



# MÓDULO DIDÁCTICO

Especialidad: Corte y Soldadura Estructural

Curso: Certificación en Soldadura Estructural  
y Tubería SMAW, GTAW y FCAW

Grado: 12

agosto 2020



**DE** DEPARTAMENTO DE  
**EDUCACIÓN**  
GOBIERNO DE PUERTO RICO

Página web: <https://de.pr.gov/>  Twitter: @educacionpr

## **NOTIFICACIÓN DE POLÍTICA PÚBLICA**

*El Departamento de Educación no discrimina de ninguna manera por razón de edad, raza, color, sexo, nacimiento, condición de veterano, ideología política o religiosa, origen o condición social, orientación sexual o identidad de género, discapacidad o impedimento físico o mental; ni por ser víctima de violencia doméstica, agresión sexual o acoso.*

Nota. Este módulo está diseñado con propósitos exclusivamente educativos y no con intención de lucro. Los derechos de autor (*copyrights*) de los ejercicios o la información presentada han sido conservados visibles para referencia de los usuarios. Se prohíbe su uso para propósitos comerciales, sin la autorización de los autores de los textos utilizados o citados, según aplique, y del Departamento de Educación de Puerto Rico.

## CONTENIDO

<b>LISTA DE COLABORADORES</b> .....	3
<b>CARTA PARA EL ESTUDIANTES, LAS FAMILIAS Y MAESTROS</b> .....	4
<b>CALENDARIO DE PROGRESO EN EL MÓDULO</b> .....	6
<b>UNIDAD I: CONTROL DE CALIDAD EN SOLDADURA</b> .....	7
<b>Lección 1: Importancia del control de calidad</b> .....	7
<b>Lección 2: Códigos, normas y estándares para el control de calidad en soldadura</b> ...	11
<b>Lección 3: Defectos y discontinuidades en soldadura.</b> ....	18
<b>Lección 4: Control de calidad como proceso integral</b> .....	38
<b>Lección 5: Control de calidad pruebas destructivas</b> .....	45
<b>Tipos de pruebas destructivas para Soldadura</b> .....	45
<b>REFERENCIA</b> .....	48
<b>GUÍA PARA ACOMODOS RAZONABLES PARA LOS ESTUDIANTES</b> .....	49

## LISTA DE COLABORADORES

Wilfredo Escalera Corchado  
Escuela Vocacional Metropolitana  
Miguel Such  
San Juan

Daniel Padilla Rosario  
Escuela Superior  
Ocupacional y Técnica  
Yauco

Ramón L. Díaz Montañez  
Escuela Superior Vocacional  
Manuel Mediavilla Negrón  
Humacao

Víctor L. Nieves-Flores  
Centro Vocacional Especial  
Eugenio María de Hostos  
San Juan

Cheryl Cintrón Serrano  
Directora  
Programa de Educación Industrial

## CARTA PARA EL ESTUDIANTES, LAS FAMILIAS Y MAESTROS

Estimado estudiante:

Este módulo didáctico es un documento que favorece tu proceso de aprendizaje. Además, permite que aprendas en forma más efectiva e independiente, es decir, sin la necesidad de que dependas de la clase presencial o a distancia en todo momento. Del mismo modo, contiene todos los elementos necesarios para el aprendizaje de los conceptos claves y las destrezas de la clase de Certificación en Soldadura Estructural y Tubería SMAW, GMAW y FCAW, sin el apoyo constante de tu maestro. Su contenido ha sido elaborado por maestros, facilitadores docentes y directores de los programas académicos del Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) para apoyar tu desarrollo académico e integral en estos tiempos extraordinarios en que vivimos.

Te invito a que inicies y completes este módulo didáctico siguiendo el calendario de progreso establecido por semana. En él, podrás repasar conocimientos, refinar habilidades y aprender cosas nuevas sobre la clase de Certificación en Soldadura Estructural y Tubería SMAW, GMAW y FCAW por medio de definiciones, ejemplos, lecturas, ejercicios de práctica y de evaluación. Además, te sugiere recursos disponibles en la internet, para que amplíes tu aprendizaje. Recuerda que esta experiencia de aprendizaje es fundamental en tu desarrollo académico y personal, así que comienza ya.

Estimadas familias:

El Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) comprometido con la educación de nuestros estudiantes, ha diseñado este módulo didáctico con la colaboración de: maestros, facilitadores docentes y directores de los programas académicos. Su propósito es proveer el contenido académico de la materia de Certificación en Soldadura Estructural y Tubería SMAW, GMAW y FCAW para las primeras diez semanas del nuevo año escolar. Además, para desarrollar, reforzar y evaluar el dominio de conceptos y destrezas claves. Ésta es una de las alternativas que promueve el DEPR para desarrollar los conocimientos de nuestros estudiantes, tus hijos, para así mejorar el aprovechamiento académico de estos.

Está probado que cuando las familias se involucran en la educación de sus hijos mejora los resultados de su aprendizaje. Por esto, te invitamos a que apoyes el desarrollo académico e integral de tus hijos utilizando este módulo para apoyar su aprendizaje. Es fundamental que tu hijo avance en este módulo siguiendo el calendario de progreso establecido por semana.

El personal del DEPR reconoce que estarán realmente ansiosos ante las nuevas modalidades de enseñanza y que desean que sus hijos lo hagan muy bien. Le solicitamos a las familias que brinden una colaboración directa y activa en el proceso de enseñanza y aprendizaje de sus hijos. En estos tiempos extraordinarios en que vivimos, les recordamos que es importante que desarrolles la confianza, el sentido de logro y la independencia de tu hijo al realizar las tareas escolares. No olvides que las necesidades educativas de nuestros niños y jóvenes es responsabilidad de todos.

Estimados maestros:

El Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) comprometido con la educación de nuestros estudiantes, ha diseñado este módulo didáctico con la colaboración de: maestros, facilitadores docentes y directores de los programas académicos. Este constituye un recurso útil y necesario para promover un proceso de enseñanza y aprendizaje innovador que permita favorecer el desarrollo holístico e integral de nuestros estudiantes al máximo de sus capacidades. Además, es una de las alternativas que se proveen para desarrollar los conocimientos claves en los estudiantes del DEPR; ante las situaciones de emergencia por fuerza mayor que enfrenta nuestro país.

El propósito del módulo es proveer el contenido de la materia de Certificación en Soldadura Estructural y Tubería SMAW, GMAW y FCAW para las primeras diez semanas del nuevo año escolar. Es una herramienta de trabajo que les ayudará a desarrollar conceptos y destrezas en los estudiantes para mejorar su aprovechamiento académico. Al seleccionar esta alternativa de enseñanza, deberás velar que los estudiantes avancen en el módulo siguiendo el calendario de progreso establecido por semana. Es importante promover el desarrollo pleno de estos, proveyéndole herramientas que puedan apoyar su aprendizaje. Por lo que, deben diversificar los ofrecimientos con alternativas creativas de aprendizaje y evaluación de tu propia creación para reducir de manera significativa las brechas en el aprovechamiento académico.

El personal del DEPR espera que este módulo les pueda ayudar a lograr que los estudiantes progresen significativamente en su aprovechamiento académico. Esperamos que esta iniciativa les pueda ayudar a desarrollar al máximo las capacidades de nuestros estudiantes.

## CALENDARIO DE PROGRESO EN EL MÓDULO

DÍAS / SEMANAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	Lección 1	Lección 1	Lección 1	Lección 1	Re enseñanza
2	Lección 1	Lección 2	Lección 2	Lección 2	Re enseñanza
3	Lección 2	Lección 2	Lección 3	Lección 3	Re enseñanza
4	Lección 3	Lección 3	Lección 3	Lección 3	Re enseñanza
5	Lección 3	Lección 3	Lección 3	Lección 3	Re enseñanza
6	Lección 3	Lección 3	Lección 3	Lección 3	Re enseñanza
7	Lección 3	Lección 4	Lección 4	Lección 4	Re enseñanza
8	Lección 4	Lección 4	Lección 4	Lección 4	Re enseñanza
9	Lección 5	Lección 5	Lección 5	Lección 5	Re enseñanza
10	Lección 5	Lección 5	Lección 5	Lección 5	Re enseñanza

## UNIDAD I: CONTROL DE CALIDAD EN SOLDADURA

### Lección 1: Importancia del control de calidad

**Estándar y expectativa:** Análisis del significado del concepto control de calidad.

**Objetivo de aprendizaje:** Comprender la importancia del proceso de control de calidad en soldadura.

**Tiempo de trabajo sugerido:** 5 - días / 4 horas

**Instrucciones:** Lee cuidadosamente el material asignado para esta lección y al finalizar completaras los ejercicios de práctica y tareas.

#### Inicio

Las cualidades de un producto dependen en gran medida de las técnicas que se han utilizado para controlar la calidad de los procesos. Un buen soldador debe conocer los controles de calidad y aplicarlos correctamente para garantizar que el producto terminado cumple con las especificaciones establecidas.

#### Lectura asignada / Lección 1

En toda Industria donde se construyen estructuras metálicas, es de uso frecuente la aplicación de diversas técnicas de soldadura, las que constituyen procesos en los cuales los parámetros que se deben controlar para asegurar la calidad no se pueden inspeccionar fácilmente y como consecuencia de ello, los errores incorporados durante la fabricación, en general, se ponen de manifiesto durante la utilización de dicha estructura.

Sabemos que en el mundo de hoy existe un énfasis creciente focalizado en la necesidad de la calidad, ya que el concepto de calidad desde el punto de vista industrial o empresario ha evolucionado a lo largo de la historia hasta alcanzar en la actualidad una notable importancia y grado de desarrollo. En muchas ocasiones se habla de buena o mala calidad de un producto.

¿A qué nos referimos cuando hablamos de calidad?

Si bien existen muchas definiciones, se puede decir que la calidad “es la propiedad que poseen los productos, servicios y procesos para satisfacer plenamente a todos aquellos involucrados en su realización y provecho”. Para lograr este objetivo en relación a la aplicación de soldadura en trabajos de producción, podemos pensar en sistemas que nos asistan en la gestión, utilizando diferentes conceptos orientados a lograr calidad a través de una planificación de todos los aspectos que involucran el desarrollo de un prefabricado soldado.

La Soldadura es un proceso en el que el resultado final no puede ser completamente verificado, es decir que la inspección y pruebas posteriores no pueden verificar plenamente que se hayan satisfecho los requisitos de calidad establecidos, y esto constituye un rasgo muy diferenciador de este proceso.

Asimismo, la soldadura manual puede ser considerada como un trabajo artesanal, donde se depende en gran medida de las habilidades y experiencia del soldador para obtener un resultado final satisfactorio, es decir una soldadura sana y resistente.

La primera evaluación que se realiza a una soldadura es “visual”, y si esta cumple satisfactoriamente con relación a una norma, especificación técnica o especificación contractual de aplicación, probablemente estemos comenzando a cumplir con la calidad de soldadura requerida.

Esta inspección visual puede complementarse también con Ensayos No Destructivos (END) con el fin de poder detectar indicaciones o discontinuidades externas e internas, lo que en general se realiza en forma porcentual o por medio de inspección al azar. En estos casos, solo una parte de la soldadura queda verificada en forma superficial y/o volumétrica y el método no confirma la sanidad completa de los cordones de soldadura que componen la estructura soldada, y por ende la resistencia final de la misma. No obstante, los fabricantes, clientes y autoridades necesitan cierta seguridad de que la longitud total de la soldadura posea propiedades y calidad que superen a los requerimientos mínimos especificados, normados o exigidos contractualmente.

Una forma muy práctica, inteligente y rentable de solucionar este problema, o al menos mejorarlo en gran medida, es implementando un Sistema de Gestión de la Calidad en Soldadura diseñado específicamente para este proceso, el cual debería contener requerimientos que garanticen el cumplimiento de los aspectos mencionados.

Lograr esta garantía implica controlar las variables que influyen en los resultados de la soldadura, lo que se logra definiendo un conjunto de acciones sistemáticas y planificadas “desde y cada una” de las siguientes etapas:

- ✚ **Ingeniería.** (proyecto que contemple todos los requerimientos de calidad y que incluya la documentación necesaria)
- ✚ **Compra y recepción de los materiales base y Consumibles.** (involucrando la documentación respaldatoria de estos elementos)
- ✚ **Selección, compra y utilización del equipo de soldadura.**
- ✚ **Capacitación y calificación del personal.** (Soldador, Inspección, Supervisión e Ingeniería)
- ✚ **Fabricación y Montaje.**
- ✚ **Inspección en taller y obra.** (antes, durante y luego de realizadas las soldaduras)
- ✚ **Ensayos y pruebas.**
- ✚ **Inspección final y aprobación de la estructura para su uso.**

Es importante, por tanto, no descuidar la posibilidad de demostrar que se cuenta con un sistema de gestión de la calidad bien documentado y en correcto funcionamiento, lo que naturalmente trae enormes beneficios para la competitividad de la organización, y si adicionalmente el sistema se basa en Normas Nacionales o Internacionales de reconocida aplicación y aceptadas ampliamente por la industria, el margen competitivo mejora aún más.

Por último, es de destacar que no existe un único responsable para el logro de una soldadura de calidad, sino que desde cada una de las etapas mencionadas existen actores de fundamental importancia en el proceso, entre los que podemos citar al Ingeniero, Supervisor e Inspector de Soldadura quienes juegan un rol muy importante en cualquier programa exitoso de control de calidad de soldaduras, si bien como ya dijimos mucha gente participa en la creación de un producto soldado de calidad.

