



# JORNADA TÈCNICA EQUIPS A PRESSIÓ

22 de gener de 2015

**GREMI DE  
CALDERERIA  
DE BARCELONA**





# NOCIONES SOBRE INSPECCIÓN MEDIANTE MÉTODOS DE END DE MATERIALES METÁLICOS

**1.- Introducción.**

**2.- Métodos de Ensayos No Destructivos**

**3.- Nociones generales para cada Método**

**4.- Inspección Visual**

**5.- Inspección por Líquidos Penetrantes**

**6.- Inspección por Partículas Magnéticas**

**7.- Inspección Radiográfica**

**8.- Inspección Visual - Soldadura**



# INTRODUCCIÓN

**La Inspección de materiales metálicos se puede utilizar utilizando distintos métodos de ensayos no destructivos. La elección del Método a utilizar esta en función de los requerimientos técnicos indicados en las normas y/o especificaciones de compra acordadas por el cliente.**



# MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

**-Inspección Visual (superficial)**

**-Inspección por Líquidos Penetrantes (superficial)**

**-Inspección por Partículas Magnéticas (superficial y subsuperficial)**

**-Inspección Radiográfica (volumétrico)**

**-Inspección por Ultrasonidos (volumétrico)**



# INSPECCIÓN VISUAL

**Es la Inspección básica y preliminar a todos los demás.**

**Consiste en una inspección a simple vista de las superficies externas de la pieza.**

**Solo permite detectar discontinuidades superficiales (hendiduras, corrosiones, deformaciones,...) que sean muy evidentes y localizables a simple vista**

**La aceptación o rechazo de las discontinuidades detectadas viene regulada por la norma correspondiente (ASTM, EN ISO 5817).**



# INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES

**Es un método para detectar discontinuidades superficiales.**

## **FASES DEL ENSAYO:**

- Limpieza superficial**
- Aplicación del líquido penetrante y tiempo de penetración**
- Eliminación exceso de penetrante**
- Aplicación de revelador**
- Evaluación de indicaciones**

**Permite detectar pequeñas grietas superficiales no detectadas por inspección visual.**

**La aceptación o rechazo de las discontinuidades detectadas viene regulada por la norma correspondiente (ASTM, EN ISO 23227).**



## **INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS**

**Es un método para detectar discontinuidades superficiales y subsuperficiales en componentes ferro magnéticos.**

### **FASES DEL ENSAYO:**

- Aplicación de pintura**
- Campo magnético (yugo electromagnético, bancada estacionaria, electrodos de contacto.**
- Aplicación simultánea de partículas muy finas de hierro**
- Las partículas se alinean formando una indicación visible**

**Permite detectar pequeñas grietas superficiales no detectadas por inspección visual y también subsuperficiales.**

**La aceptación o rechazo de las discontinuidades detectadas viene regulada por la norma correspondiente (ASTM, EN ISO 23278).**



# INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA

**Es un método para detectar discontinuidades superficiales y volumétricas.**

**Se requiere un equipo de RX o Isotopo radiactivo para poder emitir la radiación que hará posible la impresión de la película radiográfica con las imágenes de las discontinuidades que serán evaluadas. El proceso es idéntico al utilizado en la radiografía médica convencional.**

**La aceptación o rechazo de las indicaciones defectuosas viene regulada por la norma correspondiente (ASTM, EN ISO 10675).**



## INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS

**Es un método para detectar discontinuidades superficiales y volumétricas al igual que la radiografía.**

**Se utiliza un equipo generador de ultrasonidos que transmite ondas ultrasónicas al material a inspeccionar mediante un palpado.**

**Estas ondas al encontrarse en su camino con una discontinuidad se reflejan y producen en la pantalla del equipo una indicación en forma de eco que deberá ser evaluada.**

**La aceptación o rechazo de las indicaciones defectuosas viene regulada por la norma correspondiente (ASTM, EN ISO 23279).**



