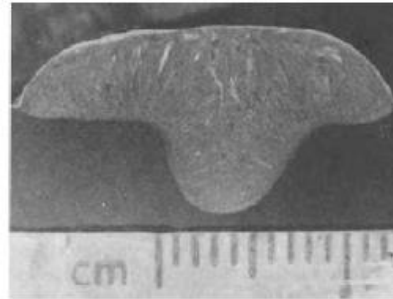


(a)



(b)

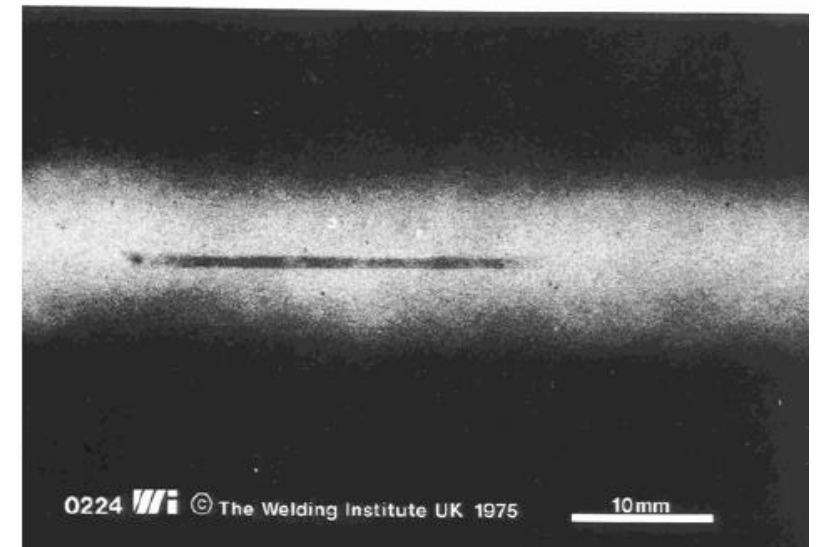
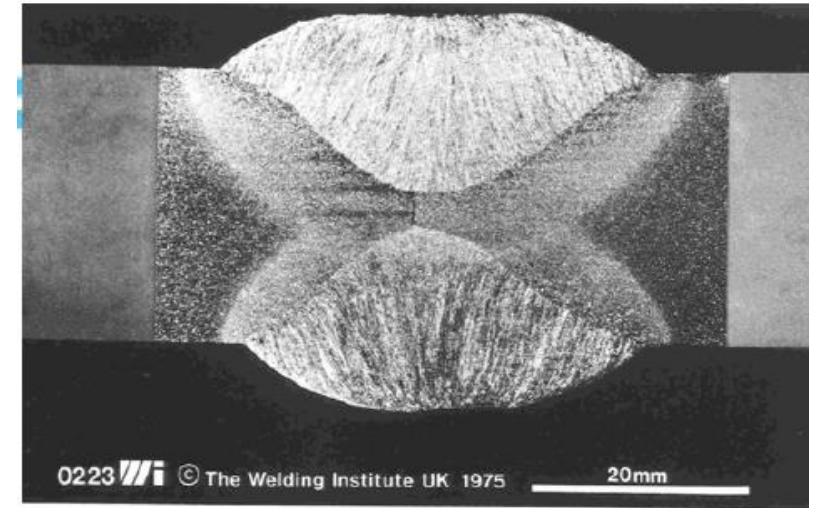
Transverse cross section of gas metal arc bead-on-plate weld in carbon steel



Descripción de discontinuidades

Falta de penetración.

Se produce generalmente por insuficiente intensidad de corriente de soldadura. También puede obedecer a una tensión de arco inadecuada, incorrecta manipulación del electrodo, o inadecuada preparación de junta. Se la detecta fácilmente con inspección radiográfica o mediante US