## **Conclusión**

Podemos decir que, al tratarse la soldadura como un proceso especial en la fabricación de una estructura metálica, la calidad debe estar íntimamente ligada a todo el proceso de obtención del producto, y el fabricante debe asegurar que los mismos se llevan a cabo en condiciones controladas, es por ello recomendable la utilización de un sistema de gestión especialmente diseñado para asegurar calidad en los procesos de soldadura utilizados.

## Ejercicios de práctica

Indica si estas afirmaciones son ciertas (C) o Falsas (F):

- 1) Un buen soldador debe conocer los controles de calidad y aplicarlos correctamente para garantizar que el producto terminado cumple con las especificaciones establecidas.

C

F

- 2) La calidad es la propiedad que poseen los productos, servicios y procesos para satisfacer plenamente a todos aquellos involucrados en su realización y provecho.

C

F

- 3) La soldadura manual no es considerada como un trabajo artesanal y no depende de las habilidades y experiencia del soldador para obtener un resultado final satisfactorio, es decir una soldadura sana y resistente.

C

F

- 4) La primera evaluación que se realiza a una soldadura es “visual”, y si esta cumple satisfactoriamente con relación a una norma, especificación técnica o especificación contractual de aplicación, probablemente estemos comenzando a cumplir con la calidad de soldadura requerida.

C

F

- 5) Los fabricantes, clientes y autoridades no necesitan cierta seguridad de que la longitud total de la soldadura posea propiedades y calidad que superen a los requerimientos mínimos especificados, normados o exigidos contractualmente.

C

F

- 6) Únicamente el soldador es responsable del logro de una soldadura de calidad.

C

F

## Actividad de apoyo

**Instrucciones:** Contesta redactando un escrito de 100 palabras como mínimo.

¿A que nos referimos cuando hablamos de control de calidad en la soldadura?

## **Lección 2: Códigos, normas y estándares para el control de calidad en soldadura**

**Estándar y expectativa:** Análisis de la función de los códigos, normas y estándares para el control de calidad en soldadura.

**Objetivo de aprendizaje:** Comprender la función de los códigos, normas y estándares para el control de calidad en soldadura.

**Tiempo de trabajo sugerido:** 3 - días / 6 horas

**Instrucciones:** Lee cuidadosamente el material asignado para esta lección y al finalizar completaras los ejercicios de práctica y tareas.

### **Inicio**

Los procesos de soldadura son útiles para la unión de metales en diferentes sectores industriales, la pregunta que siempre se debe hacer es ¿Qué tal quedo el cordón de soldadura? Muchos soldadores solo cumplen la función de aplicar soldadura según el proceso y la tarea que deben cumplir y se olvida que la principal característica de una unión soldada es calidad, es decir que no vaya a ocurrir un accidente con el componente que ha sido soldado; por tal motivo existen normas, códigos y estándares, cuya finalidad es establecer los sistemas de inspección para los componentes soldados.

### **Lectura asignada / Lección 2**

Los códigos, normas o estándares, son documentos de referencia que cuentan con artículos de reseña para la inspección de uniones de soldadura, esto con el fin de evitar accidentes en el futuro y garantizar de alguna manera que la unión de soldadura fue realizada cumpliendo parámetros de un código, norma o estándar.

Siempre que se realice una unión de soldadura se debe realizar procesos de inspección con el fin de detectar y corregir defectos que se puedan presentar.

Los códigos, las especificaciones y otros documentos de uso común en la industria tienen diferencias en cuanto a su extensión, alcance, aplicabilidad y propósito. A continuación, se veremos las características claves de algunos de estos documentos.

## Código (code)

Es un conjunto de requisitos y condiciones, generalmente aplicables a uno o más procesos que regulan de manera integral el diseño, materiales, fabricación, construcción, montaje, instalación, inspección, pruebas, reparación, operación y mantenimiento de instalaciones, equipos, estructuras y componentes específicos.

## Normas (standards)

El término “norma” tal y como es empleado por la AWS, la ASTM, la ASME y el ANSI, se aplica de manera indistinta a especificaciones, códigos, métodos, prácticas recomendadas, definiciones de términos, clasificaciones y símbolos gráficos que han sido aprobados por un comité patrocinador (vigilante) de cierta sociedad técnica y adoptados por esta.

## Especificación

Una especificación es una norma que describe clara y concisamente los requisitos esenciales y técnicos para un material, producto, sistema o servicio. También indica los procedimientos, métodos, clasificaciones o equipos a emplear para determinar si los requisitos especificados para el producto han sido cumplidos o no.

## Origen De Las Normas

Las normas son desarrolladas, publicadas y actualizadas por organizaciones y entidades gubernamentales y privadas con el propósito de aplicarlas a las áreas y campos particulares de sus intereses. Algunas de las principales entidades que generan las normas relacionadas con la industria de la soldadura son las siguientes:

- ✚ American Association of State Highway and Transportation Officials – **AASHTO** (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportación)
- ✚ American Bureau of Shipping – **ABS** (Oficina Americana de Barcos)
- ✚ American Institute of Steel Construction – **AISC** (Instituto Americano de Construcción de Aceros)
- ✚ American National Standards Institute – **ANSI** (Instituto Nacional Americano de Normas)
- ✚ American Petroleum Institute – **API** (Instituto Americano del Petróleo)

- ✚ American Society of Mechanical Engineers – **ASME** (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)
- ✚ American Water Works Association – **AWWA** (Asociación Americana de Trabajos de Agua)
- ✚ American Welding Society – **AWS** (Sociedad Americana de Soldadura)
- ✚ Association of American Railroads – **AAR** (Asociación de Ferrocarriles Americanos)
- ✚ **ASTM**, anteriormente The Society for Testing and Materials (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales)
- ✚ International Organization for Standardization – **ISO** (Organización internacional para la Normalización)
- ✚ **SAE**, anteriormente The Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Auto motrices).

Las normas reflejan el consenso de las partes relacionadas con su campo de aplicación, por lo que cada organización que las prepara, tiene comités o grupos de trabajo compuestos por diferentes representantes de las diferentes partes interesadas. Todos los miembros de esos comités son especialistas en sus campos, y preparan borradores o versiones preliminares de las normas, mismos que son revisados por grupos más amplios antes de que las versiones finales sean aprobadas.

### **Aplicabilidad de las Normas**

El cumplimiento de los requisitos de las normas es obligatorio cuando tales normas están referidas o especificadas en las jurisdicciones gubernamentales, o cuando estas están incluidas en contratos u otros documentos de compra. El cumplimiento de las prácticas recomendadas o las guías es opcional. Sin embargo, si estos son referidos en los códigos o especificaciones aplicables o en acuerdos contractuales, su uso se hace obligatorio. Si los códigos o acuerdos contractuales contienen secciones o apéndices no obligatorios, el empleo de las guías o prácticas recomendadas, quedan a la discreción del usuario.

### **Descripción De Algunas Normas De Soldadura**

#### **Código ANSI/AWS D1.1 de Soldadura Estructural -Acero**

Este Código cubre los requisitos aplicables a estructuras de acero al carbono y de baja aleación. Está previsto para ser empleado conjuntamente con cualquier código o especificación que complemente el diseño y construcción de estructuras de acero. Quedan fuera de su alcance los recipientes y tuberías a presión, metales base de

espesores menores a 1/8 Pulg (3.2 mm), metales bases diferentes a los aceros al carbono y de baja aleación y los aceros con un límite de cedencia mínimo.

A continuación, se indican las secciones que lo componen y un resumen de los requisitos que cubren:

**1. Requisitos Generales:** Contiene la información básica sobre el alcance y limitaciones del código.

**2. Diseño de Conexiones Soldadas:** Contiene requisitos para el diseño de conexiones soldadas compuestas por perfiles tubulares y no tubulares.

**3. Precalificación:** Cubre los requisitos para poder excluir a las especificaciones de procedimiento de soldadura de las exigencias de calificación propias del código.

**4. Calificación:** Contiene los requisitos de calificación para especificaciones de procedimientos y personal (soldadores, operadores de equipo para soldar y "punteadores") de soldadura necesarios para realizar trabajos de código.

**5. Fabricación:** Cubre los requisitos para la preparación, ensamble y mano de obra de las estructuras de acero soldadas.

**6. Inspección:** Contiene los criterios para la calificación y las responsabilidades de inspectores, los criterios de aceptación para soldaduras de producción y los procedimientos estándar para realizar la inspección visual y las pruebas no destructivas.

**7. Soldadura de Pernos:** Esta sección contiene los requisitos aplicables a la soldadura de pernos a acero estructural.

**8. Reforzamiento y Reparación de Estructuras Existentes:** Contiene la información básica relacionada con la modificación o reparación de estructuras de acero ya existentes.

**9. Anexos:** Información Obligatoria Anexos no Obligatorios

Comentarios sobre el Código de Soldadura Estructural -Acero

### **Código para Soldadura de Puentes ANSI/ASHTO/AWS D1.5**

Esta norma cubre los requisitos de fabricación por medio de soldadura aplicables a los puentes de carreteras, y debe ser usado conjuntamente con la Especificación Estándar para Puentes de Carreteras AASHTO o la Especificación AASHTO para. el Diseño de Puentes LRFD.

Las provisiones de este código no son aplicables a la soldadura de metales base de espesores menores a 3 mm. Las secciones de que consta este documento se listan a continuación:

1. Provisiones Generales
2. Diseño de Conexiones Soldadas
3. Mano de Obra
4. Técnica
5. Calificación
6. Inspección
7. Soldadura de Pernos
8. Estructuras Estáticamente Cargadas (sin aplicaciones dentro de este código)
9. Puentes de Acero Soldados
10. Estructuras Tubulares (sin aplicaciones dentro de este código)
11. Reforzamiento y Reparación de Estructuras Existentes (sin aplicaciones dentro de este código)
12. Plan de Control de Fractura (Fracture Control Plan -FCP) para Miembros no Redundantes
13. Anexos-Información Obligatoria Anexos no Obligatorio

## **Conclusión**

El convencimiento de la importancia de inspeccionar las soldaduras realizadas, ha sido la causa de que, en todos los países industrializados se hayan publicado códigos, especificaciones y normas relativos a su construcción e inspección. Además, en la mayoría de dichos países, es la propia administración la que establece la obligatoriedad de construir e inspeccionar siguiendo unas determinadas normas, así como que el personal que la ejecute tenga unos conocimientos y experiencia mínimos. Al mismo tiempo, la industria también se ha hecho eco de esta necesidad, casi se puede decir que no existe una empresa industrial competitiva que no disponga de códigos, normas y estándares para el control de calidad en la soldadura, estableciendo las bases de fabricación e inspección necesarias para que los conjuntos o equipos por ella fabricados, cumplan los requisitos de seguridad que los organismos, nacionales e internacionales, fijan para el buen comportamiento en servicio de las construcciones soldadas.

## Ejercicios de práctica

Principales entidades que generan las normas relacionadas con la industria de la soldadura.

Parea las abreviaturas con sus significados.

### Ejemplo.

9. AWWA  9-j Asociación Americana de Trabajos de Agua  
 -k .....
- 

- |                |   |
|----------------|---|
| 1. <b>ABS</b>  | <input type="checkbox"/> <b>-a</b> Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos       |
| 2. <b>AISC</b> | <input type="checkbox"/> <b>-b</b> Organización internacional para la Normalización |
| 3. <b>ANSI</b> | <input type="checkbox"/> <b>-c</b> Instituto Americano de Construcción de Aceros    |
| 4. <b>API</b>  | <input type="checkbox"/> <b>-d</b> Oficina Americana de Barcos                      |
| 5. <b>ASME</b> | <input type="checkbox"/> <b>-e</b> Sociedad Americana de Pruebas y Materiales       |
| 6. <b>AWS</b>  | <input type="checkbox"/> <b>-f</b> Instituto Nacional Americano de Normas           |
| 7. <b>ASTM</b> | <input type="checkbox"/> <b>-h</b> Instituto Americano del Petróleo                 |
| 8. <b>ISO</b>  | <input type="checkbox"/> <b>-i</b> Sociedad Americana de Soldadura                  |
| 9. <b>SAE</b>  | <input type="checkbox"/> <b>-j</b> Sociedad de Ingenieros Auto motrices             |
| 10. <b>AAR</b> | <input type="checkbox"/> <b>-k</b> Asociación de Ferrocarriles Americanos           |

Indica si estas afirmaciones son ciertas (C) o falsas (F):

- 1) Una especificación es una norma que describe clara y concisamente los requisitos esenciales y técnicos para un material, producto, sistema o servicio. También indica los procedimientos, métodos, clasificaciones o equipos a emplear para determinar si los requisitos especificados para el producto han sido cumplidos o no.

C   
F

- 2) Los códigos, normas o estándares, son documentos de referencia que cuentan con artículos de reseña para la inspección de uniones de soldadura, esto con el fin de evitar accidentes en el futuro y garantizar de alguna manera que la unión de soldadura fue realizada cumpliendo parámetros de un código, norma o estándar.

C

F

- 3) El cumplimiento de los requisitos de las normas de control de calidad no es obligatorio.

C

F

- 4) El código ANSI/AWS D1.1 de Soldadura Estructural – Acero cubre los requisitos de fabricación por medio de soldadura aplicables a los puentes de carreteras.

C

F

- 5) El código ANSI/ASHTO/AWS D1.5 cubre los requisitos aplicables a estructuras de acero al carbono y de baja aleación.

C

F

- 6) Se puede decir que no existe una empresa industrial competitiva que no disponga de códigos, normas y estándares para el control de calidad en la soldadura.