**1. OBJETO E INTRODUCCIÓN**

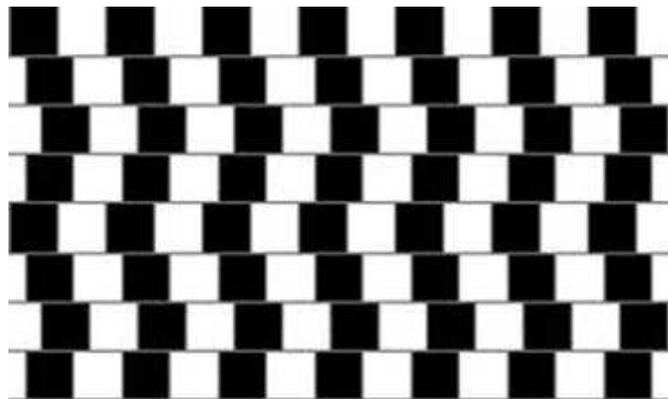
**2. APARATOS DE MEDIDA. DESCRIPCIÓN Y MANEJO**

**3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURAS**

## 1. OBJETO E INTRODUCCION

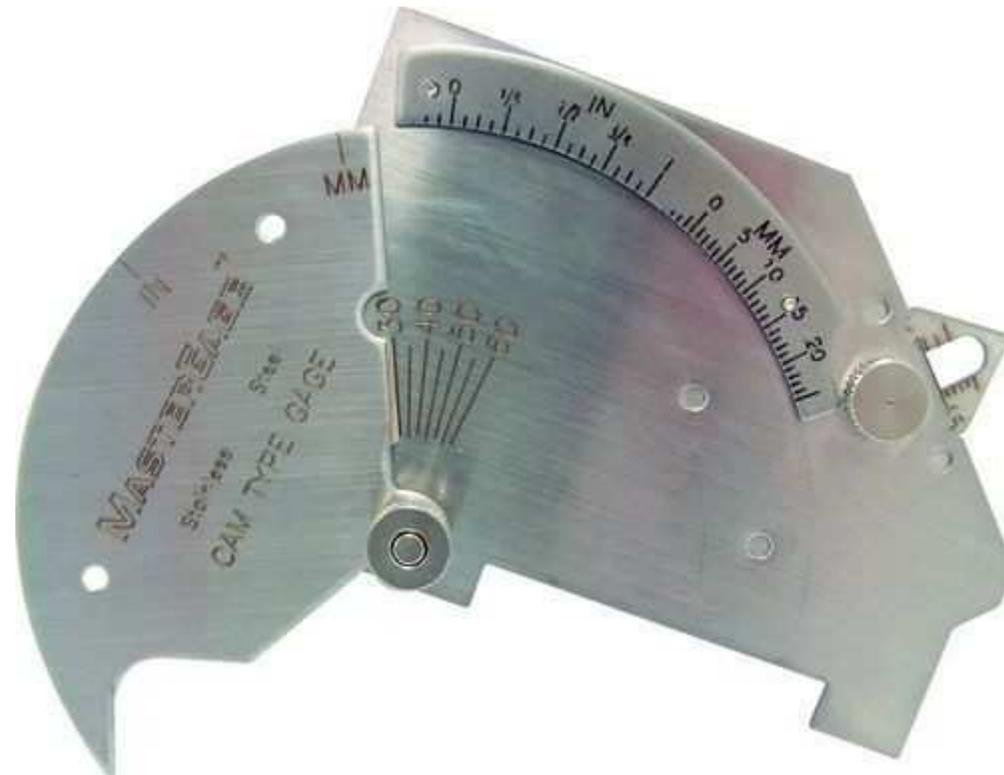
La **Inspección Visual** es la base de los ensayo no destructivos, ya que es el medio para interpretar los resultados de los otros END.

Para una correcta **Inspeccion visual en soldadura finalizada** será **necesario** realizar un preciso **control dimensional**, así como la localización de las indicaciones existentes para valorar si se consideran **defectos superficiales**.



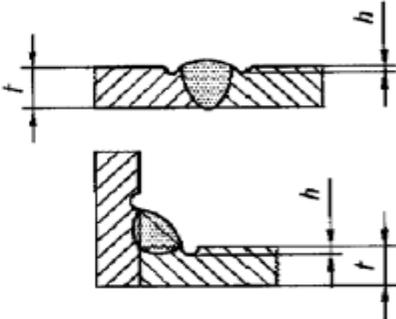
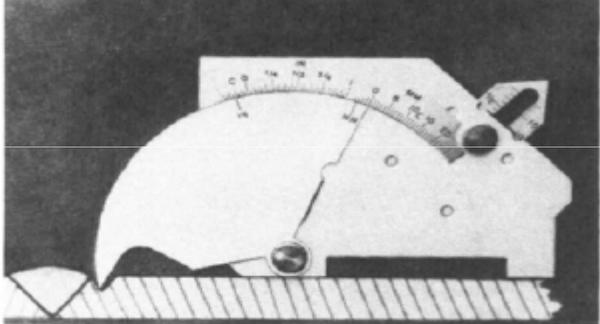
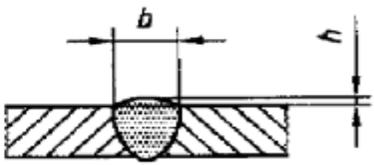
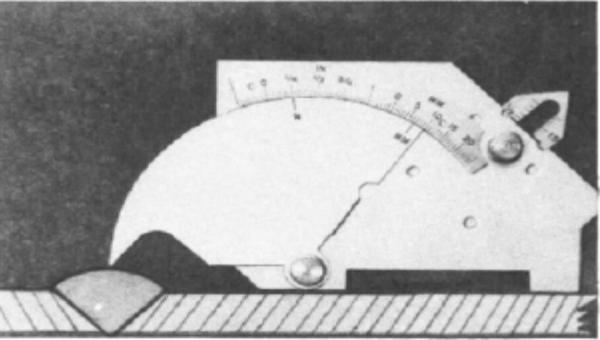
## 2. APARATOS DE MEDIDA. DESCRIPCIÓN Y MANEJO

### GALGAS DE SOLDADURA.



## 2. APARATOS DE MEDIDA. DESCRIPCIÓN Y MANEJO

### GALGAS DE SOLDADURA.

Imperfección	Dimensión $h$	Medición $h$
ISO 6520-1-501 <b>Mordedura</b>		
ISO 6520-1-502 <b>Exceso de sobreespesor (soldadura a tope)</b>		

