

Curso Ciencia, Tecnología y Desarrollo Industrial:  
SOLDADURA

# Módulo 1: Introducción a la Tecnología de la Soldadura

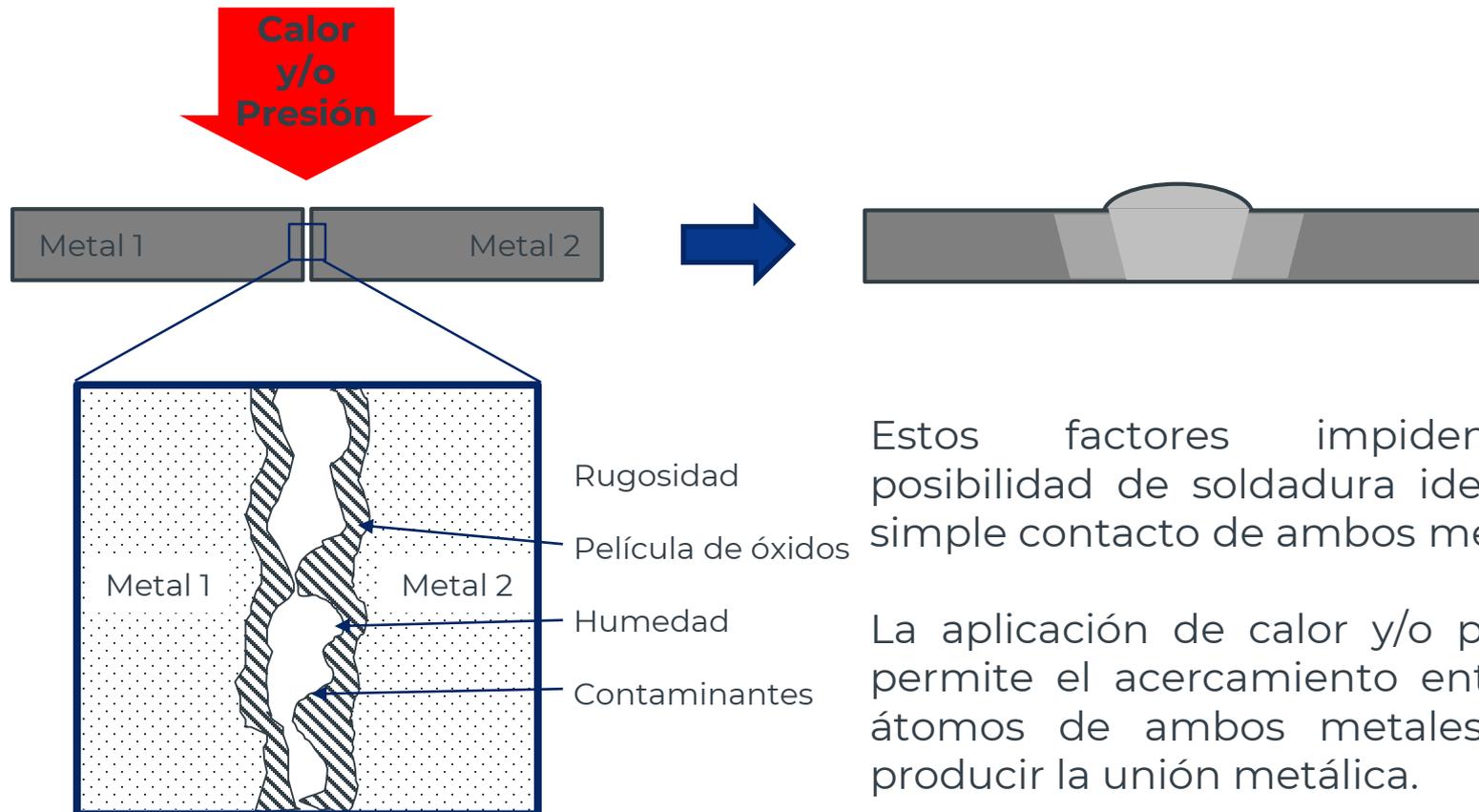
Buenos Aires | Agosto de 2022



# Definiciones y Terminología

## Soldadura:

**Proceso de Unión** que produce la **Coalescencia** de **Materiales** producida por aplicación de **Calor y/o Presión**, y **con o sin Material de Aporte**.



Estos factores impiden la posibilidad de soldadura ideal por simple contacto de ambos metales.

La aplicación de calor y/o presión permite el acercamiento entre los átomos de ambos metales para producir la unión metálica.

## Zonas de la Unión:

### (Zona del) Metal de Soldadura (MS):

Porción del área de soldadura constituida por metal en una soldadura por fusión que consiste en la porción del material base y en el material de aporte fundidos (y solidificados) durante la soldadura.

### Zona Afectada por el Calor (ZAC):

Porción del material base cuyas propiedades mecánicas o microestructura han sido alteradas por el calor.

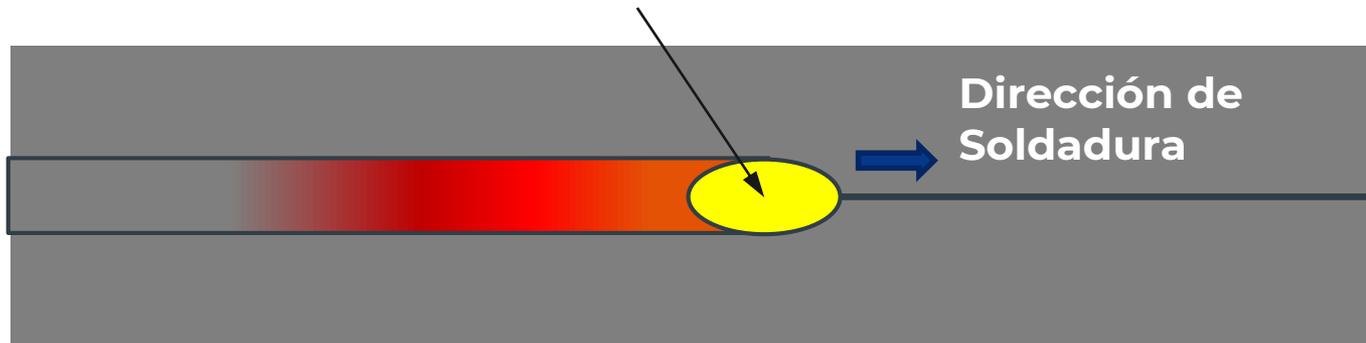
### (Zona del) Material Base (MB):

Porción del material base adyacente a la unión que no fue afectado por la soldadura.