C

F

### Actividad de apoyo

**Instrucciones:** Contesta redactando un escrito de 100 palabras como mínimo.

¿Cuál es la función de los códigos, normas y estándares para el control de calidad en soldadura?

### **Lección 3: Defectos y discontinuidades en soldadura.**

**Estándar y expectativa:** Conocer los posibles defectos en soldadura e identificaremos.

**Objetivo de aprendizaje:** Aprender a identificar defectos en la soldadura.

**Tiempo de trabajo sugerido:** 15- días / 10 horas

**Instrucciones:** Lee cuidadosamente el material asignado para esta lección y al final completarás los ejercicios de práctica y tareas.

#### **Inicio**

Las piezas y elementos soldados requieren una verificación sobre la manera como se realizó dicho proceso. También dentro del mantenimiento preventivo se requiere una revisión permanente de estas, pues la presencia de grietas, nudos, escoria y en general imperfecciones, discontinuidades y defectos en la soldadura, visibles o no, pueden causar nuevamente el rompimiento o fractura de las piezas.

#### **Lectura asignada / Lección 3**

Para introducir el tema “defectos y discontinuidades en las soldaduras” es necesario comenzar definiendo los términos discontinuidad y defecto en la soldadura.

#### **Discontinuidad**

es una alteración de las propiedades normales de un metal, todos los metales presentan alguna discontinuidad. Estas discontinuidades se pueden clasificar, dependiendo de su efecto sobre las propiedades de los metales. Las discontinuidades que afectan a la soldadura en sus propiedades, pudiendo causar falla en servicio son llamados defectos. De esto podemos concluir: “Una discontinuidad se define como una variación de la estructura típica de una soldadura, falta de homogeneidad en la composición química, mecánica, metalúrgica o características físicas del material base o de aporte.

#### **Defecto**

Discontinuidad cuyo tamaño, forma, orientación, ubicación o propiedades son inadmisibles para alguna norma específica. Se cataloga como defecto a toda discontinuidad o grupo de discontinuidades cuyas indicaciones no se encuentran dentro de los criterios de aceptación especificados por la norma aplicable.

## Fenómenos metalográficos de los aceros causantes de defectos e imperfecciones de soldadura.

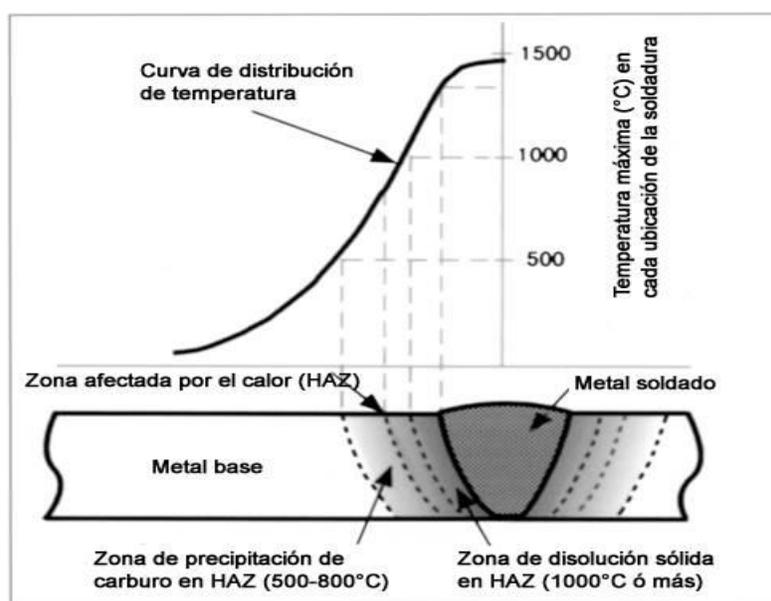
Junto a la región soldada, queda una zona de metal base afectada térmicamente que no llega al fundirse, pero que sí se calienta a temperaturas muy elevadas por la operación de soldadura, y se enfría rápidamente después. Esta zona es bastante estrecha, aunque en ella la temperatura aumenta desde la temperatura ambiente hasta la de soldadura (1500°C en aceros).

Se distinguen diferentes zonas desde la soldadura hasta la estructura del metal original:

- ✚ Zona de grano grueso, de austenización y crecimiento del grano.
- ✚ Zona de grano fino, de austenización completa y recrystalizarían.
- ✚ Zona de transición, parcialmente transformada, de austenización incompleta.
- ✚ Zona afectada térmicamente o zona de influencia donde se produce recrystalización, crecimiento del grano, justo en la frontera con el metal de base sin afectar.

Estas zonas no están muy bien delimitadas, sino que se forman a causa de un gradiente continuo de temperatura y por ello su estructura trata de ser más similar a la original a medida que se separa del punto de soldadura. Por lo anterior se genera una estructura heterogénea en las zonas contiguas a la unión soldada que empeoran sus propiedades mecánicas respecto a la del metal base, por eso entre más reducida sea la zona afectada térmicamente por la soldadura, mejor será la calidad de ésta (se tolera aproximadamente 12 mm con arco eléctrico y 30mm con soplete). Para eliminar las tensiones inducidas por la soldadura se procede a un tratamiento localizado de la misma.

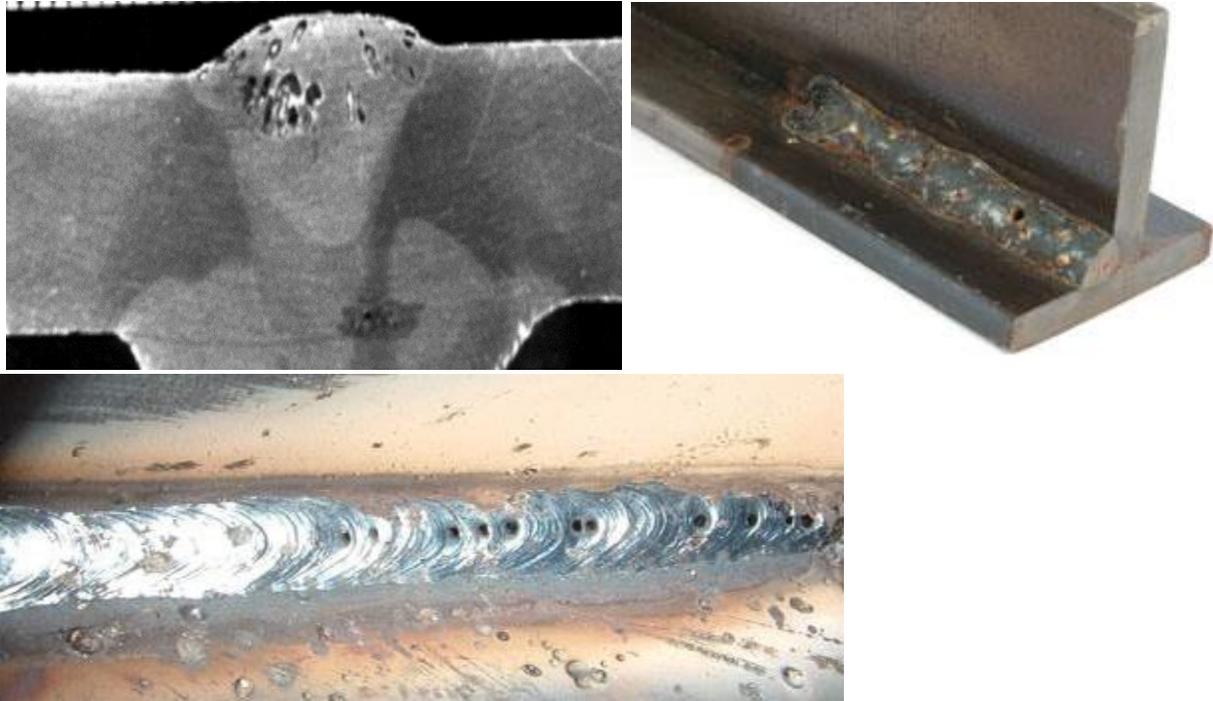
A continuación, se muestra esquemáticamente, el perfil de temperatura.



Las discontinuidades más frecuentes que se encuentran en las soldaduras, o que están muy relacionadas con ellas, forman parte de los siguientes tipos:

### **Porosidad (“Porosity”)**

Discontinuidad del tipo de cavidad formada por gas atrapado durante la solidificación del metal de soldadura.



#### **Se divide a su vez en cuatro tipos:**

- 1- Porosidad uniformemente dispersa.

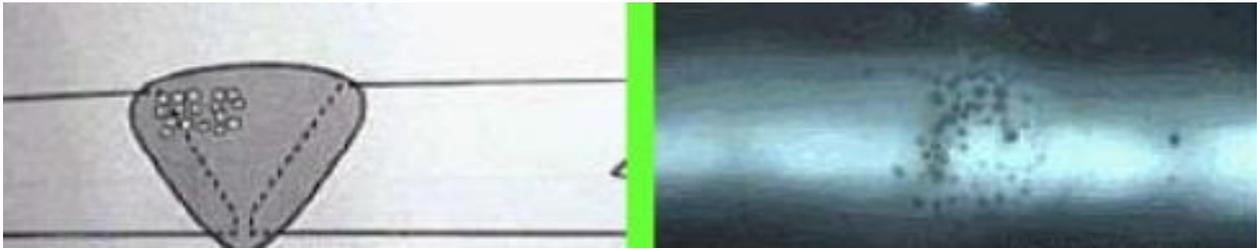
Es porosidad uniformemente distribuida a lo largo de la soldadura; causada por la aplicación de una técnica de soldadura incorrecta o por materiales defectuosos. Si la soldadura se enfría lo suficientemente lento para permitir que la mayor parte del gas pase a la superficie antes de la solidificación, habrá unos pocos poros en la soldadura.



### **Porosidad dispersa.**

#### 2- Porosidad agrupada (“Clusterporosity”)

Es un agrupamiento localizado de poros. Generalmente resulta por un inicio o fin inadecuado del arco de soldadura.



### **Porosidad agrupada.**

#### 3- Porosidad alineada (“Linear porosity”)

Frecuentemente ocurre a lo largo de la interfase metal de soldadura / metal base, la interfase entre cordones de soldadura, o cerca de la raíz de soldadura, y es causada por la contaminación que provoca el gas por su evolución en esos sitios.



### **Porosidad alineada.**

#### 4- Porosidad vermicular o tipo gusanos (“Piping porosity”)

Es un poro de gas alargado. Este tipo de porosidad de soldadura se extiende desde la raíz hasta la superficie de la soldadura. Cuando uno o más poros son vistos en la

superficie de la soldadura, un cuidadoso descarne puede también revelar porosidad subsuperficial. De todas formas, muchas de las porosidades vermiculares encontradas en soldaduras no se extienden hasta la superficie.



**Porosidad vermicular o tipo gusanos.**



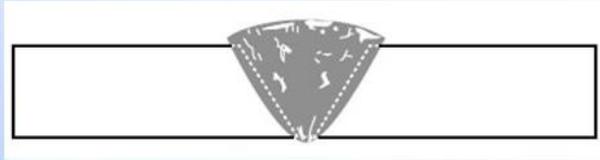
Para evitar la porosidad es fundamental limpiar minuciosamente las superficies del material mediante limpieza mecánica o ataque químico para retirar la película de óxido y otros contaminantes superficiales.

Tras la minuciosa limpieza y preparación de las superficies, la soldadura debe efectuarse lo antes posible, ya que la película de óxido empezará a formarse otra vez de inmediato. Con soldadura MIG o TIG, es importante tener en cuenta la limpieza del material de aporte.

## *Soldadura Porosa*

- **Causas probables:**

1. Arco corto.
2. Corriente inadecuada.
3. Electrodo defectuoso.

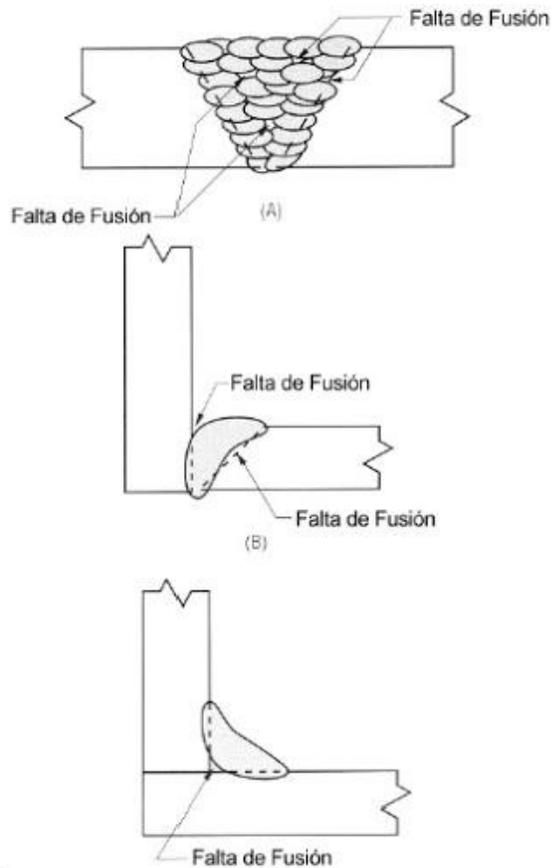


- **Recomendaciones:**

1. Averiguar si hay impurezas en el metal base.
2. Usar corriente adecuada.
3. Utilizar el vaivén para evitar sopladuras.
4. Usar un electrodo adecuado para el trabajo.
5. Mantener el arco más largo.
6. Usar electrodos de bajo contenido de hidrógeno.