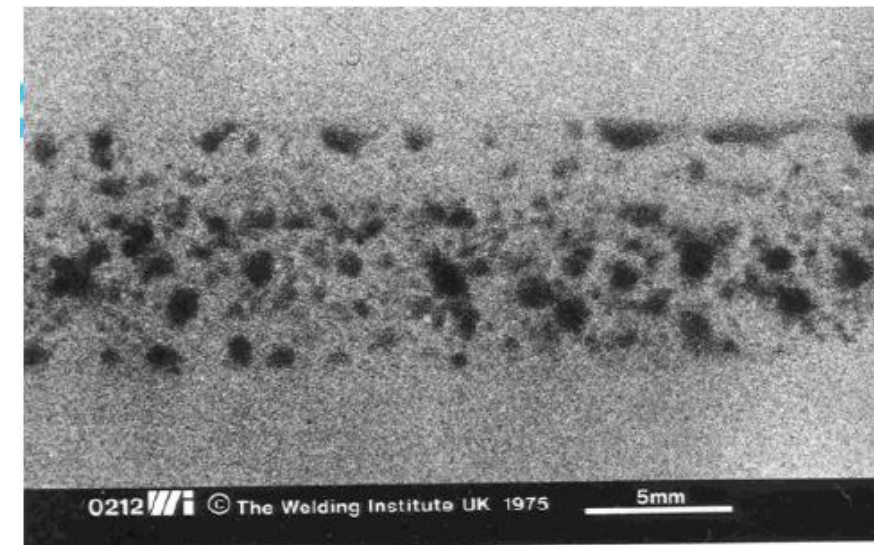
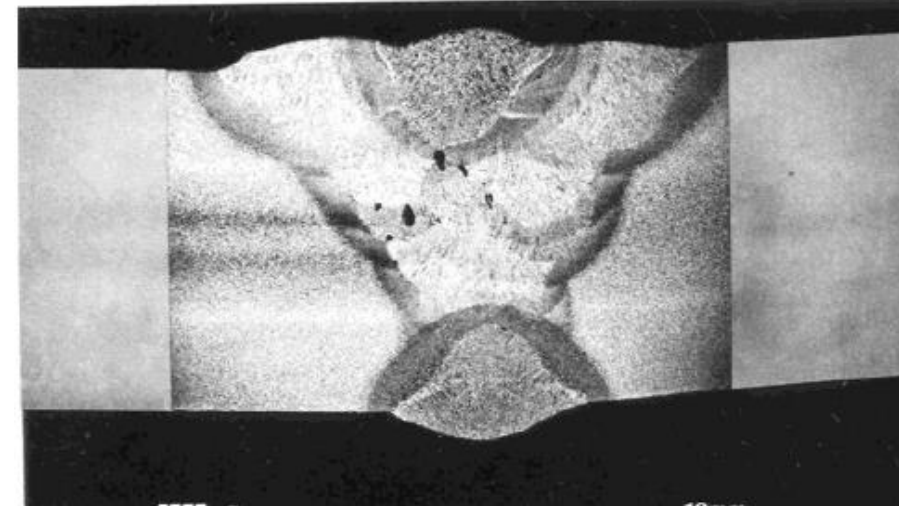


Defectos en soldadura

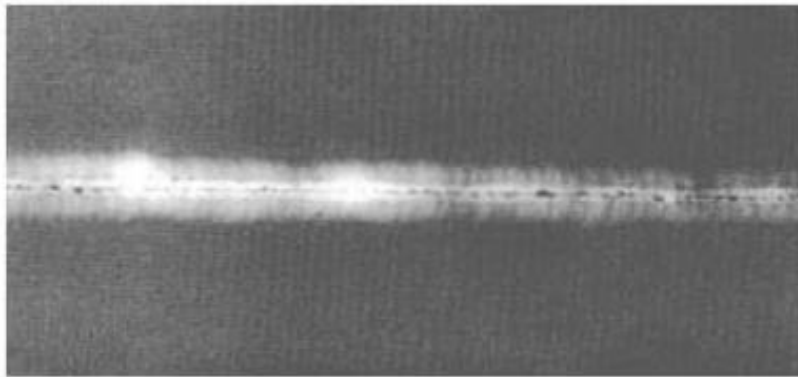
Descripción de discontinuidades

Porosidad dispersa.

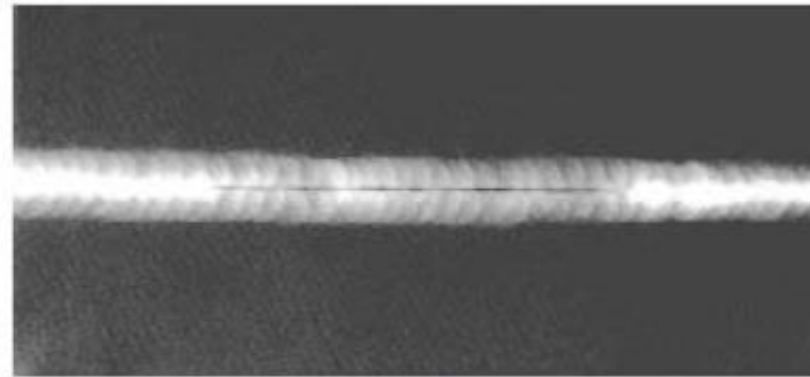
Puede tener origen en una contaminación del material base o del aporte, P.Ej. con H proveniente de la descomposición de moléculas de H_2O en el gas de protección o adsorbidas en partículas de óxido (Al_2O_3) en la soldadura de aluminio. Puede también provenir de la formación de CO en la soldadura de aceros al C con insuficiente desoxidante en el aporte cuando se emplea CO_2