## Pileta Líquida:

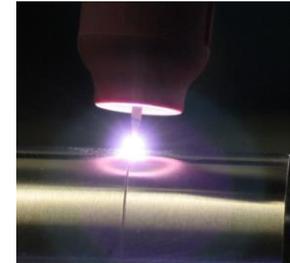
Volumen localizado de metal fundido en una soldadura previo a su solidificación como metal de soldadura (MS).



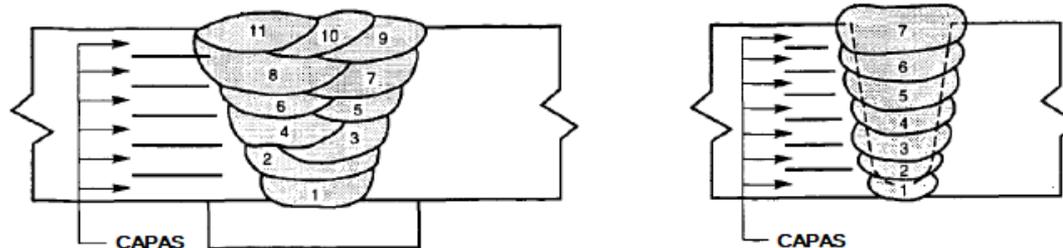
## Soldadura Autógena:

Soldadura realizada sin metal de aporte.  
⇒ El MS consiste solo en una porción del MB fundido.

Por Ejemplo:  
GTAW (TIG)