### **Fusión incompleta o falta de fusión (“Incomplete fusion”)**

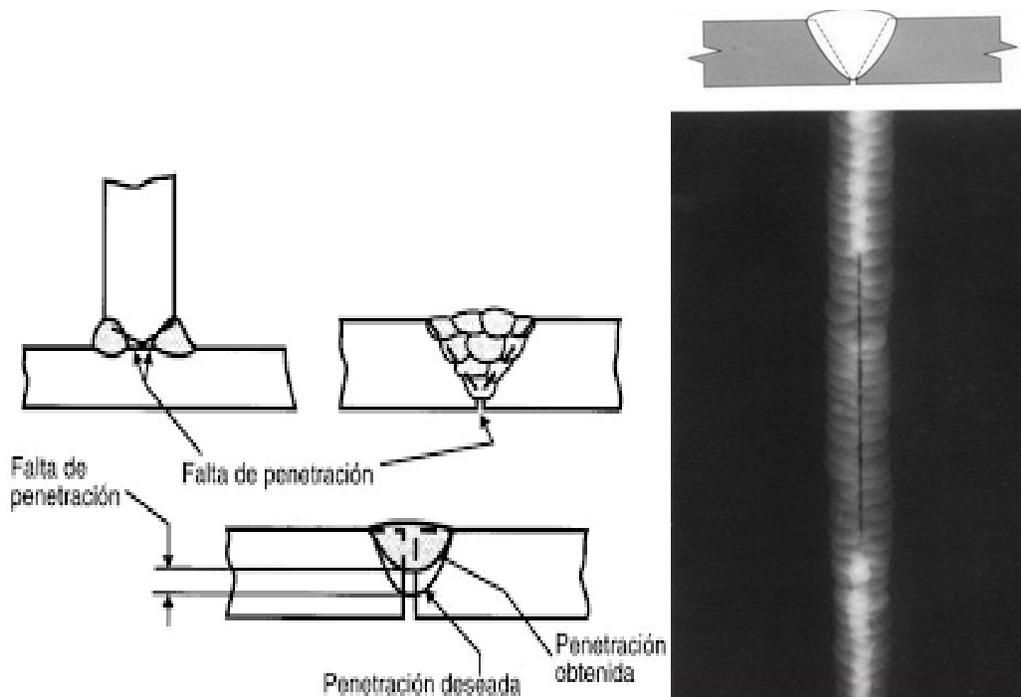
Discontinuidad bidimensional causada por la falta de unión entre los cordones de soldadura y el metal base, o entre los cordones de la soldadura. Es el resultado de técnica de soldadura, preparación del metal base, o diseño de la junta inapropiados. Entre las deficiencias que causan la fusión incompleta se destacan el insuficiente aporte de calor de soldadura, falta de acceso a todas las superficies de fusión, o ambas. El óxido fuertemente adherido interferirá con una completa fusión, siempre que haya un correcto acceso a las superficies de fusión y un adecuado aporte de calor a la soldadura.



### **Penetración incompleta o falta de penetración (“Incomplete joint penetration”)**

Ocurre cuando el metal de soldadura no se extiende a través de todo el espesor de la junta. El área no fundida ni penetrada es una discontinuidad descrita como “penetración incompleta”.

Esta puede resultar de un insuficiente aporte de calor de soldadura, diseño de la Junta inapropiado (por ejemplo, demasiado espesor para ser penetrado por el arco, o chanfle insuficiente), o control lateral inapropiado del arco de soldadura. Algunos procesos tienen una mayor capacidad de penetración que otros. Las soldaduras en tuberías son especialmente vulnerables a este tipo de discontinuidad, dado que el lado interior es usualmente inaccesible.



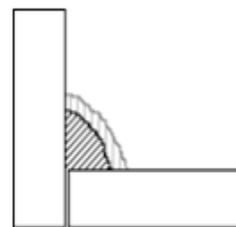
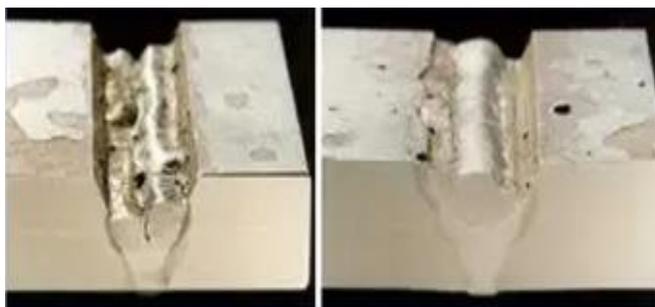
Placa radiográfica

muestra falta de penetración en soldadura

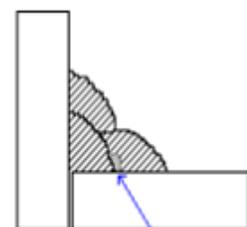
## Inclusiones (“Inclusions”)

### 1. Inclusiones de escoria (“Slag inclusions”)

Son sólidos no metálicos atrapados en el metal de soldadura o entre el metal de soldadura y el metal base. Pueden encontrarse en soldaduras hechas por cualquier proceso de arco. En general, estas inclusiones resultan por fallas en la técnica de soldadura, en el diseño de la junta de manera que no permite un acceso adecuado, o en una limpieza inadecuada entre los cordones de la soldadura.



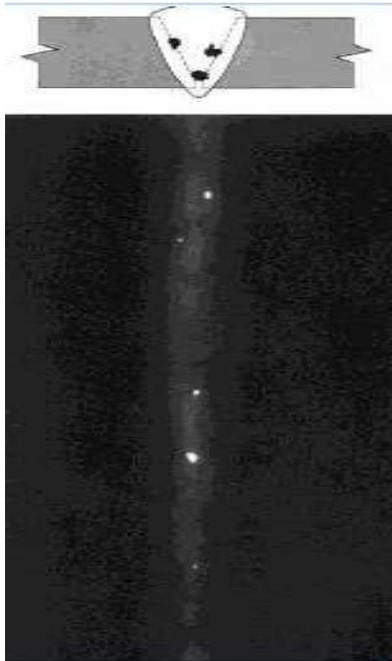
Primera pasada. La escoria debe quitarse



Defecto

### 2. Inclusiones de Tungsteno

Son partículas de Tungsteno atrapadas en el metal de soldadura y son exclusivas del proceso GTAW(TIG). En este proceso, un electrodo de Tungsteno no consumible es usado para crear el arco entre la pieza y el electrodo. Si el electrodo es sumergido en el metal, o si la corriente es fijada en un valor muy alto, se depositarán gotitas de Tungsteno, o se romperá la punta del electrodo y quedar atrapado en la soldadura. Dichas inclusiones aparecen como manchas claras en la radiografía, pues el Tungsteno es más denso que el acero y absorbe más radiación. Casi todas las demás discontinuidades, incluyendo las inclusiones de escoria, se muestran como áreas oscuras en las radiografías porque son menos densas que el acero.



Normalmente, la escoria disuelta fluirá hacia la parte superior de la soldadura, pero muescas agudas en la interfase de metal base y de soldadura, o entre los cordones de soldadura, frecuentemente provocan que la escoria quede atrapada bajo el metal de soldadura. A veces se observan inclusiones de escoria alargadas alineadas en la raíz de la soldadura, denominadas “carrileras” (“wagon tracks”).

### Solución

- ✚ Cepille y cincele la escoria al finalizar cada uno de los pasos del cordón.
- ✚ Remueva la escoria de la orilla usando una técnica apropiada y evite realizar la corona y el dibujo del contorno para no atrapar la escoria entre pases.
- ✚ Alise la superficie de los biselés que queden limpios y uniformes.
- ✚ Corrija los valores eléctricos en su máquina de soldar

## **Fisuras / Grietas (“Cracks”)**

Ocurren en el metal base y en el metal de aporte, cuando las tensiones localizadas exceden la resistencia última del material. La mayor parte de las normas utilizadas en ANCAP consideran que las fisuras son, independientemente de su longitud, defectos y por lo tanto una vez detectadas deben removerse, eliminarse.

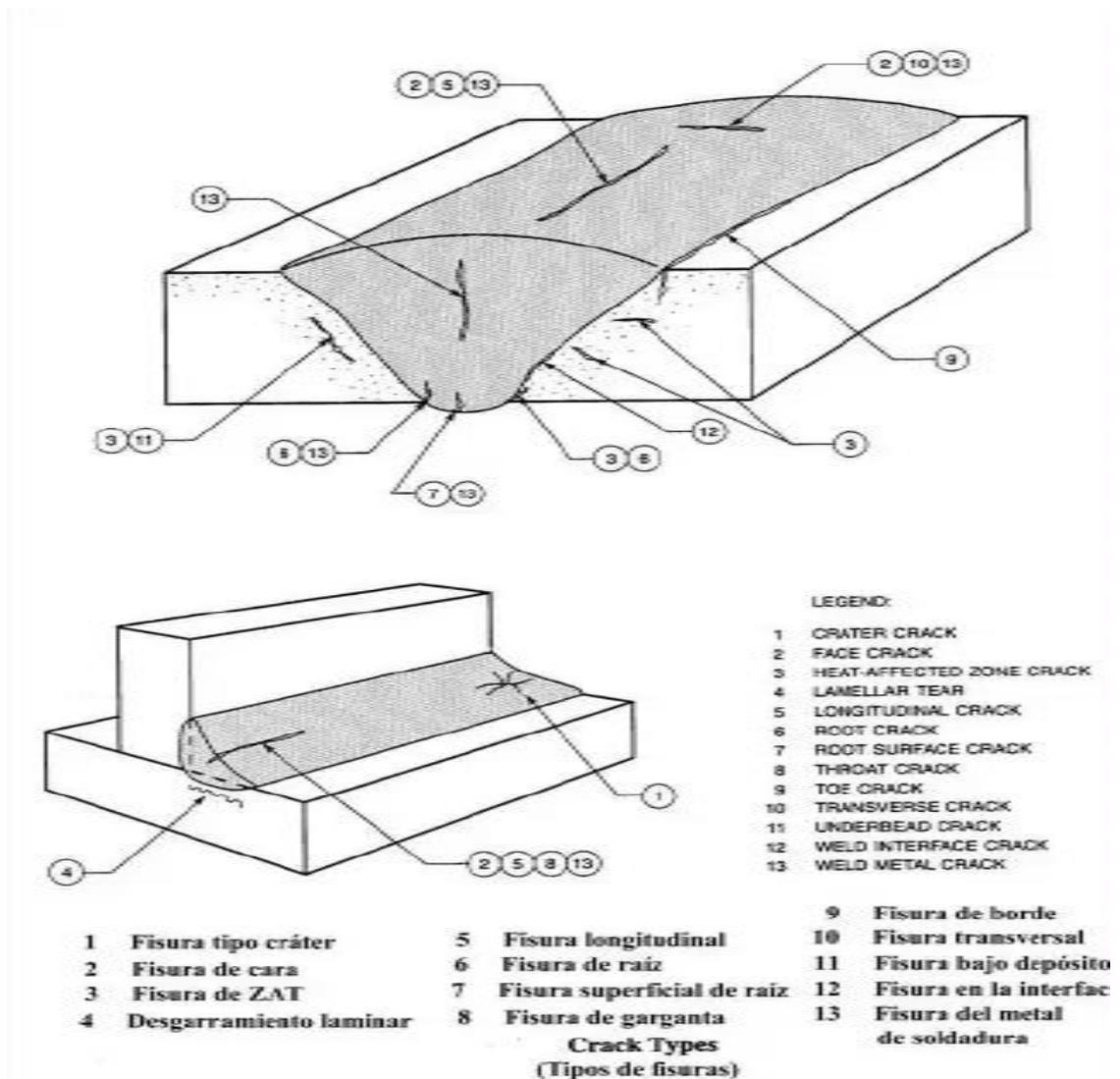
### **Las fisuras pueden clasificarse en:**

- a) Fisuras en caliente: se desarrollan durante la solidificación y su propagación es intergranular (entre granos)
- b) Fisuras en frío: se desarrollan luego de la solidificación, son asociadas comúnmente con fragilización por hidrógeno. Se propagan entre y a través de los granos (inter y transgranular).