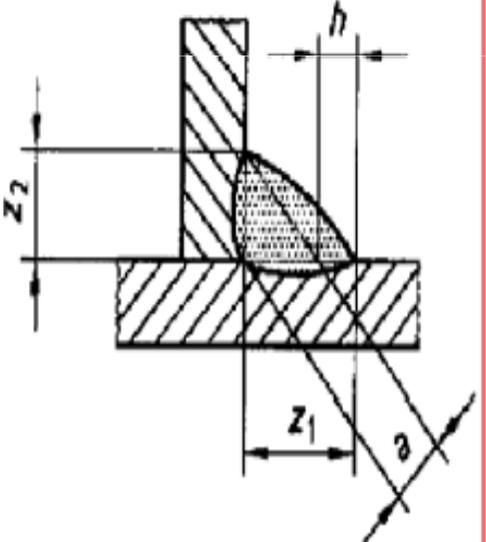
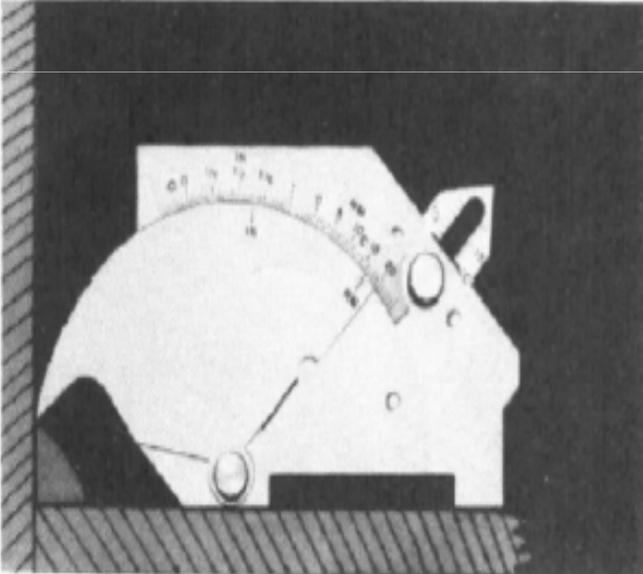
## 2. APARATOS DE MEDIDA. DESCRIPCIÓN Y MANEJO

### GALGAS DE SOLDADURA.

Imperfección	Dimensión <i>h</i>	Medición <i>h</i>
ISO 6520-1-5071 <b>Falta de alineación entre chapas</b>		
ISO 6520-1-5072 <b>Falta de alineación entre tubos</b>		

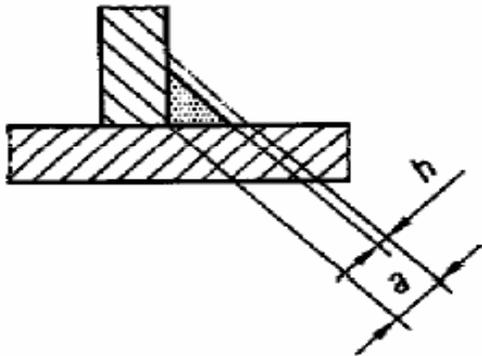
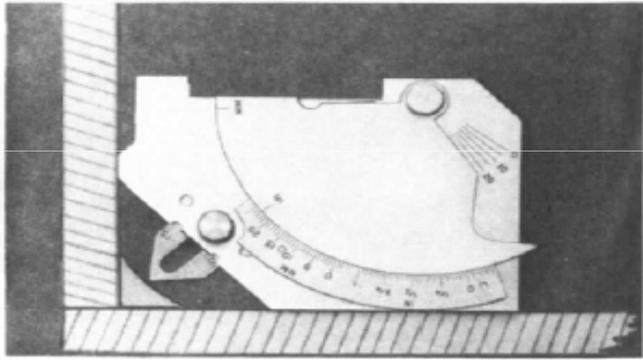
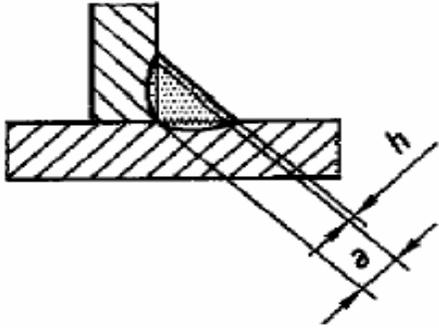
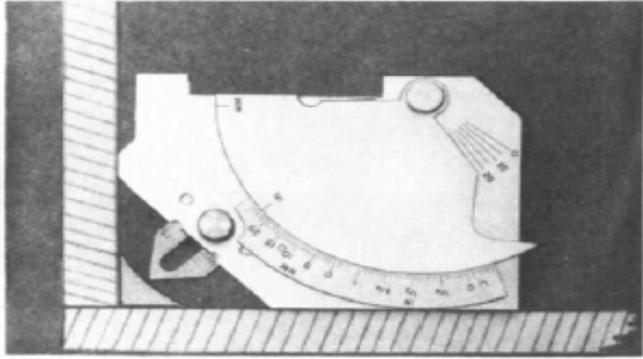
## 2. APARATOS DE MEDIDA. DESCRIPCIÓN Y MANEJO