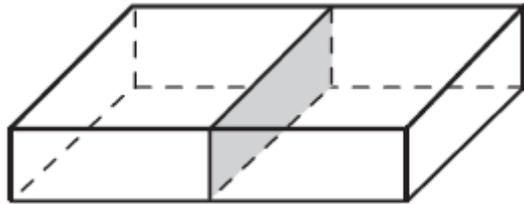


## Pasadas y Capas:

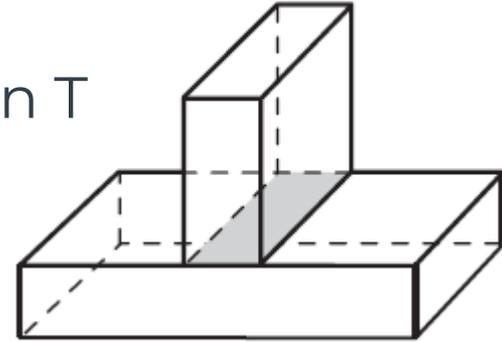


# Tipos Básicos de Uniones

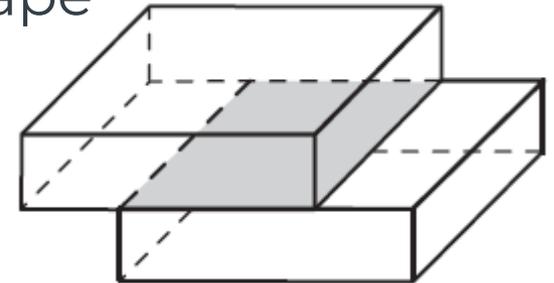
Unión a Tope



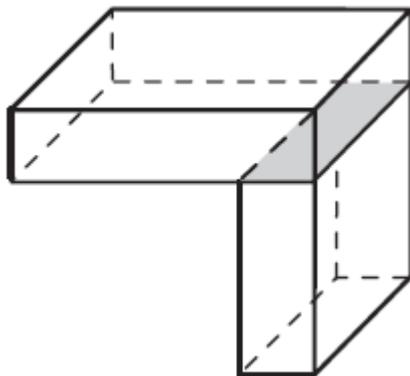
Unión en T



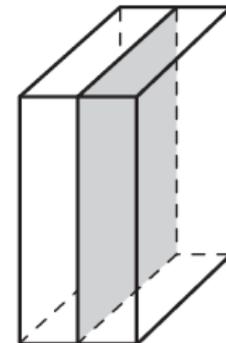
Unión a Solape

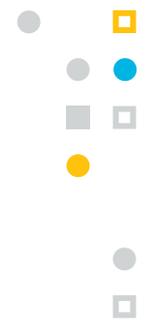


Unión en Esquina



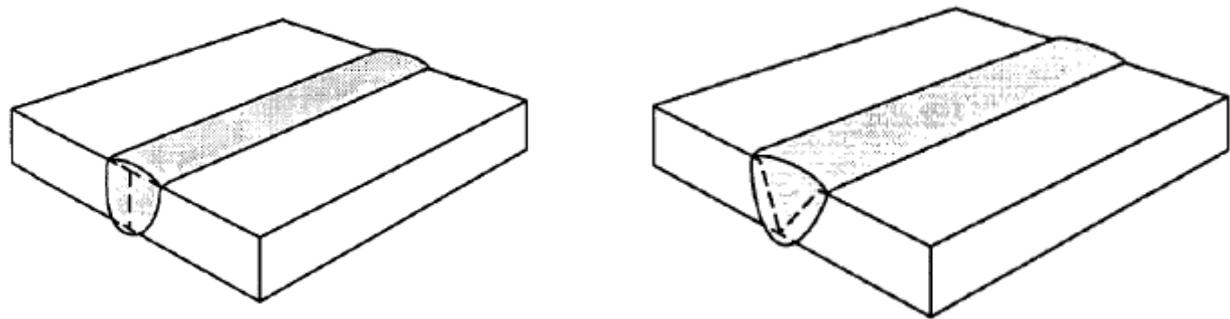
Unión en Borde





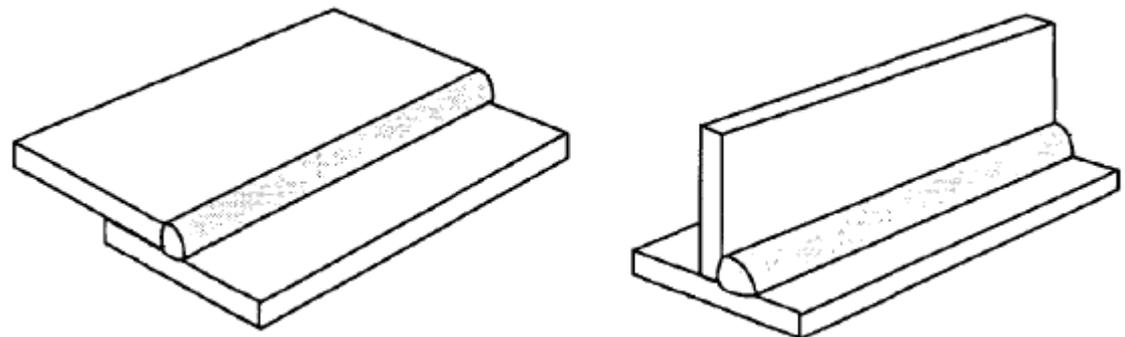
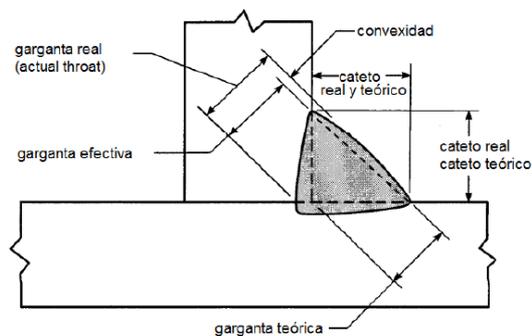
## Soldadura de Ranura:

Soldadura en una ranura en una superficie de la pieza, entre los bordes de la pieza, entre las superficies de pieza o entre los bordes y las superficies de la pieza.

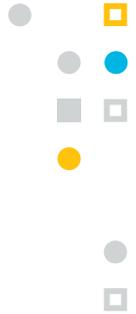


## Soldadura de Filete:

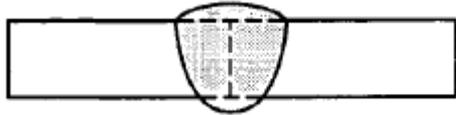
Soldadura de sección transversal aproximadamente triangular que une dos superficies aproximadamente en un ángulo recto entre sí en uniones a solape, en T o en esquina.