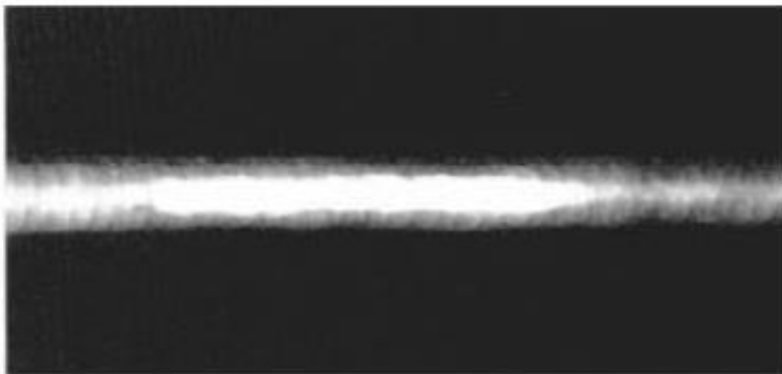
¿Qué es lo que se pretende evitar con la calidad de la soldadura?



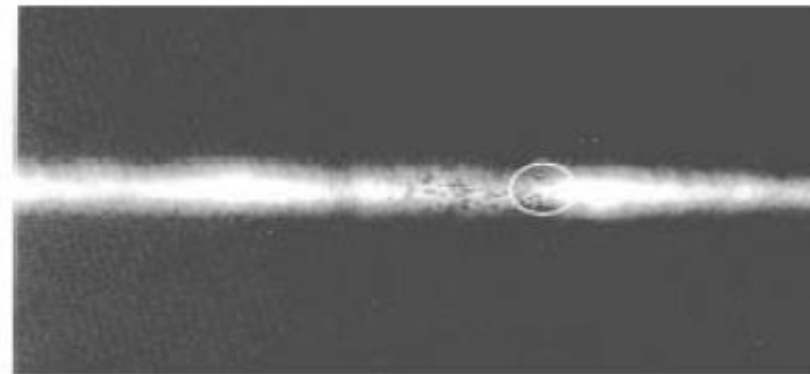
Alineación de escorias



Falta de penetración

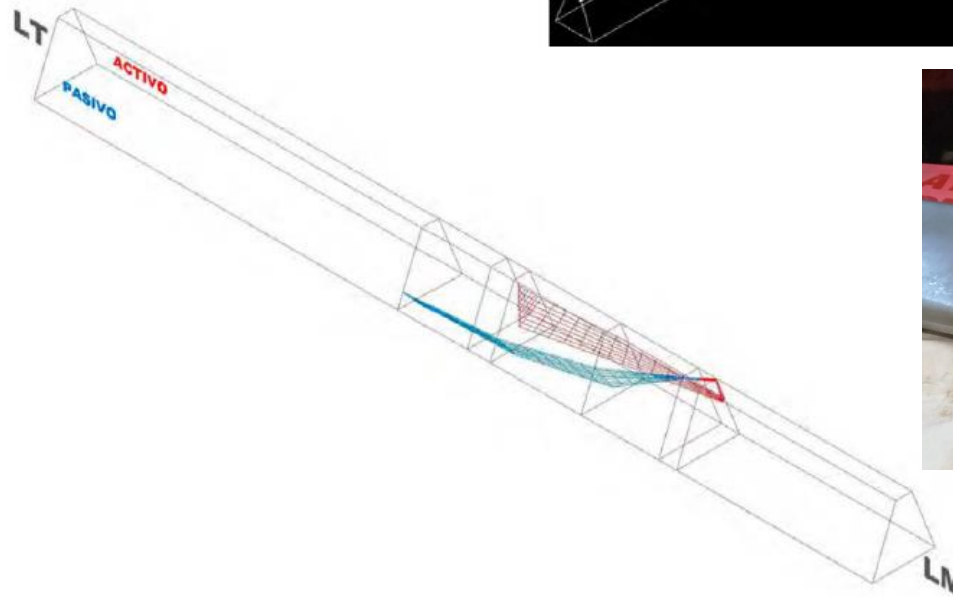
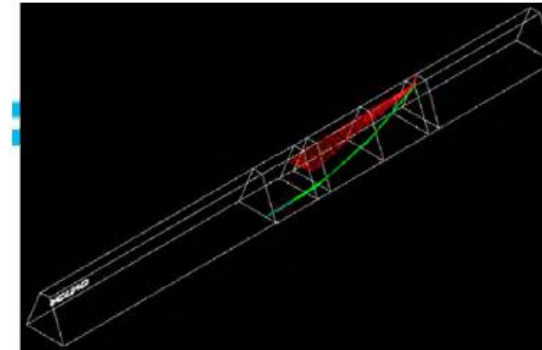