### GALGAS DE SOLDADURA.

Imperfección	Dimensión $h$	Medición $z_1$ ( $h = z_1 - z_2$ )
<p>ISO 6520-1-512</p> <p><b>Exceso de la asimetría de la soldadura en ángulo</b></p>	 <p>The diagram shows a cross-section of an angle weld. The vertical leg has a height <math>z_2</math>. The horizontal leg has a width <math>z_1</math>. The total height of the weld metal is <math>h</math>. The angle between the weld metal and the horizontal leg is <math>\alpha</math>.</p>	 <p>The photograph shows a physical weld gauge being used to measure the height <math>z_1</math> of an angle weld. The gauge has a curved scale and a vertical measuring edge.</p>

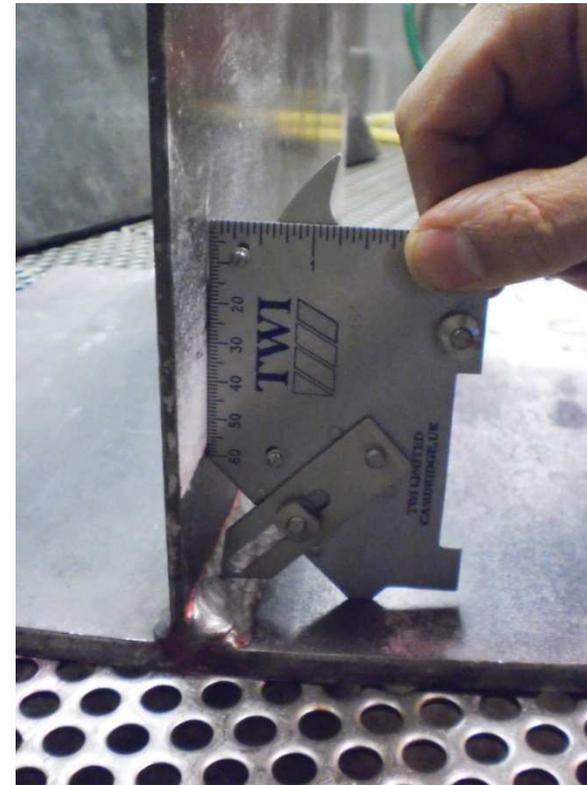
## 2. APARATOS DE MEDIDA. DESCRIPCIÓN Y MANEJO

### GALGAS DE SOLDADURA.

Imperfección	Dimensión $h$	Medición $a - h$
ISO 6520-1-5213 <b>Espesor de garganta insuficiente</b>		
ISO 6520-1-5214 <b>Espesor de garganta excesivo</b>		

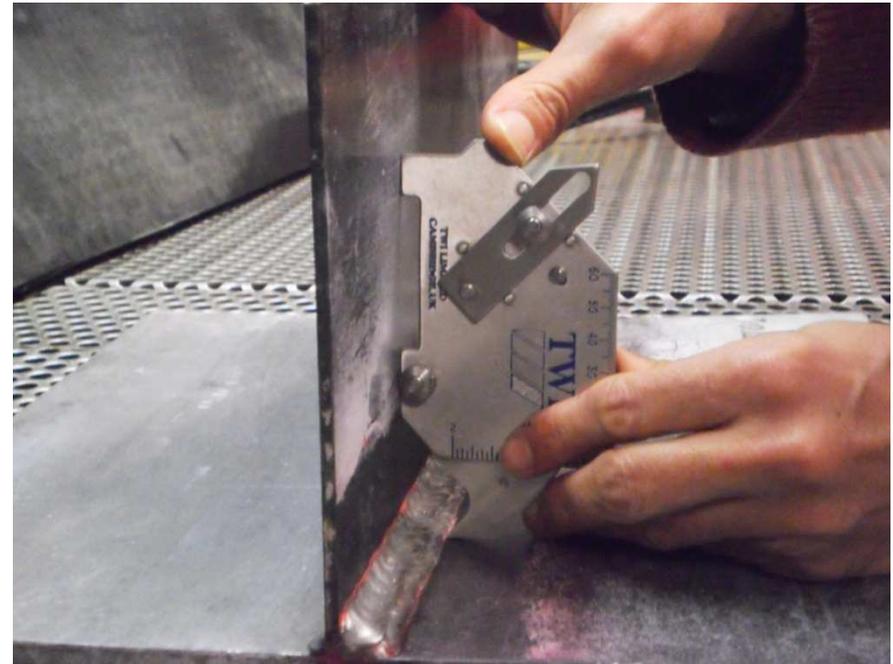
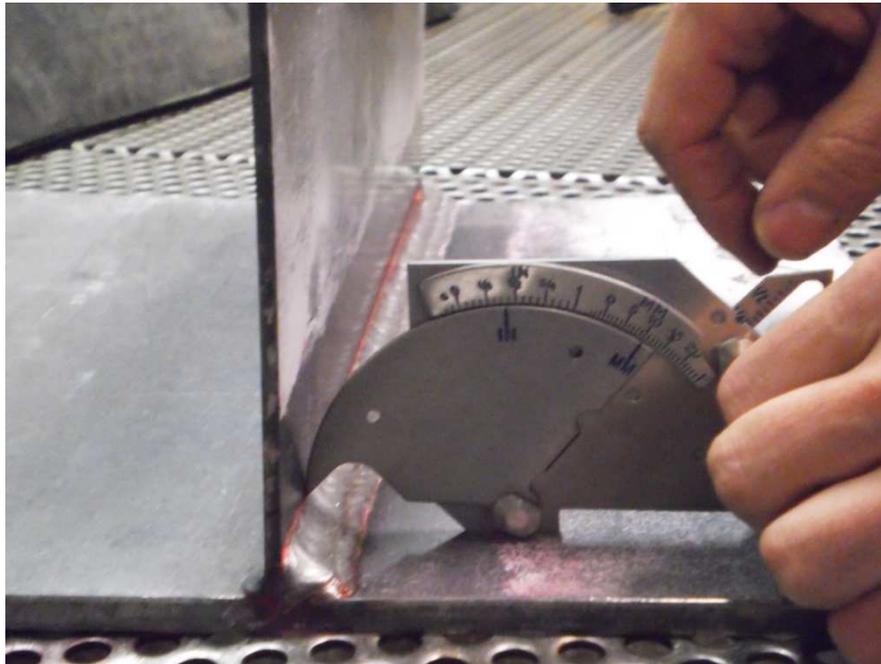
## 2. APARATOS DE MEDIDA. DESCRIPCIÓN Y MANEJO