# Preparación de Junta - Tipos de Chaflanes:



Plano



En J



Bisel



En U



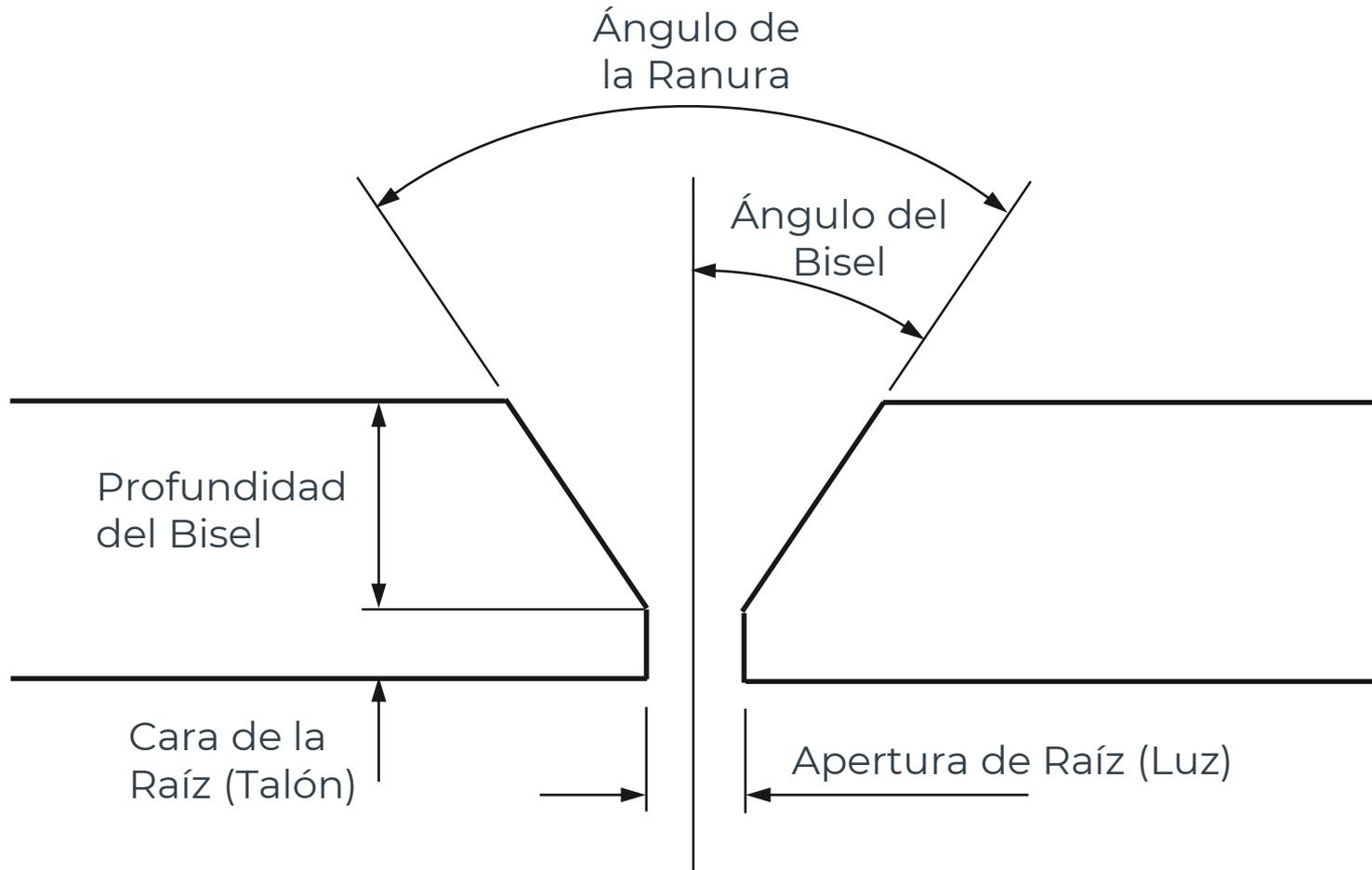
En V



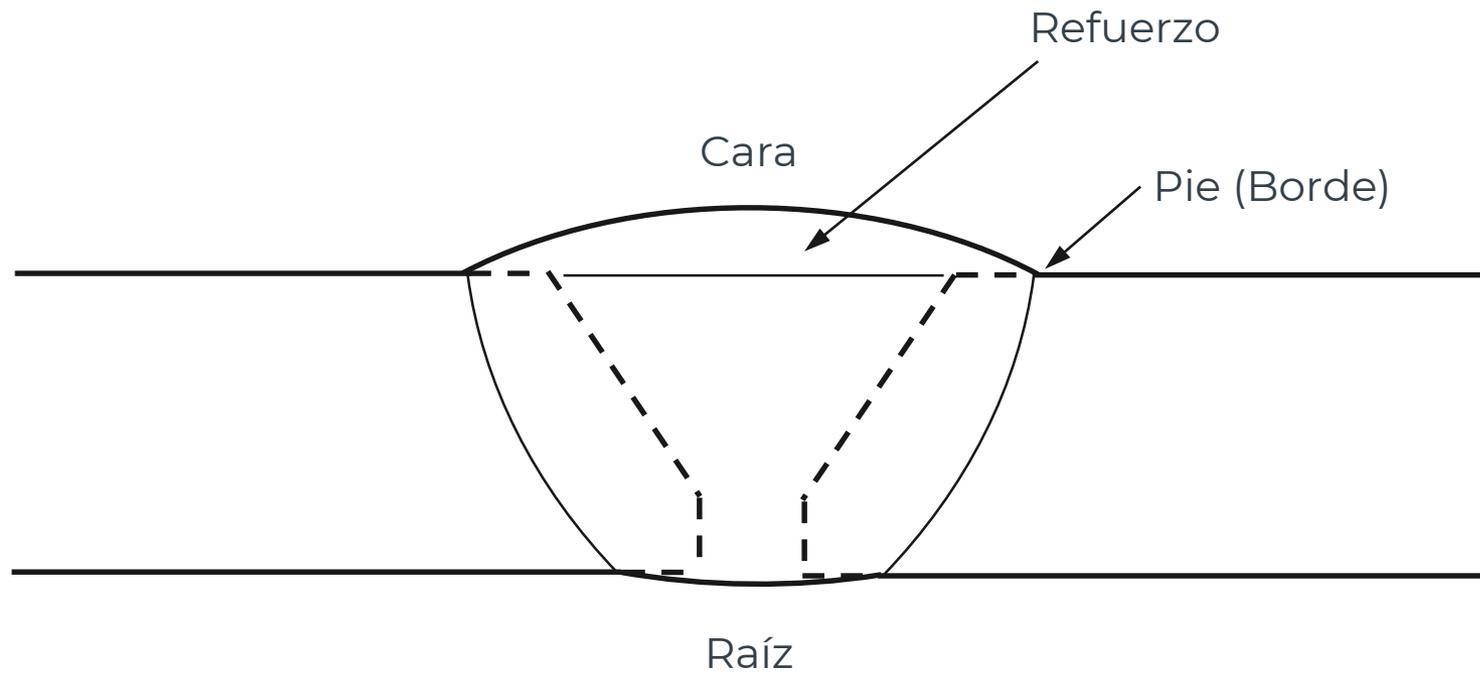
Doble V



# Preparación de Junta - Algunos Térmicos:

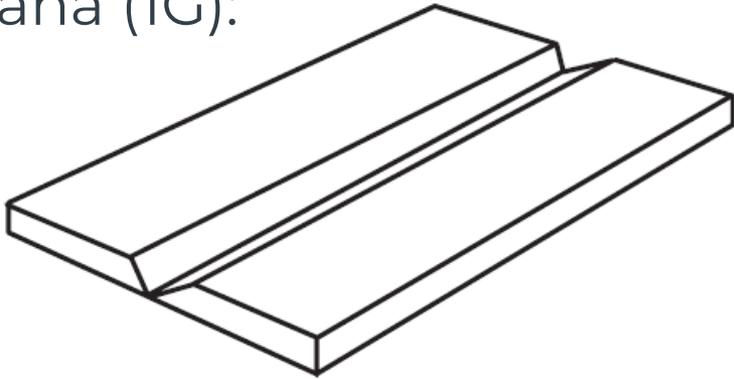


# Geometría del Cordón - Algunos Términos:

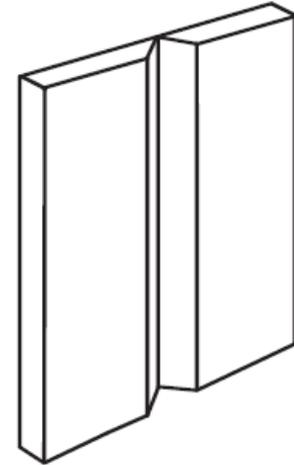


# Posiciones de Soldadura:

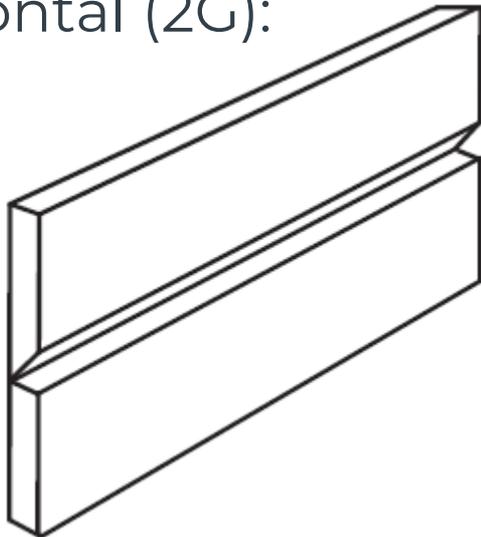
Plana (1G):