### **Según su forma, las fisuras (grietas) también se pueden clasificar en:**

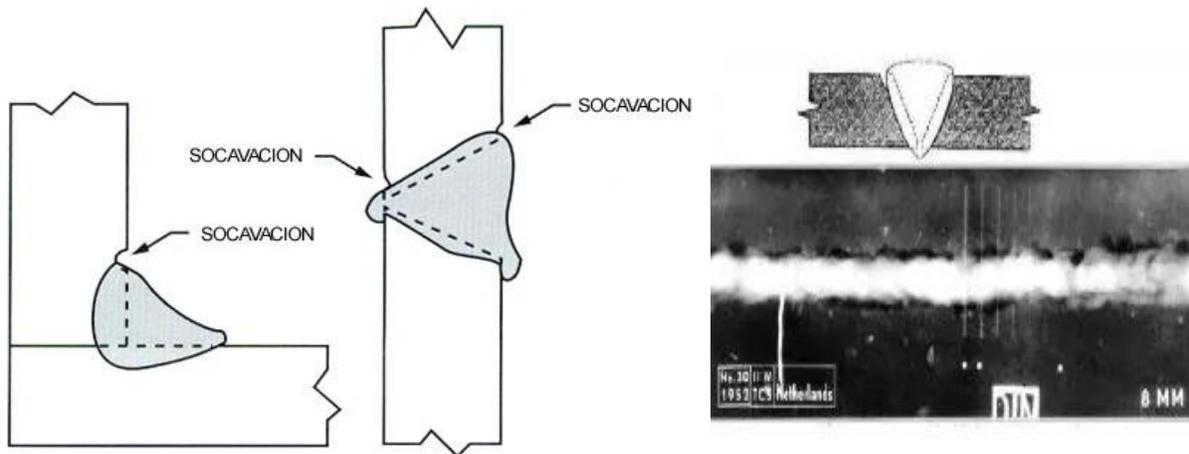
- a) **Fisuras longitudinales:** son paralelas aleje de la soldadura. En soldaduras de arco sumergido, son comúnmente asociadas con altas velocidades y a veces están relacionadas con problemas de porosidad, que no se muestran en la superficie. Fisuras longitudinales en pequeñas soldaduras entre grandes secciones, son frecuentemente el resultado de un alto grado de enfriamiento y de grandes restricciones.
- b) **Fisuras transversales:** generalmente son el resultado de esfuerzos debido a contracciones longitudinales actuando en metales de soldadura de baja ductilidad.
- c) **Cráteres:** ocurren cuando el arco es terminado incorrectamente. Generalmente tienen forma de estrella. Son superficiales, se forman en caliente y usualmente forman redes con forma de estrella. La solución es rellenar el cráter, retroceder si es necesario y retirar lentamente el electrodo.
- d) **De garganta:** son fisuras longitudinales ubicadas en la cara de la soldadura. Generalmente, pero no siempre, son fisuras en caliente.
- e) **De borde:** son generalmente fisuras en frío. Se inician y propagan desde el borde de la soldadura, donde se concentran los esfuerzos de contracción. Se inician perpendicularmente a la superficie del metal base. Estas fisuras son generalmente el resultado de contracciones térmicas actuando en la zona afectada térmicamente (ZAT)
- f) **De raíz:** son longitudinales, en la raíz de la soldadura o en la superficie de la misma. Pueden ser fisuras en caliente o en frío.

g) **Fisuras bajo el cordón y fisuras en la ZAT:** son generalmente fisuras en frío que se forman en la ZAT del metal base. Son generalmente cortas, pero pueden unirse para formar una fisura continua. Las que se dan bajo el cordón, pueden convertirse en un serio problema cuando están presentes: hidrógeno, microestructura poco dúctil y altos esfuerzos residuales. Ambas pueden ser fisuras en caliente o en frío. Son encontrados a intervalos regulares bajo la soldadura y también por el contorno de la ZAT donde los esfuerzos residuales son máximos.



## Socavadura / mordedura (“Undercut”)

Asociadas generalmente con técnicas inapropiadas y/o corrientes excesivas de soldadura. La socavadura es una muesca o canaleta o hendidura ubicada en los bordes de la soldadura; es un concentrador de tensiones y además disminuye el espesor de las planchas o caños, por lo cual es perjudicial. Pueden darse en la raíz o en la cara de la soldadura. Cuando la socavadura es controlada, su longitud está dentro de los límites especificados y no constituye una muesca profunda, no es considerada un defecto de soldadura.

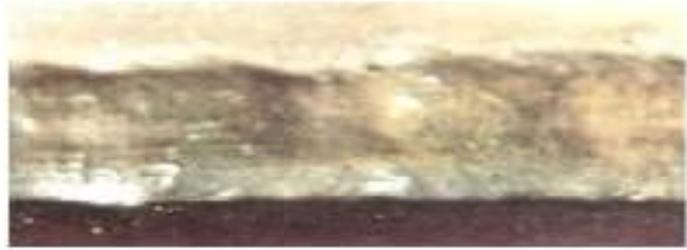
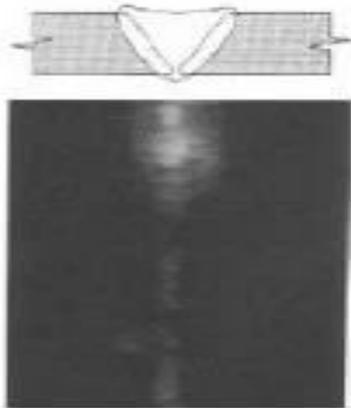


## Solución para el Socavado

- ✚ Corrija el amperaje de su máquina.
- ✚ Cambie el electrodo.
- ✚ Mejore el movimiento manual.
- ✚ Corrija el arco.
- ✚ Mejore la velocidad.

## Concavidad (“Underfill”)

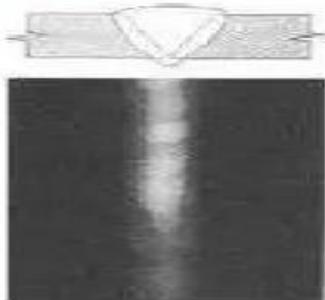
Se produce cuando el metal de soldadura en la superficie de la cara externa, o en la superficie de la raíz interna, posee un nivel que está por debajo de la superficie adyacente del metal base. Cuando el soldador tiene acceso por ambos lados de la soldadura, o cuando se da en la cara externa, esta discontinuidad es fácilmente evitable mediante el relleno completo de la unión; por el contrario, cuando la concavidad es interna (en la raíz) donde el soldador no tiene acceso (por ejemplo, en soldadura de tuberías), si se tiene que eliminar debe removerse, descarnarse, por completo la soldadura en esa zona.



### Concavidad en la Soldadura.

#### Exceso de penetración:

Se produce por efecto de un movimiento que causa la penetración del electrodo dentro de los biselos, los cuales son distribuidos en esas áreas. Causa que el material chorree al interior y puede retener escoria o no en su interior. Este defecto puede producir en soldadura de gaseoductos, desgaste por erosión.



#### Causas:

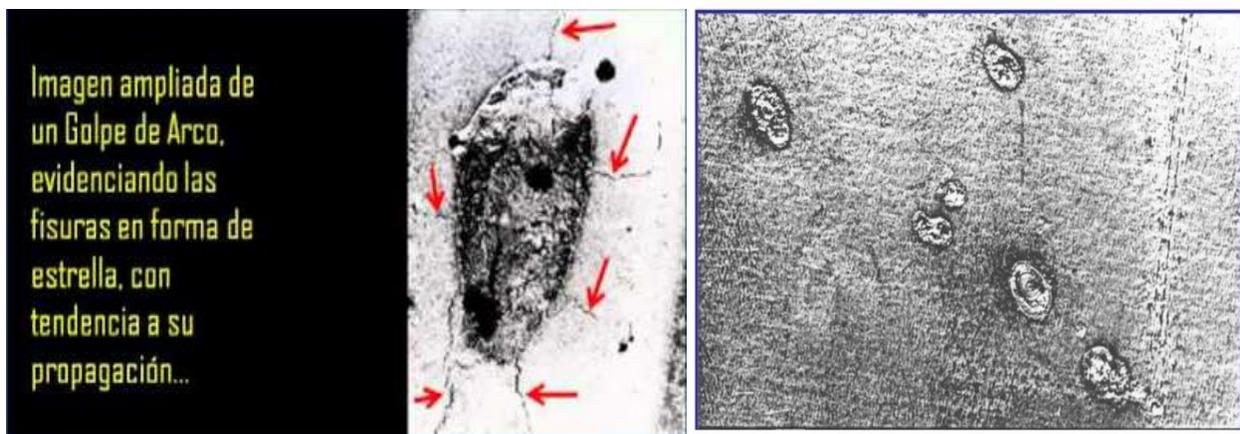
- + Hombro del bisel muy abierto.
- + Corriente de soldar muy alta.
- + Velocidad muy lenta y ángulo inadecuado del electrodo.
- + Electrodo de diámetro muy grueso.

#### Solución:

- + Corrija la abertura del bisel.
- + Reduzca y equilibre la corriente para soldar.
- + Aumente la velocidad e incline el ángulo del electrodo.
- + Utilice el electrodo de la medida y tipo correcto.

## Golpes de Arco

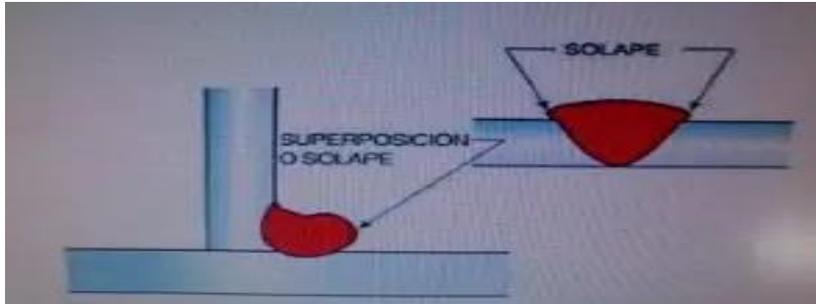
Los golpes de arco son pequeños puntos localizados lejos de la Junta donde se derrite la superficie. Estos puntos se pueden causar al golpear accidentalmente el arco en el lugar incorrecto y/o en tomas de tierra con fallos. Aunque los golpes de arco se pueden esmerilar (pulir) para alisarlos, no se pueden eliminar. Estos puntos siempre aparecerán si se utiliza grabado al ácido. También pueden aparecer zonas duras localizadas o puntos de inicio de una grieta. Los golpes de arco, incluso cuando se esmerilan para un plegado guiado, se abrirán para formar pequeñas grietas o agujeros.



Los golpes de arco los podemos detectar a través de una inspección visual y de ser necesario usar líquidos penetrantes para ver posibles grietas que se pudieran formar.

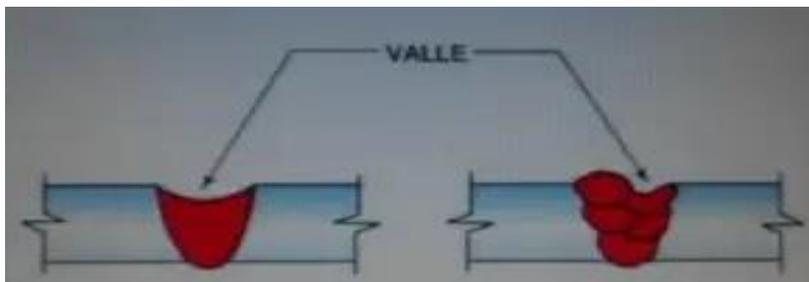
### Superposición:

La superposición se produce en las soldaduras difusión, cuando los depósitos de soldaduras son más grandes que los que la junta está preparada para aceptar. Generalmente se produce en la pierna horizontal de una soldadura de filete bajo condiciones extremas. También puede ocurrir en ambos lados de las pasadas de cubierta, en posición plana. Con la soldadura GMAW, la superposición se produce cuando se utiliza demasiada extensión de electrodo, para depositar metal a una potencia más baja. Dirigir mal el arco en la pierna vertical y mantener el electrodo casi vertical también causará superposición. Para evitarla, la soldadura de filete debe estar calibrada correctamente a menos de 3/8 de pulgadas (9,5mm), y el arco debe manejarse apropiadamente.



## Valle

El valle, en la soldadura de ranuras se produce cuando el metal de soldadura depositado es inadecuado para llenar la cara de la soldadura, o las superficies de raíz, hasta un nivel igual al del plano original o al de la superficie de la placa. En una soldadura de filete se produce cuando el baño de fusión tiene una garganta efectiva insuficiente. Este problema puede, normalmente, corregirse bajando lentamente la velocidad de avance o haciendo más pasadas de soldadura.

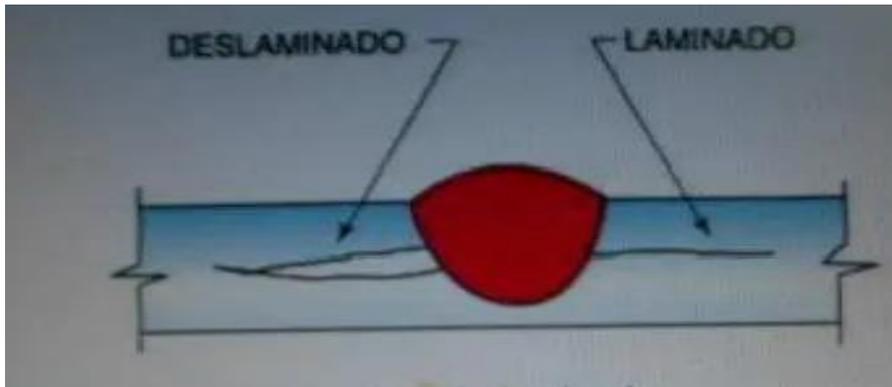


## Laminado

Las laminaciones se diferencian del desgarro laminar en que son más extensas e involucran capas más gruesas de contaminantes no metálicos. Situada hacia el centro de la placa. Las escorias y el acero oxidado del tubo se laminan con el acero, produciendo la denominada laminación. También se pueden causar cuando el lingote se lamina a una temperatura o presión demasiado baja.

## Deslaminado

Cuando las láminas cruzan una junta que se va a soldar, el calor y las tensiones de la soldadura pueden ocasionar que algunas laminaciones se deslaminen. Si la laminación contenía grandes cantidades de escorias, cascarilla de laminación, suciedad u otros materiales indeseables, puede provocar la contaminación del metal de soldadura. Dicha contaminación puede ocasionar porosidad de agujero, de gusano o defectos de falta de fusión.