Excesiva Penetración

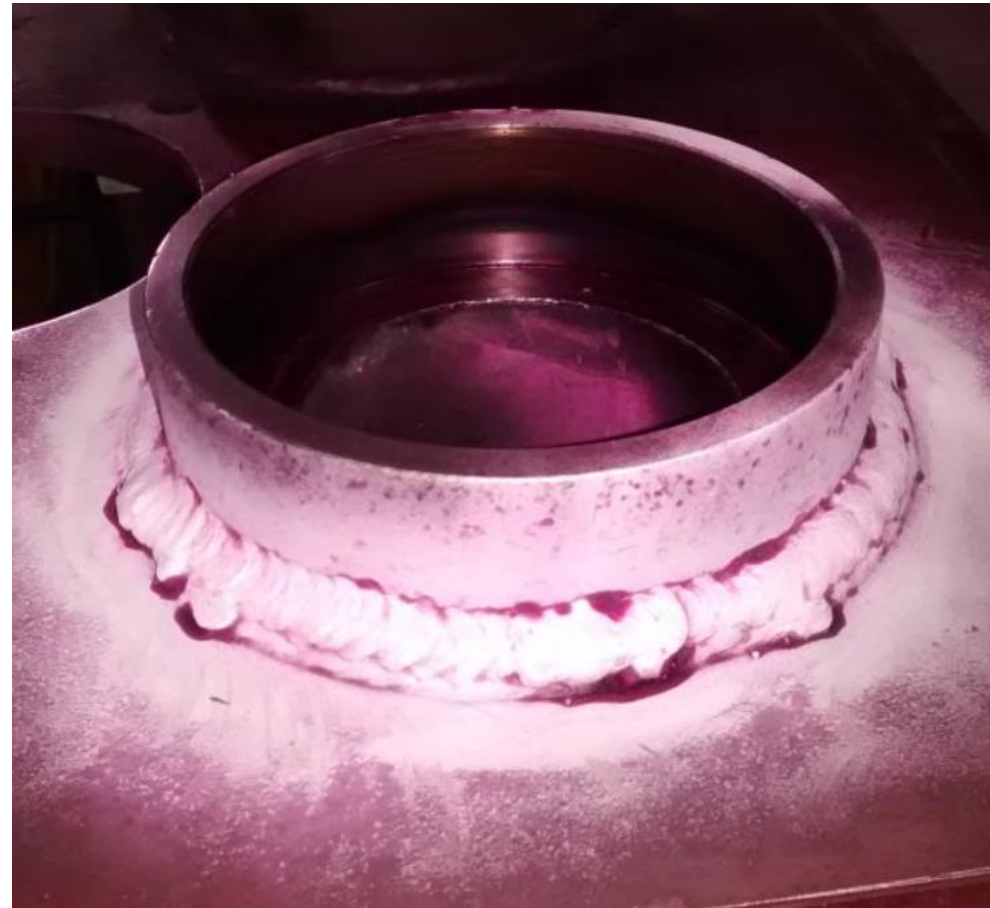


Nidos de Poros

Ensayos no destructivos



Ensayos no destructivos



Soldadura de bogíes

RESUMEN GENERAL

El objetivo del estudio consistió de caso de junta con bisel en media V, chapas F24/F24 y procesos mixtos GMAW Corto Circuito para pasada de raíz (GMAW-CC) y FCAW para relleno.