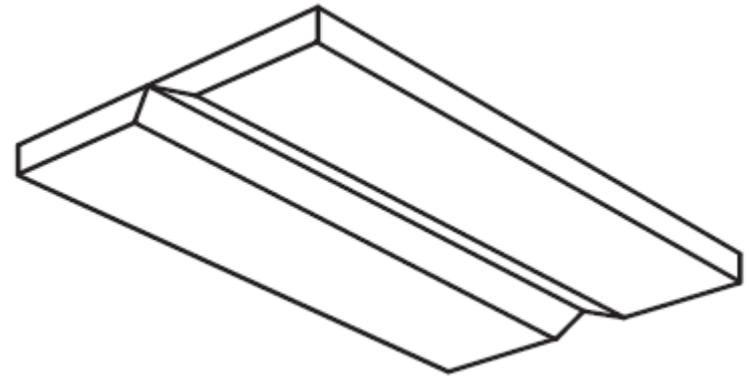
Vertical (3G):



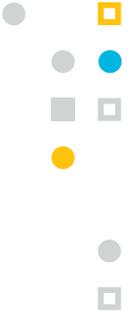
Horizontal (2G):



Sobre Cabeza (4G):



G: Groove (Ranura)





## Proceso de Soldadura:

Conjunto de elementos operativos básicos utilizados en la producción de una unión soldada.

### Por ejemplo:

Soldadura con electrodo revestido manual (SMAW), Soldadura semiautomática bajo protección gaseosa (GMAW - MIG/MAG), etc.

## Procedimiento de Soldadura:

Métodos detallados y prácticas involucradas en la producción de una unión soldada.

Nota: El proceso de soldadura es una de las variables del procedimiento de soldadura.

## Variables del procedimiento de soldadura (ejemplos para procesos de arco eléctrico):

- **Material Base:** Especificación, Espesor, Diámetro.
- **Proceso de soldadura.**
- **Electrodo / Material de Aporte:** Especificación, Diámetro, Velocidad de Alimentación de Alambre, Temperatura, Cantidad, Disposición.
- **Posición de Soldadura:** Plana, Vertical  $\uparrow\downarrow$ , Horizontal, Sobre Cabeza.
- **Preparación de Junta:** Tipo de Chaflán, Ángulo de Ranura, etc.
- **Parámetros Eléctricos:** Tensión, Corriente, Tipo de Corriente, Polaridad, Modo de Transferencia.
- **Velocidad de Soldadura.**
- **Gas de Protección:** Composición, Caudal.
- **Cantidad de Pasadas y Capas.**
- **Temperaturas de Precalentamiento y Entre Pasadas.**
- **Tratamiento Térmico Post Soldadura (PWHT).**
- etc.



## Tipos de Control de Procesos de Soldadura:

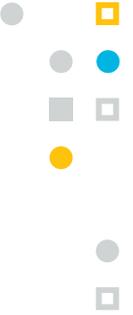
### Manual:

Donde la torcha, la pinza portaelectrodo o la pistola se sostienen y manipulan con la mano.

### Semiautomático:

Aplicación manual de un proceso mientras el equipo controla una o más de las condiciones del proceso.

Soldador



## Tipos de Control de Procesos de Soldadura:

### Mecanizado:

Equipos que requieren el ajuste manual de un operario en respuesta a la observación visual, donde la torcha, la pinza portaelectrodo, la pistola o el montaje de guía de alambre se sostienen mediante un dispositivo mecánico.

### Automático:

Equipos cuyo funcionamiento no requiere ajustes manuales ni observación o sólo observación ocasional.

### Robotizado:

Equipos que se desplazan en una trayectoria controlada mediante parámetros controlados y sin intervención manual una vez que el ciclo se inicia.

### Control Adaptativo:

Control de proceso que detecta cambios en las condiciones y conduce al equipo a tomar las medidas correspondientes.

Operador /  
Operario de  
Soldadura



## Otros Términos y Definiciones:

AWS A3.0M/A3.0:2020 Standard welding terms and definitions. American Welding Society.  
(existe versión en español del 2010).

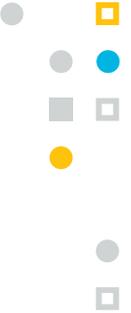
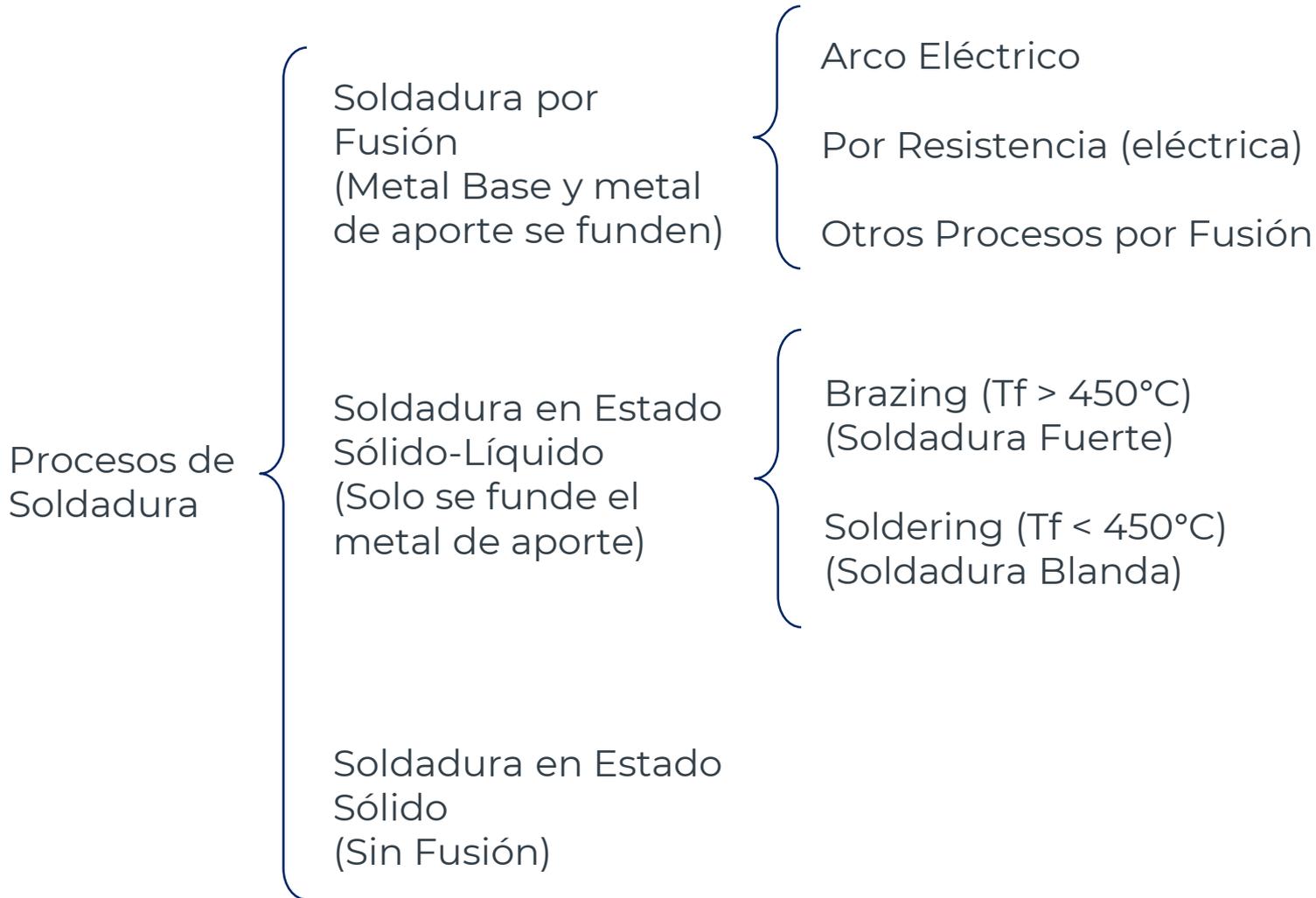
<https://awo.aws.org/glossary/>