## Conclusión

Las imperfecciones pueden existir tanto en el metal de soldadura como en el metal base; son generalmente descritas como discontinuidades. Si cierto tipo de discontinuidad es del tamaño suficiente, puede inutilizar a la estructura para cumplir con el servicio para el que fue diseñada. Los códigos generalmente dictan límites admisibles para las discontinuidades. Aquellos que sean mayores a estos límites son denominados defectos. Los defectos son discontinuidades que requieren algún tipo de acción correctiva. La severidad de la discontinuidad se basa en un número de factores, incluyendo: donde sea lineal o no lineal, el filo de sus extremos, y si es abierta o cerrada a la superficie. Las discontinuidades existen en un número de formas diferentes, incluyendo fisuras, falta de fusión, falta de penetración, inclusiones, porosidad, socavaciones entre otras. Conociendo como pueden formarse estas discontinuidades, el soldador e inspector de soldadura puede tener éxito en detectar estas causas y prevenir problemas.

## Ejercicios de practica

Indica si estas afirmaciones son ciertas (C) o falsas (F):

- 1) Las piezas y elementos soldados no requieren una verificación sobre la manera como se realizó dicho proceso.

C   
E

2) Una discontinuidad es una alteración de las propiedades normales de un metal.

C

F

3) Un defecto no es una discontinuidad.

C

F

4) La zona afectada térmicamente o zona de influencia es donde se produce recristalización, crecimiento del grano, justo en la frontera con el metal de base sin afectar.

C

F

5) Mientras más reducida sea la zona afectada térmicamente por la soldadura, mejor será la calidad de ésta.

C

F

6) La porosidad uniformemente distribuida a lo largo de la soldadura es causada por la aplicación de una técnica de soldadura incorrecta o por materiales defectuosos.

C

F

**Marca la contestación correcta:**

1) Porosidad (“Porosity”) es una discontinuidad del tipo de cavidad formada por gas atrapado durante la solidificación del metal de soldadura esta se divide a su vez en:

a. Dos tipos.

b. Cuatro tipos.

c. Tres tipos.

d. Cinco tipos.

2) La porosidad dispersa es porosidad uniformemente distribuida a lo largo de la soldadura; causada por:

a. Materiales defectuosos.

b. Técnica incorrecta.

c. Soldadura incorrecta.

d. Todas las anteriores.

3) Porosidad alineada (“Linear porosity”) es causada por:

a. Materiales defectuosos.

b. La zona (ZAT).

c. Contaminación que provoca el gas.

d. Todas las anteriores.

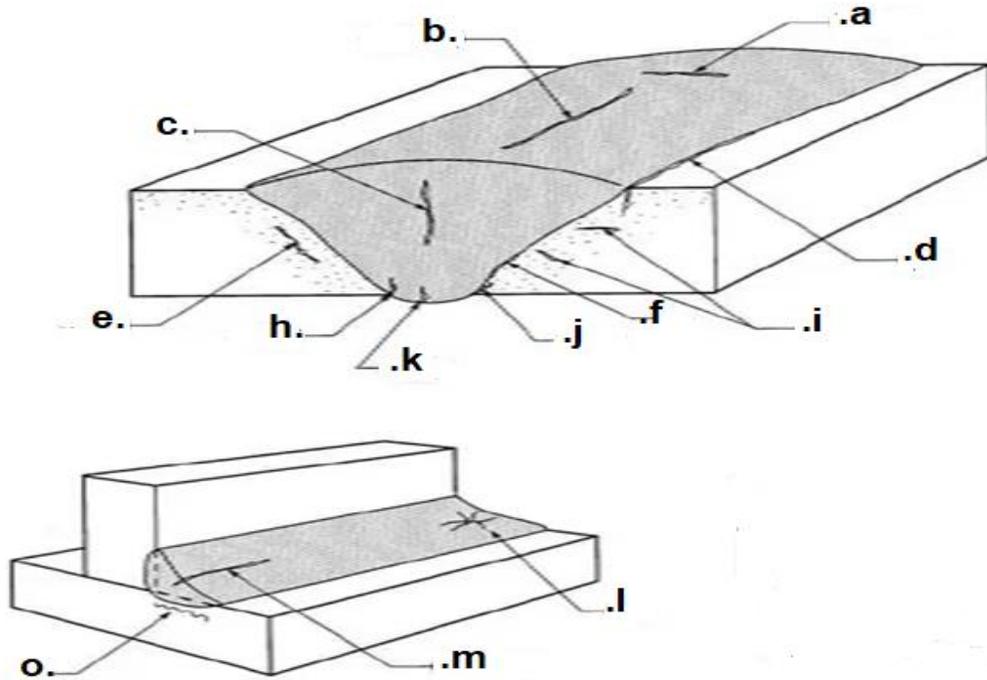
- 4) Muchas de las porosidades vermiculares encontradas en soldaduras:
- a. No se extienden hasta la superficie.  b. Se extienden hasta la superficie.  
 c. Se extiende hasta la zona (ZAT).  d. Contaminan los electrodos.
- 5) Tras la minuciosa limpieza y preparación de las superficies, la soldadura debe efectuarse:
- a. Después de un tiempo considerable.  b. En la mañana siguiente.  
 c. Lo antes posible.  d. Ninguna de las anteriores.

**Completa las siguientes premisas.**

- 1) Conocemos la \_\_\_\_\_ como una discontinuidad bidimensional causada por la falta de unión entre los cordones de soldadura y el metal base, o entre los cordones de la soldadura.
- 2) La \_\_\_\_\_ ocurre cuando el metal de soldadura no se extiende a través de todo el espesor de la junta.
- 3) Las \_\_\_\_\_ son sólidos no metálicos atrapados en el metal de soldadura o entre el metal de soldadura y el metal base.
- 4) Las \_\_\_\_\_ son partículas de Tungsteno atrapadas en el metal de soldadura y son exclusivas del proceso \_\_\_\_\_.
- 5) Las fisuras o grietas Ocurren en el \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_, cuando las tensiones localizadas exceden la resistencia última del material.
- 6) La \_\_\_\_\_ es una muesca o canaleta o hendidura ubicada en los bordes de la soldadura; es un concentrador de tensiones y además disminuye el espesor de las planchas o caños, por lo cual es perjudicial.
- 7) La concavidad se produce cuando el metal de soldadura en la superficie de la cara externa, o en la superficie de la raíz interna, posee un nivel que está \_\_\_\_\_ de la superficie adyacente del metal base.

8) El exceso de penetración puede producir en soldadura de gaseoductos,  
\_\_\_\_\_.

Identifica las fisuras en la imagen a continuación



- a. 2, 10, 13 (ejemplo)
- b. \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_
- c. \_\_\_\_
- d. \_\_\_\_
- e. \_\_\_\_, \_\_\_\_
- f. \_\_\_\_
- h. \_\_\_\_, \_\_\_\_
- i. \_\_\_\_
- j. \_\_\_\_, \_\_\_\_
- k. \_\_\_\_, \_\_\_\_
- l. \_\_\_\_
- m. \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_
- o. \_\_\_\_

- 1. Fisura tipo cráter.
- 2. Fisura de cara.
- 3. Fisura de ZAT.
- 4. Desgarramiento laminar.
- 5. Fisura longitudinal.
- 6. Fisura de raíz.
- 7. Fisura superficial de raíz.
- 8. Fisura de garganta.
- 9. Fisura de borde.
- 10. Fisura transversal.
- 11. Fisura bajo deposito.
- 12. Fisura en la interface.
- 13. Fisura del metal de soldadura.

## Actividad de apoyo

**Instrucciones:** Redacta un escrito de 100 palabras como mínimo, explicando de que tratan los siguientes conceptos:

1. Golpes de Arco.
2. Superposición.
3. Valle.
4. Laminado.
5. Deslaminado.

## Lección 4: Control de calidad como proceso integral

**Estándar y expectativa:** Análisis e importancia del control de calidad como proceso integral y adquisición de los conocimientos necesarios para aplicar dichos procesos.

**Objetivo de aprendizaje:** Conocer y explicar los tres pasos principales en un sistema básico de control de calidad.

**Tiempo de trabajo sugerido:** 7 - días / 4 horas

**Instrucciones:** Lee cuidadosamente el material de esta lección y al final contesta los ejercicios de práctica y tareas asignadas.

### Inicio

El control de calidad para Soldadura no es algo que solamente se deba realizar para evitar defectos o problemas en las piezas producidas. La calidad es un concepto global con diferentes actividades y acciones, las cuales juntas aseguran un nivel mínimo de eficiencia, estética, y correcto funcionamiento, pero no sólo de los productos terminados, sino también de los procesos, el equipo, los métodos, e incluso, las personas que nos llevaron a ese punto. Por lo tanto, y ya que un buen control de calidad para Soldadura conlleva tantos elementos y fases, veamos juntos sus características y componentes principales.

¿Quién realiza un control de calidad para Soldadura?

Ya que es una actividad que involucra a todas las partes del proceso de la Soldadura, es necesario que el control de calidad se realice por al menos 1 persona especializada en el tema, al cual regularmente se le conoce como “Inspector o Supervisor de Soldaduras”, mismo(a) que debe estar capacitado(a) en diferentes áreas de conocimiento del ramo, entre las cuales podemos destacar las siguientes:

- ✚ Principios y métodos de Soldadura.
- ✚ Normativa nacional e internacional, incluyendo códigos y simbología.
- ✚ Diseño de procesos de Soldadura, incluyendo planos.
- ✚ Uso y características de equipos de Soldadura.
- ✚ Materiales, así como sus usos, propiedades, y características.
- ✚ Tratamientos térmicos y post- soldaduras.
- ✚ Defectos de Soldadura, sus causas y cómo prevenirlos o corregirlos.
- ✚ Evaluación de conocimiento y experiencia de operadores y soldadores.

Todo lo anterior, acompañado de experiencia en pruebas, ensayos, y por supuesto, en la emisión de informes y dictámenes, mismos que deberán comprender todos los aspectos mencionados, detectado puntualmente los problemas y oportunidades, pero también las posibles soluciones y métodos preventivos y correctivos, puntualizando las responsabilidades en cada una de las actividades.



Como vimos, el control de calidad para Soldadura es un proceso bastante extenso y meticuloso, por lo que, para que podamos verlo con más detalle, lo dividiremos en 3 etapas principales, en las cuales revisaremos lo siguiente:

### **Etapas 1: Antes de la Soldadura**

En esta etapa, se reunirá al personal involucrado en las operaciones de Soldadura indicándoles que aspectos se inspeccionarán y reuniendo toda la información previa que se tenga, incluyendo planos, diseños, manuales, instructivos, reportes operativos, e incluso, dictámenes anteriores. Luego daremos comienzo al proceso contemplando todos los siguientes puntos a revisar:

#### **Instalaciones**

Revisaremos su cumplimiento con los códigos y estándares nacionales e internacionales, y todas las medidas de seguridad e higiene.

#### **Equipos de Soldadura**

Verificaremos si son los más apropiados de acuerdo con sus funciones y requerimientos, emitiendo a la vez, reportes de operabilidad, calibración, y por supuesto, seguridad.

#### **Materiales**

Revisaremos todos los materiales involucrados, tanto de base como de aporte, emitiendo reportes de utilidad y funcionamiento de acuerdo con lo requerido.

### **Procedimientos de Soldadura:**

Revisaremos documentalmente su incorporación y si están completos de acuerdo con los procesos operativos que se llevan a cabo.

### **Soldadores y operadores:**

Se verificarán nuestras calificaciones y experiencias, de acuerdo con los estándares de la industria, y de preferencia, con reportes o indicadores de productividad.

Como podemos ver, en esta etapa del control de calidad, se revisan todos los elementos antes de poner en funcionamiento el proceso de Soldadura, tratando de detectar los cabos sueltos en diseño, documentación, personal, materiales, y maquinaria, todo desde un punto de vista objetivo y sin emitir un fallo final sobre su eficiencia.

### **Etapa 2: Durante la Soldadura**

En esta etapa nos concentraremos más en la observación pura, pues se centra en la confirmación visual de los procesos, así como en la medición de tiempos y formas, destacando los siguientes puntos:

### **Procedimiento de Soldadura:**

Verificaremos que se usen los procedimientos aprobados (mismos que se revisaron en la etapa previa), cumpliendo con los tiempos, materiales, y formas predeterminadas, y detectando desviaciones en estos parámetros.

### **Soldadores y Operadores:**

Se revisará la aplicación de los conocimientos y la experiencia de los soldadores y operadores, además de su apego a los procedimientos aprobados y a las medidas de seguridad.

De los 2 puntos anteriores, obtendremos un reporte de tipo operativo, que nos servirá para la siguiente etapa de control de calidad.

### **Etapa 3: Después de la Soldadura**

En esta última etapa y ya con las piezas terminadas, nosotros y/o nuestro supervisor(a) procederán a verificar y determinar los resultados finales, mismos.

#### **Establecimiento de criterios de aceptación:**

De acuerdo con los procedimientos de Soldadura de las empresas, se determinarán los criterios de aceptación o rechazo en las soldaduras, determinando los requisitos mínimos de calidad, funcionamiento, y eficiencia (e incluso estética) que deben cumplirse.

#### **Realización de ensayos no destructivos:**

En estos, usted realizará inspecciones oculares de las soldaduras, preparando informes donde se indiquen todos los puntos aprobados y reprobados de acuerdo con estándares preestablecidos.

#### **Realización de ensayos mecánicos:**

A diferencia del anterior, en estos ensayos usted tomará muestras, realizando en ellas diferentes pruebas, como, por ejemplo, en relación con la fiabilidad de las uniones, los acabados, y los posibles defectos o problemas que presenten; determinando así el porcentaje de cumplimiento de los criterios.

#### **Elaboración de dictámenes e informes finales:**

En esta última actividad, usted asentará documentalmente todo el trabajo inspeccionado, desde los hallazgos, resultados de las pruebas, puntos positivos y fuertes de su Soldadura, problemas y defectos, y por supuesto, los métodos correctivos y preventivos que se aplicarán.