DESARROLLO

Análisis de defectos:

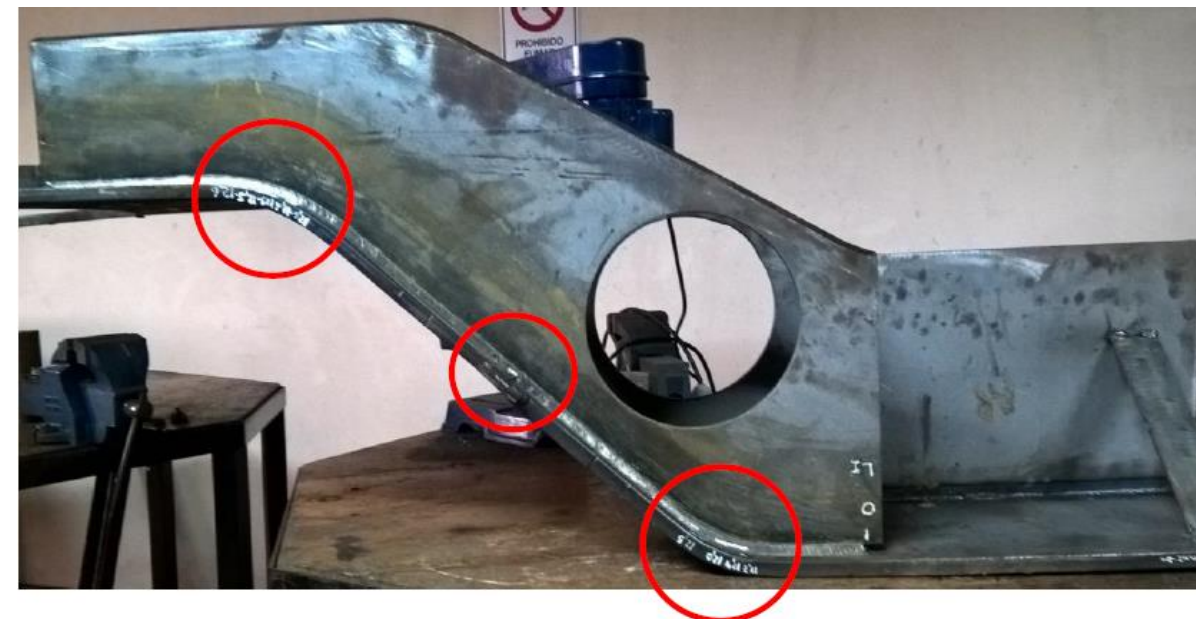
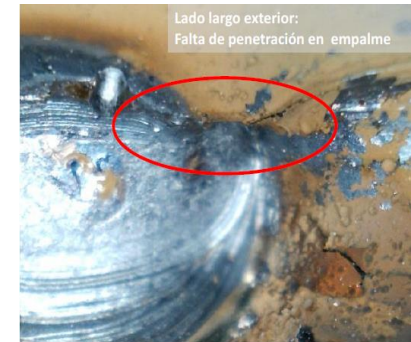
Del análisis de defectos se los discriminó según las siguientes zonas:

- Tramo recto
- Empalme
- Curva
- Platabanda

LOGROS

Se establecieron recomendaciones generales para corregir los defectos

- *Corregir la técnica de inicio y parada del cordón.*
- *Modificar la posición de la torcha de horizontal a arrastre.*
- *Puesta a punto de la rotura del talón.*
- *Recargue adecuado de la pasada de raíz*



Procedimiento y Calificación de Soldadores

RESUMEN GENERAL

*Soldadura de bastidores de grupos
electrógenos... Requerimiento de papeles por
parte de cliente YPF. Falta de fusión de filete.
Aumento de la penetración con el uso de gas
Activo. CO₂.*

DESARROLLO

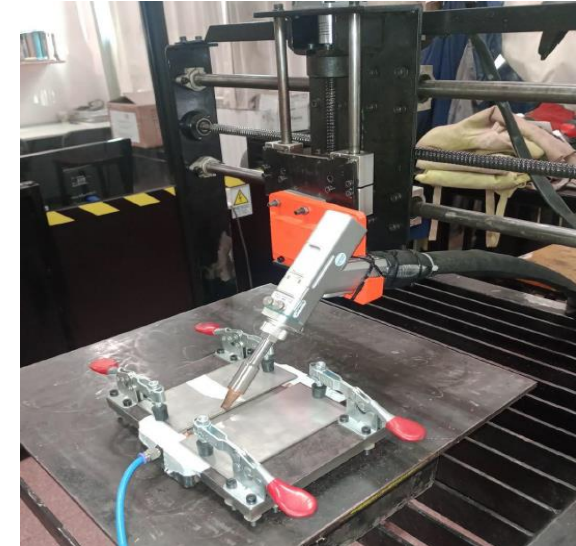
- Análisis de defectos:
Falta de penetración :*
- *Soldadura Filete*





Facultad de
INGENIERÍA

Laboratorio de Soldadura



Laboratorio Metalográfico y Ensayos Mecánicos



Laboratorio Microscopia Avanzada