# Procesos de Soldadura

# Procesos de Soldadura

## Clasificación



# Procesos de Soldadura



## ARC WELDING (AW)

arc stud welding	SW
atomic hydrogen welding	AHW
bare metal arc welding	BMAW
carbon arc welding	CAW
gas carbon arc welding	CAW-G
shielded carbon arc welding	CAW-S
twin carbon arc welding	CAW-T
electrogas welding	EGW
flux cored arc welding	FCAW
gas-shielded flux cored arc welding	FCAW-G
self-shielded flux cored arc welding	FCAW-S
gas metal arc welding	GMAW
pulsed gas metal arc welding	GMAW-P
short circuit gas metal arc welding	GMAW-S
gas tungsten arc welding	GTAW
pulsed gas tungsten arc welding	GTAW-P
magnetically impelled arc welding	MIAW
plasma arc welding	PAW
shielded metal arc welding	SMAW
submerged arc welding	SAW
series submerged arc welding	SAW-S

## OXYFUEL GAS WELDING (OFW)

air acetylene welding	AAW
oxyacetylene welding	OAW
oxyhydrogen welding	OHW
pressure gas welding	PGW

## BRAZING (B)

block brazing	BB
diffusion brazing	DFB
dip brazing	DB
exothermic brazing	EXB
furnace brazing	FB
induction brazing	IB
infrared brazing	IRB
resistance brazing	RB
torch brazing	TB
twin carbon arc brazing	TCAB

## OTHER WELDING AND JOINING

adhesive bonding	AB
brazing	BW
arc braze welding	ABW
carbon arc braze welding	CABW
electron beam braze welding	EBBW
exothermic braze welding	EXBW
flow brazing	FLB
flow welding	FLOW
laser beam braze welding	LBBW
electron beam welding	EBW
high vacuum	EBW-HV
medium vacuum	EBW-MV
nonvacuum	EBW-NW
electroslag welding	ESW
consumable guide electroslag welding	ESW-CG
induction welding	IW
laser beam welding	LBW
percussion welding	PEW
thermite welding	TW

## RESISTANCE WELDING (RW)

flash welding	FW
pressure-controlled resistance welding	RW-PC
projection welding	PW
resistance seam welding	RSEW
high-frequency seam welding	RSEW-HF
induction seam welding	RSEW-I
mash seam welding	RSEW-MS
resistance spot welding	RSW
upset welding	UW
high-frequency	UW-HF
induction	UW-I

## SOLDERING (S)

dip soldering	DS
furnace soldering	FS
induction soldering	IS
infrared soldering	IRS
iron soldering	INS
resistance soldering	RS
torch soldering	TS
ultrasonic soldering	USS
pressure gas soldering	WS

## SOLID STATE WELDING (SSW)

coextrusion welding	CEW
cold welding	CW
diffusion welding	DFW
hot isostatic pressure welding	HIPW
explosion welding	EXW
forge welding	FOW
friction welding	FRW
direct drive friction welding	FRW-DD
friction stir welding	FSW
inertia friction welding	FRW-I
hot pressure welding	HPW
roll welding	ROW
ultrasonic welding	USW

# Soldadura por Fusión

## Procesos por Arco Eléctrico

Soldadura con Electrodo Revestido Manual (SMAW)



Soldadura con Electrodo de Tungsteno (GTAW - TIG)

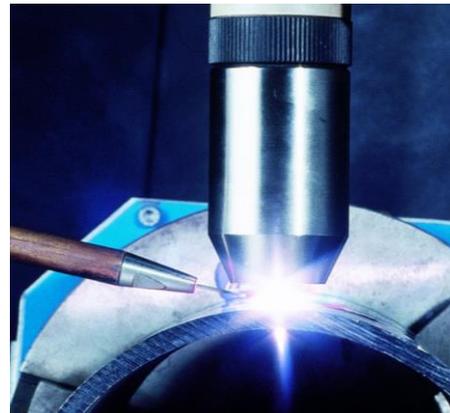


Soldadura Semiautomática:

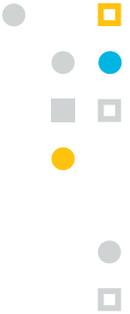


Bajo Protección Gaseosa (GMAW - MIG/MAG);  
Con Alambre Tubular (FCAW)

Soldadura por Plasma (PAW)



Soldadura por Arco Sumergido (SAW)



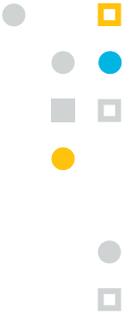
# Soldadura por Fusión

## Procesos por Resistencia (eléctrica)

Soldadura de resistencia por punto (RSW)