### GALGAS DE SOLDADURA.



## 2. APARATOS DE MEDIDA. DESCRIPCIÓN Y MANEJO

### GALGAS DE SOLDADURA. De Fines Múltiples Tipo Bridge CAM.





# INSPECCION VISUAL - SOLDADURA

## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

### OBJETIVO.

El objetivo de esta inspección visual será el de localizar defectos en superficie y valorar si se encuentran en norma o son rechazables.

La zonas críticas de inspección serán la soldadura y la zona afectada térmicamente.



### 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

#### DEFINICIONES

**Soldadura:** zona resultante de unir dos piezas o dos partes de una misma pieza mediante elevación de la temperatura de las superficies a soldar, puestas en contacto sin aportación de material o con aportación de alguna sustancia igual o semejante a las piezas a unir.

**La Zona Afectada por el Calor o térmicamente (ZAC/ZAT):** es la región del metal base que sufre ciclos de calentamiento y enfriamiento debido al aporte térmico de la soldadura.

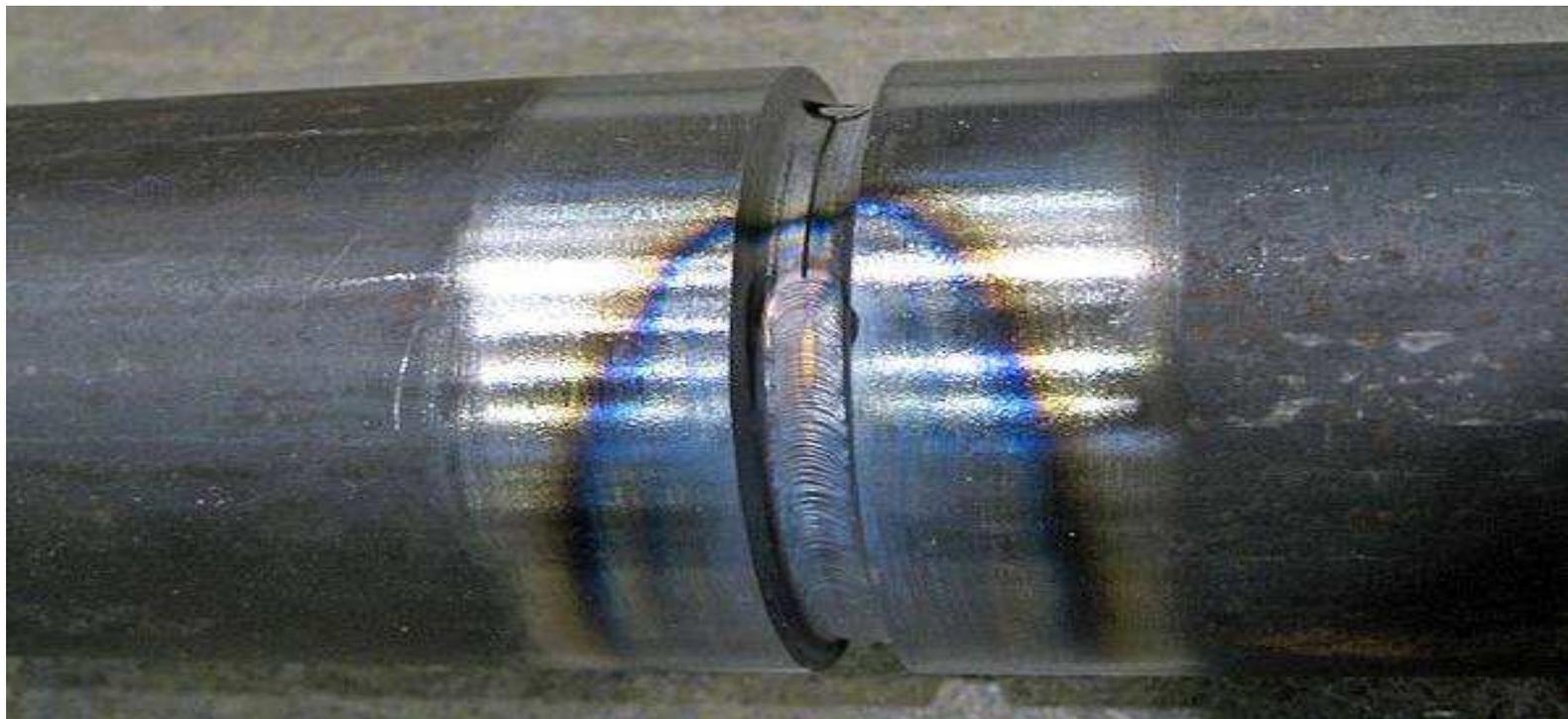
**Defecto de Soldadura:** discontinuidad de la soldadura que tiene un tamaño mayor que el permitido por el código o norma que aplique en ese trabajo.