De esta forma, usted determinará no solamente sus problemáticas, sino también los puntos fuertes que no se deberán de descuidar y que probablemente le brindarán una ventaja competitiva, y también, lo que se deberá atacar de inmediato para subir el nivel de su empresa y de sus soldaduras.

### **Control de calidad para Soldadura**

A pesar de que, como vimos, el control de calidad requiere de personal experto, es muy importante recalcar que es un proceso que involucra a todos, desde el nivel operativo hasta el administrativo, pues no solamente se basa en las actividades de Soldadura, sino también en toda la preparación y decisiones que se dieron antes de poder realizarlas, y por supuesto, en la forma en que se están obteniendo, e incluso, midiendo los resultados.

Por lo tanto, podemos concluir que el control de calidad para soldadura es un proceso integral, necesario, y lo que es más importante, no de regañón o simplemente correctivo, sino más bien de aprendizaje y crecimiento continuo para su empresa.

## **Control de calidad en soldaduras en obras:**

En todos los procesos de control de calidad en una obra, es necesario realizar las pruebas necesarias o comprobar que los trabajos realizados cumplan con los estándares descritos en las especificaciones técnicas esto, para cada tipo de elementos a ejecutarse. En los procesos de soldadura se deben de inspeccionar las uniones más críticas y de alta importancia estructural de los elementos formados, comprobando que estas uniones no tengan discontinuidades en la superficie e interiormente. En obra las pruebas que se toman a las uniones soldadas son las pruebas no destructivas ya que estas no alteran las propiedades y resistencia de los elementos.

### Tipos de pruebas

1. Inspección visual
2. Líquidos penetrantes
3. Partículas magnéticas
4. Electromagnetismo

Las pruebas que mayormente se hacen en obras civiles de mediana envergadura son las pruebas de líquidos penetrantes, ya que estas pruebas son fáciles de realizar y no tienen mucho costo, el procedimiento de prueba con líquidos penetrantes son las siguientes:

#### 1. Limpieza previa del elemento.

Previamente se debe de eliminar todo material ajeno al elemento, ya sea escoria de soldadura, óxidos grasa y polvos presentes, para realizar ese procedimiento es necesario usar una escobilla metálica y luego aplicar el solvente, para así evitar que las fisuras se obstruyan que no penetre el líquido penetrante.

#### 2. Aplicación del penetrante

La aplicación del penetrante debe de ser uniforme en toda la zona de prueba, esta puede ser aplicado mediante aerosol, brocha o con pintura aplicada con compresora; también se puede aplicar la mercedon esto se utiliza para analizar pequeñas piezas

El líquido penetrante debe de estar sobre la superficie en inspección por un periodo denominado tiempo de penetración, que es aproximadamente de 10 a 30 minutos que es el tiempo necesario para que el líquido penetre en el interior de la fisura.

### 3. Remoción del líquido penetrante

Una vez culminado el tiempo de penetración del líquido penetrante para su posterior revelación necesario la remoción del líquido sobrante y puede ser realizado con las siguientes formas:

Lavable con agua.

Post emulsificable (Para líquidos penetrantes fluorescentes)

Usa un emulsificante, que hace que el líquido penetrante sea lavable con agua y así se pueda eliminar el exceso con ella.

Removible al solvente.

Se ayuda de la utilización de paños secos de algodón que pueden remover gran parte del líquido penetrante, después se utiliza un paño humedecido con el solvente y se remueve el resto.

### 4. Revelación

La función del revelador es de traer a la superficie el resto del líquido penetrante que quedo en las imperfecciones de la soldadura, cuando el penetrante es de color rojo el revelador es de color blanco para que el contraste de colores sea el más óptimo.

Por otro lado, cuando el penetrante utilizado es del tipo fluorescente, el revelador utilizado es altamente absorbente, pues el contraste visual en el momento de la inspección (en este caso realizado bajo luz ultravioleta y en cámara oscura) se deberá dar entre la superficie en ensayo (que aparece levemente azulada) y el color bajo luz ultravioleta del Penetrante que formo la indicación.

### 5. Criterios de aceptación.

Se aceptarán todos los cordones de soldadura excepto los que presenten las siguientes observaciones:

Cualquier grieta o indicación lineal de cualquier tamaño.

Indicaciones redondeadas mayores a 3/16 pulgadas o 5 milímetros.

## **Evaluación**

### **Contesta**

#### **Proceso de control de calidad que se lleva a cabo en obras civiles;**

Menciona y explica las cinco pruebas de control de calidad que mayormente se hacen en obras civiles de mediana envergadura de líquidos penetrantes.

## **Actividad de apoyo**

**Instrucciones:** Redacta un escrito de 100 palabras como mínimo, explicando el control de calidad como proceso integral en la soldadura.

## Lección 5: Control de calidad pruebas destructivas

**Estándar y expectativa:** Análisis e importancia del control de calidad como proceso integral y adquisición de los conocimientos necesarios para aplicar dichos procesos.

**Objetivo de aprendizaje:** Conocer y explicar los tres pasos principales en un sistema básico de control de calidad.

**Tiempo de trabajo sugerido:** 8- días / 4 horas

**Instrucciones:** Lee cuidadosamente el material de esta lección y al final contesta los ejercicios de práctica y tareas asignadas.



### Tipos de pruebas destructivas para Soldadura

Actualmente, hay una gran variedad de pruebas destructivas para Soldadura que ya están estandarizadas, por lo que, para agruparlas de forma más fácil, usaremos 5 tipos o criterios principales:

#### 1. Pruebas de impacto

Esta prueba es usada, principalmente, para determinar 2 cosas:

- La resistencia del cordón de Soldadura.
- El comportamiento de los materiales, metales y aleaciones.

Siendo la más importante la llamada “Prueba de Charpy”, pues permite conocer todo esto, al someter a las piezas a condiciones extremas de uso o servicios.

## **2. Pruebas de doblez**

Esta prueba se aplica directamente al cordón de Soldadura, con un dispositivo especial para doblar, a fin de analizar, específicamente, su comportamiento con los otros materiales que se unirán.

## **3. Pruebas de dureza**

En este caso, las pruebas destructivas para Soldadura medirán 2 cosas:

- La capacidad de resistencia de los metales al ser penetrados.
- La dureza en la zona afectada térmicamente (ZAT) en las uniones.

Elementos que nos ayudarán a prevenir riesgos de fisuras por altas temperaturas, así como por enfriamientos rápidos.

## **4. Pruebas de tensión**

Este tipo de pruebas se basan, básicamente, en estirar la muestra de Soldadura hasta que se rompa, consiguiendo 2 resultados esenciales:

- La resistencia máxima a la tensión.
- El porcentaje de reducción en el área.

Ayudándonos a conseguir los niveles de resistencia de nuestras piezas o uniones terminadas.

## **5. Pruebas de tracción**

Finalmente, otra de las pruebas destructivas para Soldadura con enfoque mecánico más común, es la de tracción, la cual nos ayudará a revelar y determinar:

- Propiedades de los metales y demás materiales, tales como la resistencia a la deformación, la curva de tensión, la resistencia a la tracción, la deformación por fractura y el módulo de Young.
- El nivel de ductilidad de la Soldadura, a través de la obtención del porcentaje de alargamiento y el porcentaje de reducción del área.

Dándonos suficientes parámetros para saber cómo se comportarán las piezas y uniones en condiciones extremas.

## **La importancia de las pruebas en la Soldadura**

Como pudo ver, las pruebas destructivas para soldadura son una vía muy eficiente para disfrutar de todas las ventajas de la soldadura por resistencia, pues la calidad de la misma estará completamente garantizada y muestreada.

Existen otros métodos, tales como análisis metalográficos, químicos y otros tipos no destructivos, las pruebas destructivas no son tan complicadas, además de que suelen ser mucho más informativas.

Ver el enlace audiovisual para contestas las preguntas 3 y 4.

<https://ipecontrol.com/inspeccion-de-soldaduras/>

## **Ejercicio**

Contesta las siguientes preguntas;

1. ¿Qué son las pruebas destructivas en soldadura?
2. Menciona y explica los cinco tipos de pruebas destructivas
3. ¿En qué consiste la inspección de soldaduras?
4. Menciona y explica las cinco técnicas básicas para la inspección de soldadura

## REFERENCIA

AWS A2.4: (2007). Símbolos Estándares para Soldadura, Soldadura, Fuerte y Examinación No Destructiva Standard Symbols for Welding Brazing and Nondestructive Examination

<https://www.aws.org/standards/page/ansi-z491>

<https://www.bfmx.com/soldadura/control-de-calidad-para-soldadura/>

## GUÍA PARA ACOMODOS RAZONABLES PARA LOS ESTUDIANTES

Estimada familia:

El Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) tiene como prioridad el garantizar que a sus hijos se les provea una educación pública, gratuita y apropiada. Para lograr este cometido, es imperativo tener presente que los seres humanos son diversos. Por eso, al educar es necesario reconocer las habilidades de cada individuo y buscar estrategias para minimizar todas aquellas barreras que pudieran limitar el acceso a su educación.

La otorgación de acomodados razonables es una de las estrategias que se utilizan para minimizar las necesidades que pudiera presentar un estudiante. Estos permiten adaptar la forma en que se presenta el material, la forma en que el estudiante responde, la adaptación del ambiente y lugar de estudio y el tiempo e itinerario que se utiliza. Su función principal es proveerle al estudiante acceso equitativo durante la enseñanza y la evaluación. Estos tienen la intención de reducir los efectos de la discapacidad, excepcionalidad o limitación del idioma y no, de reducir las expectativas para el aprendizaje. Durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, se debe tener altas expectativas con nuestros niños y jóvenes.

Esta guía tiene el objetivo de apoyar a las familias en la selección y administración de los acomodados razonables durante el proceso de enseñanza y evaluación para los estudiantes que utilizarán este módulo didáctico. Los acomodados razonables le permiten a su hijo realizar la tarea y la evaluación, no de una forma más fácil, sino de una forma que sea posible de realizar, según las capacidades que muestre. El ofrecimiento de acomodados razonables está atado a la forma en que su hijo aprende. Los estudios en neurociencia establecen que los seres humanos aprenden de forma visual, de forma auditiva o de forma kinestésica o multisensorial, y aunque puede inclinarse por algún estilo, la mayoría utilizan los tres.

Por ello, a continuación, se presentan algunos ejemplos de acomodados razonables que podrían utilizar con su hijo mientras trabaja este módulo didáctico en el hogar. Es importante que como madre, padre o persona encargada en dirigir al estudiante en esta tarea los tenga presente y pueda documentar cuales se utilizaron. Si necesita más información, puede hacer referencia a la **Guía para la provisión de acomodados razonables** (2018) disponible por medio de la página [www.de.pr.gov](http://www.de.pr.gov), en educación especial, bajo Manuales y Reglamentos.

## GUÍA DE ACOMODOS RAZONABLES PARA LOS ESTUDIANTES QUE TRABAJARÁN BAJO MÓDULOS DIDÁCTICOS

Acomodos de presentación	Acomodos en la forma de responder	Acomodos de ambiente y lugar	Acomodos de tiempo e itinerario
<p>Cambian la manera en que se presenta la información al estudiante. Esto le permite tener acceso a la información de diferentes maneras. El material puede ser presentado de forma auditiva, táctil, visual o multisensorial.</p>	<p>Cambian la manera en que el estudiante responde o demuestra su conocimiento. Permite a los estudiantes presentar las contestaciones de las tareas de diferentes maneras. Por ejemplo, de forma verbal, por medio de manipulativos, entre otros.</p>	<p>Cambia el lugar, el entorno o el ambiente donde el estudiante completará el módulo didáctico. Los acomodos de ambiente y lugar requieren de organizar el espacio donde el estudiante trabajará.</p>	<p>Cambian la cantidad de tiempo permitido para completar una evaluación o asignación; cambia la manera, orden u hora en que se organiza el tiempo, las materias o las tareas.</p>
<p><b>Aprendiz visual:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Usar letra agrandada o equipos para agrandar como lupas, televisores y computadoras</li> <li>▪ Uso de láminas, videos pictogramas.</li> <li>▪ Utilizar claves visuales tales como uso de colores en las instrucciones, resaltadores (highlighters), subrayar palabras importantes.</li> <li>▪ Demostrar lo que se espera que realice el estudiante y utilizar modelos o demostraciones.</li> <li>▪ Hablar con claridad, pausado</li> <li>▪ Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante</li> <li>▪ Añadir al material información complementaria</li> </ul> <p><b>Aprendiz auditivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leerle el material o utilizar aplicaciones que convierten el</li> </ul>	<p><b>Aprendiz visual:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilizar la computadora para que pueda escribir.</li> <li>▪ Utilizar organizadores gráficos.</li> <li>▪ Hacer dibujos que expliquen su contestación.</li> <li>▪ Permitir el uso de láminas o dibujos para explicar sus contestaciones</li> <li>▪ Permitir que el estudiante escriba lo que aprendió por medio de tarjetas, franjas, láminas, la computadora o un comunicador visual.</li> <li>▪ Contestar en el folleto.</li> </ul> <p><b>Aprendiz auditivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grabar sus contestaciones</li> <li>▪ Ofrecer sus contestaciones a un adulto que documentará por escrito lo mencionado.</li> </ul>	<p><b>Aprendiz visual:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ambiente silencioso, estructurado, sin muchos distractores.</li> <li>▪ Lugar ventilado, con buena iluminación.</li> <li>▪ Utilizar escritorio o mesa cerca del adulto para que lo dirija.</li> </ul> <p><b>Aprendiz auditivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ambiente donde pueda leer en voz alta o donde pueda escuchar el material sin interrumpir a otras personas.</li> <li>▪ Lugar ventilado, con buena iluminación y donde se les permita el movimiento mientras repite en voz alta el material.</li> </ul> <p><b>Aprendiz multisensorial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ambiente se le permita moverse, hablar, escuchar música mientras trabaja, cantar.</li> <li>▪ Permitir que realice las actividades en</li> </ul>	<p><b>Aprendiz visual y auditivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Preparar una agenda detalladas y con códigos de colores con lo que tienen que realizar.</li> <li>▪ Reforzar el que termine las tareas asignadas en la agenda.</li> <li>▪ Utilizar agendas de papel donde pueda marcar, escribir, colorear.</li> <li>▪ Utilizar “post-it” para organizar su día.</li> <li>▪ Comenzar con las clases más complejas y luego moverse a las sencillas.</li> <li>▪ Brindar tiempo extendido para completar sus tareas.</li> </ul> <p><b>Aprendiz multisensorial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Asistir al estudiante a organizar su trabajo con agendas escritas o electrónicas.</li> <li>▪ Establecer mecanismos para</li> </ul>