Flash Butt Welding (FBW)



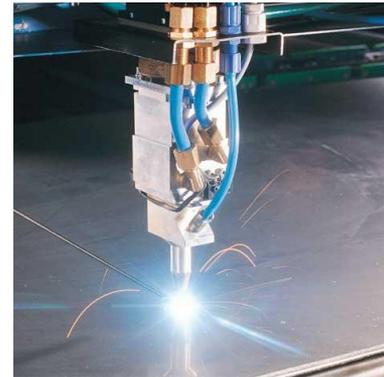
# Soldadura por Fusión

## Otros Procesos de Soldadura por Fusión

Soldadura Oxiacetilénica (OAW)



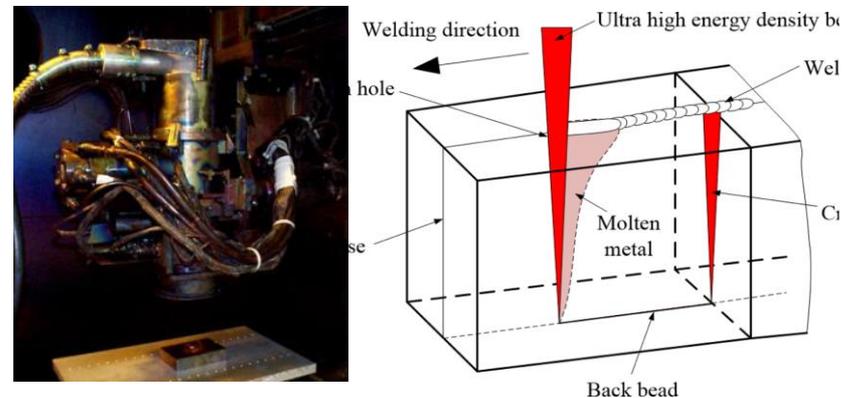
Soldadura Laser (LBW)



Soldadura Aluminotérmica (TW)



Soldadura por Haz de Electrones (EBW)



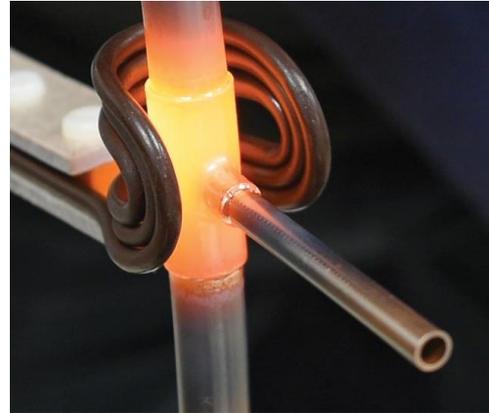
# Soldadura en Estado Sólido-Líquido

Brazing ( $T_f > 450\text{ °C}$ )

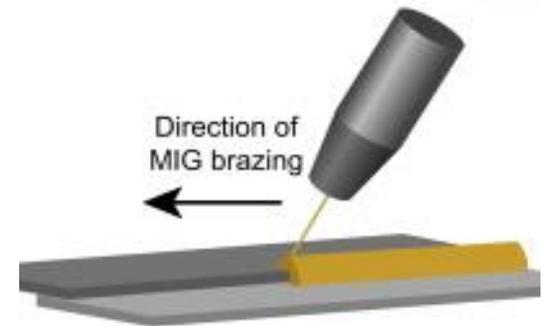
Torch Brazing (TB)



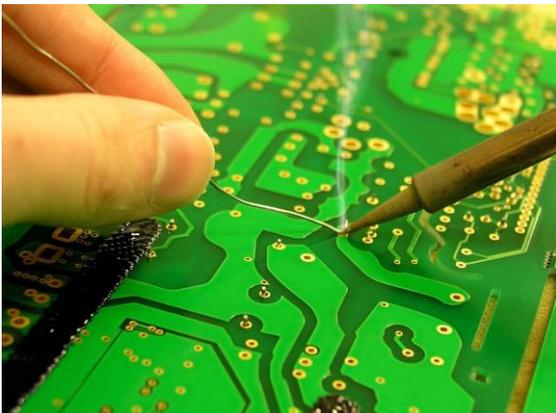
Induction Brazing (IB)



MIG Brazing



Soldering ( $T_f < 450\text{ °C}$ )



Laser Brazing



# Soldadura en Estado Sólido

Soldadura por Forja  
(FOW)



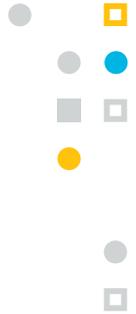
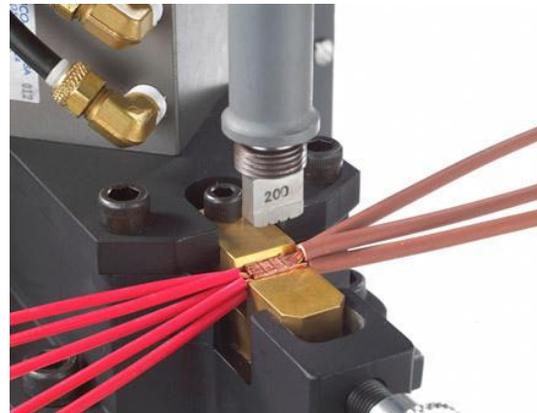
Soldadura por Fricción-Agitación  
(FSW)



Soldadura por Fricción  
(FRW)

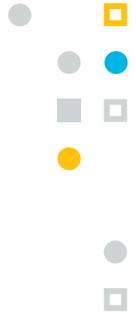


Soldadura por Ultrasonido  
(USW)