# INSPECCION VISUAL - SOLDADURA

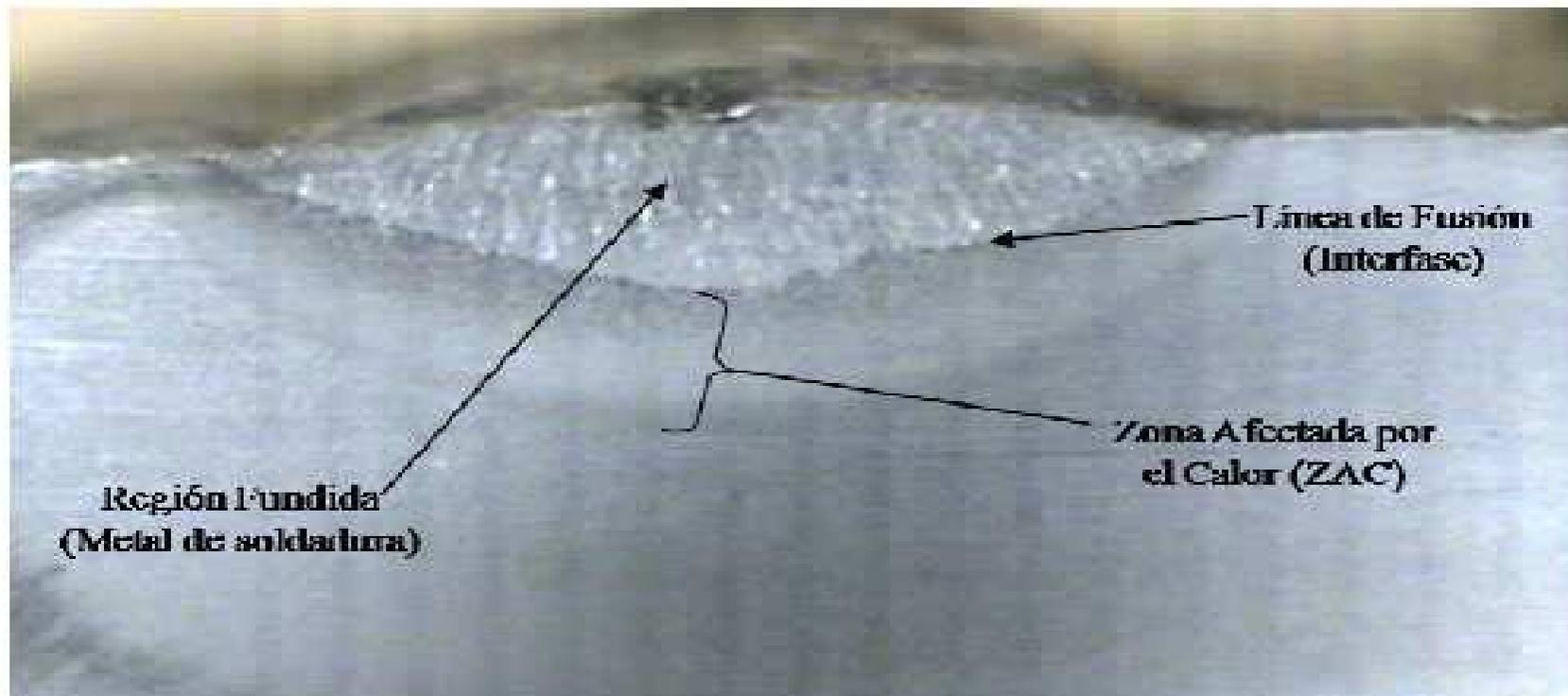
## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

### ZONA AFECTADA TÉRMICAMENTE



## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

### SOLDADURA





# INSPECCION VISUAL - SOLDADURA

## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

### IMPERFECCIONES

La norma europea UNE EN ISO 5817, facilita una **guía sobre los niveles de calidad de las imperfecciones en las uniones soldadas** por arco para todo tipos de acero, níquel, titanio u sus aleaciones. Es aplicable a **espesores superiores a 0,5 mm**.

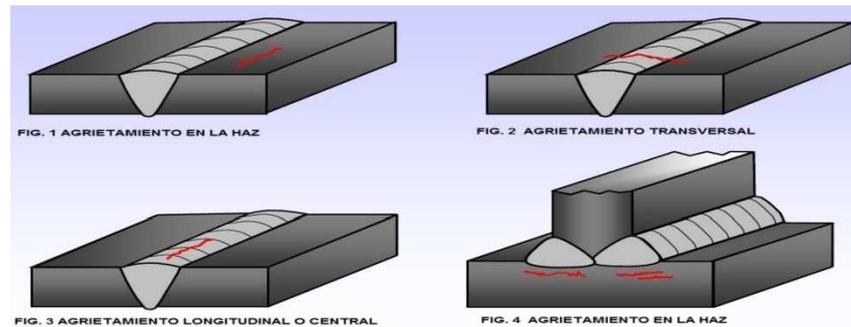
Se establecen **tres niveles de calidad**, de tal forma que permita su aplicación a la mayoría de construcciones soldadas. Se designan por las letras **B, C y D**. El nivel B corresponde a la mayor exigencia sobre la soldadura finalizada.