Acomodos de presentación	Acomodos en la forma de responder	Acomodos de ambiente y lugar	Acomodos de tiempo e itinerario
<p>texto en formato audible.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leer en voz alta las instrucciones.</li> <li>▪ Permitir que el estudiante se grabe mientras lee el material.</li> <li>▪ Audiolibros</li> <li>▪ Repetición de instrucciones</li> <li>▪ Pedirle al estudiante que explique en sus propias palabras lo que tiene que hacer</li> <li>▪ Utilizar el material grabado</li> <li>▪ Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante</li> </ul> <p><b>Aprendiz multisensorial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presentar el material segmentado (en pedazos)</li> <li>▪ Dividir la tarea en partes cortas</li> <li>▪ Utilizar manipulativos</li> <li>▪ Utilizar canciones</li> <li>▪ Utilizar videos</li> <li>▪ Presentar el material de forma activa, con materiales comunes.</li> <li>▪ Permitirle al estudiante investigar sobre el tema que se trabajará</li> <li>▪ Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hacer presentaciones orales.</li> <li>▪ Hacer videos explicativos.</li> <li>▪ Hacer exposiciones</li> </ul> <p><b>Aprendiz multisensorial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Señalar la contestación a una computadora o a una persona.</li> <li>▪ Utilizar manipulativos para representar su contestación.</li> <li>▪ Hacer presentaciones orales y escritas.</li> <li>▪ Hacer dramas donde represente lo aprendido.</li> <li>▪ Crear videos, canciones, carteles, infografías para explicar el material.</li> <li>▪ Utilizar un comunicador electrónico o manual.</li> </ul>	<p>diferentes escenarios controlados por el adulto. Ejemplo el piso, la mesa del comedor y luego, un escritorio.</p>	<p>recordatorios que le sean efectivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilizar las recompensas al terminar sus tareas asignadas en el tiempo establecido.</li> <li>▪ Establecer horarios flexibles para completar las tareas.</li> <li>▪ Proveer recesos entre tareas.</li> <li>▪ Tener flexibilidad en cuando al mejor horario para completar las tareas.</li> <li>▪ Comenzar con las tareas más fáciles y luego, pasar a las más complejas.</li> <li>▪ Brindar tiempo extendido para completar sus tareas.</li> </ul>

## HOJA DE DOCUMENTAR LOS ACOMODOS RAZONABLES UTILIZADOS AL TRABAJAR EL MÓDULO DIDÁCTICO

Nombre del estudiante: \_\_\_\_\_

Número de SIE: \_\_\_\_\_

Materia del módulo: \_\_\_\_\_

Grado: \_\_\_\_\_

Estimada familia:

**1.**

Utiliza la siguiente hoja para documentar los acomodados razonables que utiliza con tu hijo en el proceso de apoyo y seguimiento al estudio de este módulo. Favor de colocar una marca de cotejo [✓] en aquellos acomodados razonables que utilizó con su hijo para completar el módulo didáctico. Puede marcar todos los que aplique y añadir adicionales en la parte asignada para ello.

Acomodos de presentación	Acomodos de tiempo e itinerario
<p><b>Aprendiz visual:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Usar letra agrandada o equipos para agrandar como lupas, televisores y computadoras</li> <li><input type="checkbox"/> Uso de láminas, videos pictogramas.</li> <li><input type="checkbox"/> Utilizar claves visuales tales como uso de colores en las instrucciones, resaltadores (<i>highlighters</i>), subrayar palabras importantes.</li> <li><input type="checkbox"/> Demostrar lo que se espera que realice el estudiante y utilizar modelos o demostraciones.</li> <li><input type="checkbox"/> Hablar con claridad, pausado</li> <li><input type="checkbox"/> Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante</li> <li><input type="checkbox"/> Añadir al material información complementaria</li> </ul> <p><b>Aprendiz auditivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Leerle el material o utilizar aplicaciones que convierten el texto en formato audible.</li> <li><input type="checkbox"/> Leer en voz alta las instrucciones.</li> <li><input type="checkbox"/> Permitir que el estudiante se grabe mientras lee el material.</li> <li><input type="checkbox"/> Audiolibros</li> <li><input type="checkbox"/> Repetición de instrucciones</li> <li><input type="checkbox"/> Pedirle al estudiante que explique en sus propias palabras lo que tiene que hacer</li> <li><input type="checkbox"/> Utilizar el material grabado</li> <li><input type="checkbox"/> Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante</li> </ul> <p><b>Aprendiz multisensorial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Presentar el material segmentado (en pedazos)</li> <li><input type="checkbox"/> Dividir la tarea en partes cortas</li> <li><input type="checkbox"/> Utilizar manipulativos</li> <li><input type="checkbox"/> Utilizar canciones</li> </ul>	<p><b>Aprendiz visual:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Utilizar la computadora para que pueda escribir.</li> <li><input type="checkbox"/> Utilizar organizadores gráficos.</li> <li><input type="checkbox"/> Hacer dibujos que expliquen su contestación.</li> <li><input type="checkbox"/> Permitir el uso de láminas o dibujos para explicar sus contestaciones</li> <li><input type="checkbox"/> Permitir que el estudiante escriba lo que aprendió por medio de tarjetas, franjas, láminas, la computadora o un comunicador visual.</li> <li><input type="checkbox"/> Contestar en el folleto.</li> </ul> <p><b>Aprendiz auditivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Grabar sus contestaciones</li> <li><input type="checkbox"/> Ofrecer sus contestaciones a un adulto que documentará por escrito lo mencionado.</li> <li><input type="checkbox"/> Hacer presentaciones orales.</li> <li><input type="checkbox"/> Hacer videos explicativos.</li> <li><input type="checkbox"/> Hacer exposiciones</li> </ul> <p><b>Aprendiz multisensorial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Señalar la contestación a una computadora o a una persona.</li> <li><input type="checkbox"/> Utilizar manipulativos para representar su contestación.</li> <li><input type="checkbox"/> Hacer presentaciones orales y escritas.</li> <li><input type="checkbox"/> Hacer dramas donde represente lo aprendido.</li> <li><input type="checkbox"/> Crear videos, canciones, carteles, infografías para explicar el material.</li> <li><input type="checkbox"/> Utilizar un comunicador electrónico o manual.</li> </ul>

Acomodos de presentación	Acomodos de tiempo e itinerario
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Utilizar videos</li> <li><input type="checkbox"/> Presentar el material de forma activa, con materiales comunes.</li> <li><input type="checkbox"/> Permitirle al estudiante investigar sobre el tema que se trabajará</li> <li><input type="checkbox"/> Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante</li> </ul>	
Acomodos de respuesta	Acomodos de ambiente y lugar
<p><b>Aprendiz visual:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ambiente silencioso, estructurado, sin muchos distractores.</li> <li><input type="checkbox"/> Lugar ventilado, con buena iluminación.</li> <li><input type="checkbox"/> Utilizar escritorio o mesa cerca del adulto para que lo dirija.</li> </ul> <p><b>Aprendiz auditivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ambiente donde pueda leer en voz alta o donde pueda escuchar el material sin interrumpir a otras personas.</li> <li><input type="checkbox"/> Lugar ventilado, con buena iluminación y donde se les permita el movimiento mientras repite en voz alta el material.</li> </ul> <p><b>Aprendiz multisensorial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ambiente se le permita moverse, hablar, escuchar música mientras trabaja, cantar.</li> <li><input type="checkbox"/> Permitir que realice las actividades en diferentes escenarios controlados por el adulto. Ejemplo el piso, la mesa del comedor y luego, un escritorio.</li> </ul>	<p><b>Aprendiz visual y auditivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Preparar una agenda detalladas y con códigos de colores con lo que tienen que realizar.</li> <li><input type="checkbox"/> Reforzar el que termine las tareas asignadas en la agenda.</li> <li><input type="checkbox"/> Utilizar agendas de papel donde pueda marcar, escribir, colorear.</li> <li><input type="checkbox"/> Utilizar “post-it” para organizar su día.</li> <li><input type="checkbox"/> Comenzar con las clases más complejas y luego moverse a las sencillas.</li> <li><input type="checkbox"/> Brindar tiempo extendido para completar sus tareas.</li> </ul> <p><b>Aprendiz multisensorial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Asistir al estudiante a organizar su trabajo con agendas escritas o electrónicas.</li> <li><input type="checkbox"/> Establecer mecanismos para recordatorios que le sean efectivos.</li> <li><input type="checkbox"/> Utilizar las recompensas al terminar sus tareas asignadas en el tiempo establecido.</li> <li><input type="checkbox"/> Establecer horarios flexibles para completar las tareas.</li> <li><input type="checkbox"/> Proveer recesos entre tareas.</li> <li><input type="checkbox"/> Tener flexibilidad en cuando al mejor horario para completar las tareas.</li> <li><input type="checkbox"/> Comenzar con las tareas más fáciles y luego, pasar a las más complejas.</li> <li><input type="checkbox"/> Brindar tiempo extendido para completar sus tareas.</li> </ul>
<p><b>Otros:</b></p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

## 2.

Si tu hijo es un candidato o un participante de los servicios para estudiantes aprendices del español como segundo idioma e inmigrantes considera las siguientes sugerencias de enseñanza:

- Proporcionar un modelo o demostraciones de respuestas escritas u orales requeridas o esperadas.
- Comprobar si hay comprensión: use preguntas que requieran respuestas de una sola palabra, apoyos y gestos.
- Hablar con claridad, de manera pausada.
- Evitar el uso de las expresiones coloquiales, complejas.
- Asegurar que los estudiantes tengan todos los materiales necesarios.
- Leer las instrucciones oralmente.
- Corroborar que los estudiantes entiendan las instrucciones.
- Incorporar visuales: gestos, accesorios, gráficos organizadores y tablas.
- Sentarse cerca o junto al estudiante durante el tiempo de estudio.
- Seguir rutinas predecibles para crear un ambiente de seguridad y estabilidad para el aprendizaje.
- Permitir el aprendizaje por descubrimiento, pero estar disponible para ofrecer instrucciones directas sobre cómo completar una tarea.
- Utilizar los organizadores gráficos para la relación de ideas, conceptos y textos.
- Permitir el uso del diccionario regular o ilustrado.
- Crear un glosario pictórico.
- Simplificar las instrucciones.
- Ofrecer apoyo en la realización de trabajos de investigación.
- Ofrecer los pasos a seguir en el desarrollo de párrafos y ensayos.
- Proveer libros o lecturas con conceptos similares, pero en un nivel más sencillo.
- Proveer un lector.
- Proveer ejemplos.
- Agrupar problemas similares (todas las sumas juntas), utilizar dibujos, láminas, o gráficas para apoyar la explicación de los conceptos, reducir la complejidad lingüística del problema, leer y explicar el problema o teoría verbalmente o descomponerlo en pasos cortos.
- Proveer objetos para el aprendizaje (concretizar el vocabulario o conceptos).
- Reducir la longitud y permitir más tiempo para las tareas escritas.
- Leer al estudiante los textos que tiene dificultad para entender.
- Aceptar todos los intentos de producción de voz sin corrección de errores.
- Permitir que los estudiantes sustituyan dibujos, imágenes o diagramas, gráficos, gráficos para una asignación escrita.
- Esbozar el material de lectura para el estudiante en su nivel de lectura, enfatizando las ideas principales.
- Reducir el número de problemas en una página.
- Proporcionar objetos manipulativos para que el estudiante utilice cuando resuelva problemas de matemáticas.

### 3.

Si tu hijo es un estudiante dotado, es decir, que obtuvo 130 o más de cociente intelectual (CI) en una prueba psicométrica, su educación debe ser dirigida y desafiante. Deberán considerar las siguientes recomendaciones:

- Conocer las capacidades especiales del estudiante, sus intereses y estilos de aprendizaje.
- Realizar actividades motivadoras que les exijan pensar a niveles más sofisticados y explorar nuevos temas.
- Adaptar el currículo y profundizar.
- Evitar las repeticiones y las rutinas.
- Realizar tareas de escritura para desarrollar empatía y sensibilidad.
- Utilizar la investigación como estrategia de enseñanza.
- Promover la producción de ideas creativas.
- Permitirle que aprenda a su ritmo.
- Proveer mayor tiempo para completar las tareas, cuando lo requiera.
- Cuidar la alineación entre su educación y sus necesidades académicas y socioemocionales.