# Otros usos de Procesos de Soldadura

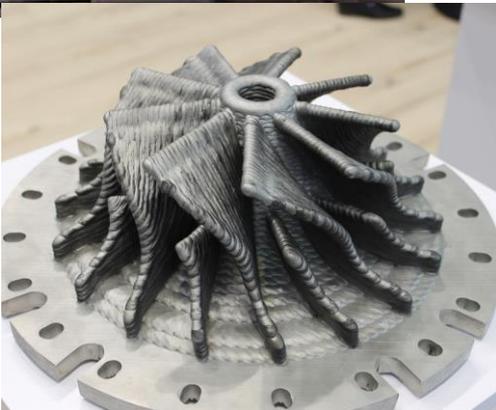
## Recargue por Soldadura



# Otros usos de Procesos de Soldadura

## Manufactura Aditiva de Materiales Metálicos

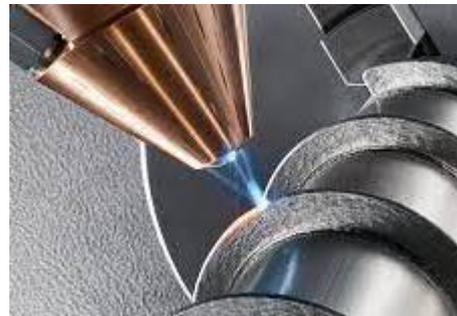
Wire Arc Additive  
Manufacturing (WAAM)



Powder Bed Fusion - Laser Beam (PBF-LB)  
Selective Laser Melting (SLM)



Laser Metal Deposition (LMD)





# Prácticas Seguras

# Prácticas Seguras

## Riesgo para la Seguridad:

- Emisión de Radiación Infrarroja y Ultravioleta.
- Proyección de Chispas y Salpicaduras.
- Contacto con Piezas Calientes.

## Prácticas Seguras:

- Elementos de Protección Personal (EPP): Elementos y Vestimenta Adecuada para la Protección de Ojos, Cara, Manos, Pies y Cuerpo: Máscaras, Guantes, Zapatos, Trajes, Capuchas, Delantales, Mangas, etc.
- Cabinas, Cortinas y Pantallas.



# Prácticas Seguras

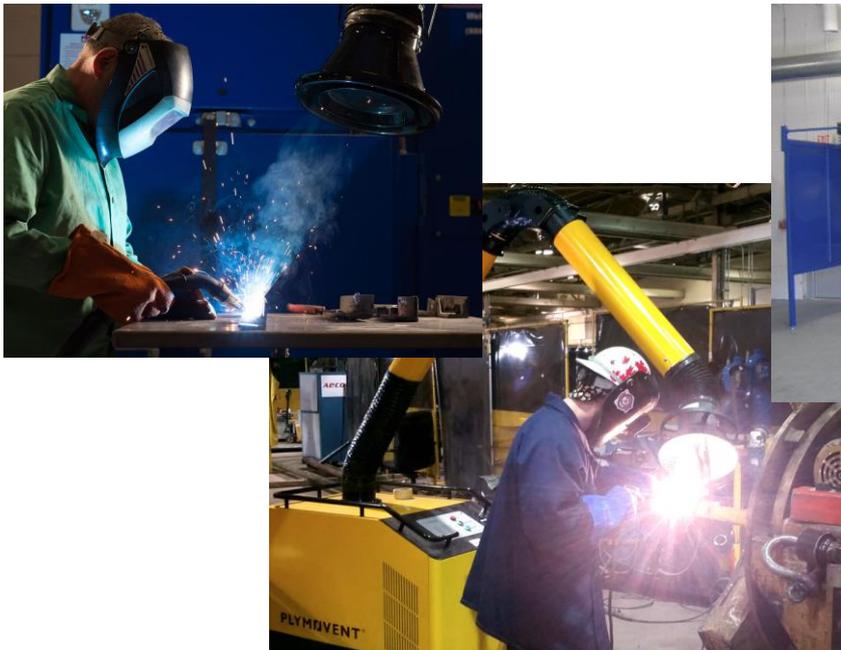


## Riesgo para la Seguridad:

- Emisiones de Humos y Gases.

## Prácticas Seguras:

- Mantener la cabeza fuera de los humos de soldadura.
- Ambiente Ventilado y Extracción Localizada.
- Protección Respiratoria (cuando la ventilación no es adecuada).



# Prácticas Seguras



<b>Riesgo para la Seguridad:</b>	<b>Prácticas Seguras:</b>
- Exposición excesiva al ruido (principalmente por tareas de desbaste y corte).	- Protección Auditiva.
- Riesgo de Tropiezos, Caídas y Golpes (visión disminuida por protección).	- Área de Trabajo Limpia y Libre de Obstáculos.
- Riesgo Eléctrico.	- Instalación eléctrica adecuada. - No tocar partes energizadas. - Uso de guantes (sanos y secos).

# Prácticas Seguras



<b>Riesgo para la Seguridad:</b>	<b>Prácticas Seguras:</b>
- Utilización de Gases Comprimidos.	- Manejo Seguro de Gases Comprimidos.
- Riesgo de Explosión.	- Alejar fuentes de calor y chispas de contenedores de gases comprimidos (materiales inflamables). - Correcto venteo de contenedores previo a la aplicación de calor.
- Riesgo de Incendio (Proyección de Chispas y Salpicaduras).	- El área de soldadura debe estar libre de materiales combustibles.
- Exposición a Radiación Ionizante (Rayos X generados en Soldadura por Haz de Electrones - EBW).	- Blindaje adecuado del equipo de soldadura de EBW. - Inspección del equipo y relevamiento de la radiación en forma periódica.

# Prácticas Seguras



Escuela de Oficios del Complejo Industrial y Naval Argentino CINAR (TANDANOR + Alte. STORNI)



Centro de Capacitación “Fundación Fray Luis Beltrán” de la Red de Centros UOMRA



# Referencias

## Referencias

Jenney, C. L., & O'Brien, A. (Eds.). (2001). Welding handbook: welding science and technology (9ª ed., Vol 1). American Welding Society.

AWS B1C Standing Task Group on Welding Inspection Handbook (2015). Welding Inspection Handbook (4ª ed.) American Welding Society.

AWS A3.0M/A3.0:2020 Standard welding terms and definitions. American Welding Society. (existe versión en español del 2010).

<https://awo.aws.org/glossary/>

ANSI Z49.1:2012 Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes. American Welding Society. (existe versión en español del 2012).



# MUCHAS GRACIAS

Si querés saber más del **INTI**  
te esperamos en

-  INTIArg
-  @INTIargentina
-  INTI
-  @intiargentina
-  canalinti

[www.inti.gob.ar](http://www.inti.gob.ar)  
[consulta@inti.gob.ar](mailto:consulta@inti.gob.ar)  
0800 444 4004