Las **imperfecciones mas usuales en superficie**, las cuales trataremos serán las siguientes:

- Grietas
- Picaduras – Poros
- Faltas de fusión
- Falta de Penetración raíz .
- Modeduras
- Sobreespesor (sold. A tope) – Convexidad (sol. ángulo)
- Exceso de penetración
- Solapamiento
- Falta de espesor
- Asimetria
- Garganta
- Cebado de arco
- Proyecciones

## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

### LIMITES DE IMPERFECCIONES: GRIETAS



Nº	Referencia ISO 6520-1:1998	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
<b>1 Imperfecciones superficiales</b>							
1.1	100	Grieta	-	≥ 0,5	No admisible	No admisible	No admisible
1.2	104	Grieta de cráter	-	≥ 0,5	No admisible	No admisible	No admisible

## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

### LIMITES DE IMPERFECCIONES: PICADURAS O POROS

N°	Referencia ISO 6520-1:1998	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.3	2017	Picadura	Medida máxima de un poro aislado en - soldaduras a tope - soldaduras en ángulo	0,5 a 3	$d \leq 0,3 s$ $d \leq 0,3 a$	No admisible	No admisible
			Medida máxima de un poro aislado en - soldaduras a tope - soldaduras en ángulo	>3	$d \leq 0,3 s$ , máx. 3 mm $d \leq 0,3 a$ , máx. 3 mm	$d \leq 0,2 s$ , máx. 2 mm $d \leq 0,2 a$ , máx. 2 mm	No admisible

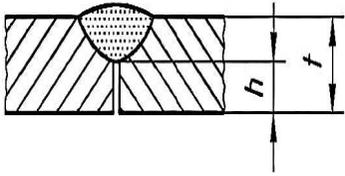
## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

### LIMITES DE IMPERFECCIONES: FALTAS DE FUSION

N°	Referencia ISO 6520-1:1998	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.5	401	Falta de fusión (fusión incompleta)	-	≥ 0,5	No admisible	No admisible	No admisible
		Microfalta de fusión	Detectable únicamente mediante examen micrográfico		Admisible	Admisible	No admisible

## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

### LIMITES DE IMPERFECCIONES: FALTAS DE PENETRACION

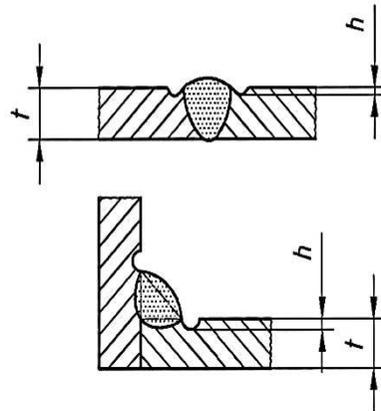
N°	Referencia ISO 6520-1:1998	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.6	4021	Falta de penetración en la raíz	Únicamente para soldaduras a tope por un solo lado  	≥ 0,5	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,2 t$ , máx. 2 mm	No admisible	No admisible

**Imperfecciones cortas:** En los casos en que la soldadura tenga 100 mm de longitud o más, las imperfecciones se consideran cortas si, en los 100 mm que contengan el máximo de imperfecciones, la longitud de las mismas es menor o igual a 25 mm.

## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

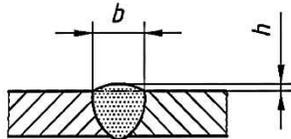
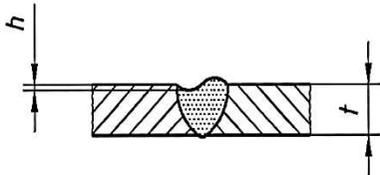
### LIMITES DE IMPERFECCIONES: MORDEDURAS

N°	Referencia ISO 6520-1:1998	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.7	5011 5012	Mordedura continua Mordedura discontinua	Se requiere una transición gradual No está contemplada como imperfección sistemática	0,5 a 3	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,2 t$	Imperfecciones cortas $h \leq 0,1 t$	No admisible
				> 3	$h \leq 0,2 t$ , máx. 1 mm	$h \leq 0,1 t$ , máx. 0,5 mm	$h \leq 0,05 t$ , máx. 0,5 mm



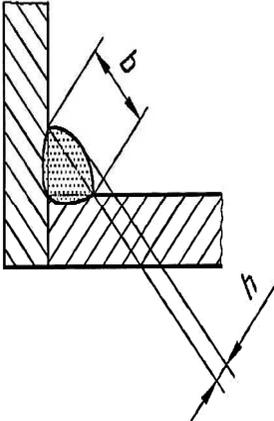
## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

### LIMITES DE IMPERFECCIONES: SOBRESPESOR / DESFONDAMIENTO

N°	Referencia ISO 6520-1:1998	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.9	502	Exceso de sobreespesor (soldadura a tope)	Se requiere una transición gradual 	≥ 0,5	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$ , máx. 10 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$ , máx. 7 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$ , máx. 5 mm
1.14	509 511	Desfondamiento Falta de espesor	Se requiere una transición gradual 	0,5 a 3	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,25 t$	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,1 t$	No admisible
				> 3	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,25 t$ máx. 2 mm	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,1 t$ máx. 1 mm	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,05 t$ máx. 0,5 mm

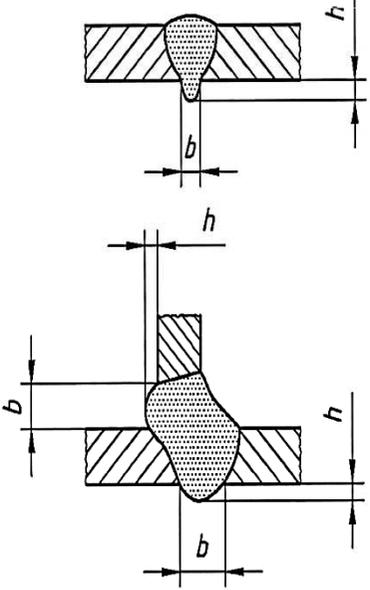
## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

### LIMITES DE IMPERFECCIONES: EXCESO DE CONVEXIDAD (SOLD. ANGULO)

Nº	Referencia ISO 6520-1:1998	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.10	503	Exceso de convexidad (soldadura en ángulo)		≥ 0,5	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$ , máx. 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$ , máx. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$ , máx. 3 mm

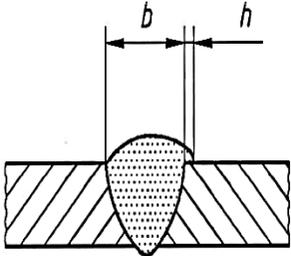
## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA.

### LIMITES DE IMPERFECCIONES: EXCESO DE PENETRACION

Nº	Referencia ISO 6520-1:1998	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.11	504	Exceso de penetración		0,5 a 3	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,3 b$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$
				> 3	$h \leq 1 \text{ mm} + 1,0 b$ , máx. 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$ , máx. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 b$ , máx. 3 mm

## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA.

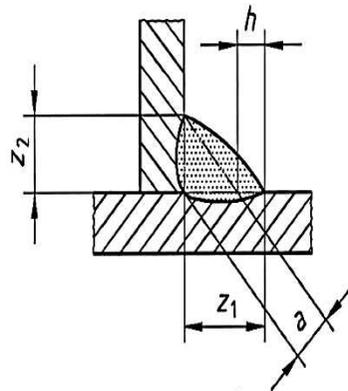
### LIMITES DE IMPERFECCIONES: SOLAPAMIENTO

Nº	Referencia ISO 6520-1:1998	Designación de la imperfección	Observaciones	<i>t</i> mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.13	506	Solapamiento		$\geq 0,5$	$h \leq 0,2 b$	No admisible	No admisible

## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

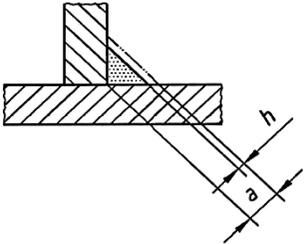
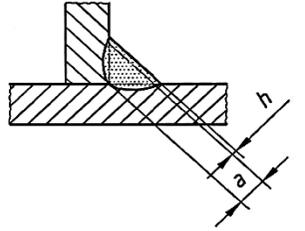
### LIMITES DE IMPERFECCIONES: EXCESO DE ASIMETRIA

N°	Referencia ISO 6520-1:1998	Designación de la imperfección	Observaciones	<i>t</i> mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.16	512	Exceso de asimetría de la soldadura en ángulo	Cuando no se ha estipulado previamente una soldadura en ángulo asimétrica	≥ 0,5	$h \leq 2 \text{ mm} + 0,2 a$	$h \leq 2 \text{ mm} + 0,15 a$	$h \leq 1,5 \text{ mm} + 0,15 a$



## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

### LIMITES DE IMPERFECCIONES: GARGANTA

Nº	Referencia ISO 6520-1:1998	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.20	5213	Espesor de garganta insuficiente	No es aplicable a procesos con prueba de mayor penetración  	0,5 a 3	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 a$	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,2 \text{ mm}$	No admisible
				> 3	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$ , máx. 2 mm	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$ , máx. 1 mm	No admisible
1.21	5214	Espesor de garganta excesivo	El espesor real de garganta de la soldadura es demasiado grande  	≥ 0,5	Ilimitado	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 a$ , máx. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 a$ , máx. 3 mm

## 3. INSPECCIÓN VISUAL SOLDADURA

### LIMITES DE IMPERFECCIONES: CEBADO DE ARCO / PROYECCIONES

N°	Referencia ISO 6520-1:1998	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.22	601	Cebado del arco	-	≥ 0,5	Permitido, si las propiedades del metal a soldar no se ven afectadas	No admisible	No admisible
1.23	602	Proyecciones (o salpicaduras)	-	≥ 0,5	La aceptación depende de la aplicación (por ejemplo, del material, de la protección contra la corrosión, etc.)		



# JORNADA TÈCNICA EQUIPS A PRESSIÓ

**MOLTES GRÀCIES**



Andrés Díez  
Responsable de END  
SCI, S.A. – Control & Inspección  
Tel: 93 647 31 70  
Email: [andres.diez@scisa.es](mailto:andres.diez@scisa.es)