

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



**PROPUESTA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA  
ENTIDAD CERTIFICADORA DE MECÁNICOS  
SOLDADORES EN EL SALVADOR.**

PRESENTADO POR:

**JUAN MIGUEL ACOSTA MÁRQUEZ  
GONZALO IVÁN MARTÍNEZ SÁNCHEZ  
JOSÉ MORONI SANTOS CARBALLO**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO MECÁNICO**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 2006.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.**

RECTORA :

**DRA. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ**

SECRETARIA GENERAL :

**LICDA. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO :

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

SECRETARIO :

**ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ**

**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

DIRECTOR :

**ING. JUAN ANTONIO FLORES DÍAZ**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Titulo :

**PROPUESTA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA  
ENTIDAD CERTIFICADORA DE MECÁNICOS  
SOLDADORES EN EL SALVADOR.**

Presentado por :

**JUAN MIGUEL ACOSTA MÁRQUEZ  
GONZALO IVÁN MARTÍNEZ SÁNCHEZ  
JOSÉ MORONI SANTOS CARBALLO**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores :

**ING. FRANCISCO DE LEÓN TORRES  
ING. JUAN ANTONIO FLORES DÍAZ**

San Salvador, Mayo de 2006.

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores :

**ING. FRANCISCO DE LEÓN TORRES**

**ING. JUAN ANTONIO FLORES DÍAZ**

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>9</b>
1.0 EL AMBITO DE LA SOLDADURA EN EL SALVADOR .....	9
1.1 SECTOR NORMATIVO Y FORMATIVO.....	9
1.2 SECTOR COMERCIAL (VENTA DE SUMINISTROS Y EQUIPOS PARA LA SOLDADURA) .....	10
1.4 MANO DE OBRA .....	11
1.5 SECTOR PRODUCTIVO .....	12
1.6 INSTITUCIONES INTERNACIONALES QUE TIENEN RELACIÓN CON EL ESTABLECIMIENTO DE NORMAS EN EL AREA DE LA SOLDADURA .....	12
1.7 CÓDIGOS Y ESPECIFICACIONES DE SOLDADURA Y SU CLASIFICACIÓN. .....	13
1.8 FORMACIÓN, CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE SOLDADORES.....	15
<b>CAPITULO II</b>	
<b>INVESTIGACION DE CAMPO</b> .....	<b>17</b>
2.0 METODOLOGIA GENERAL PARA EL DIAGNOSTICO .....	18
2.1 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN PARA ENTREVISTAS PERSONALES .....	19
2.1.1 SELECCIÓN DEL UNIVERSO DE ESTUDIO.....	19
2.1.2 SELECCIÓN DEL METODO DE INVESTIGACION Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	19
2.1.3. SELECCIÓN DE LA MUESTRA .....	22
2.1.4 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	23
2.1.5 ANALISIS DE RESULTADOS.....	23
2.1.6 DIAGNOSTICO .....	28

2.2 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN METODO DETERMINISTICO.....	29
2.2.1 SELECCIÓN DEL UNIVERSO DE ESTUDIO.....	29
2.2.2 SELECCIÓN DEL METODO DE INVESTIGACIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA .....	29
2.2.3 SELECCIÓN DE LA MUESTRA PARA EL METODO DE INVESTIGACIÓN DETERMINISTICO.....	30
2.2.4 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	30
2.2.5 ANALISIS DE RESULTADOS.....	31
2.2.6 DIAGNOSTICO .....	31
2.3 CONCLUSIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO .....	34

### **CAPITULO III**

<b>SISTEMA NACIONAL DE FORMACIÓN DEL MECANICO SOLDADOR EN EL SALVADOR .....</b>	<b>36</b>
3.0 PROPUESTA DE UN SISTEMA NACIONAL DE FORMACION DE MECANICOS SOLDADORES EN EL SALVADOR .....	37
3.1 INSTITUCIONES INVOLUCRADAS.....	37
3.1.1 CENTROS FORMATIVOS .....	39
3.1.2 CENTRO DE EXÁMENES DE CALIFICACIÓN (Centros de Calificación) .....	40
3.1.3 CONSEJO DE CALIFICACIÓN .....	42
3.1.4 COMITÉ DE CALIFICACIÓN Y EVALUACIÓN (Centros evaluadores de Calificación) .....	43
3.1.5 COMISIONES SECTORIALES .....	44
COMISIONES SECTORIALES .....	47
CONSEJO DE CALIFICACIÓN .....	47
3.2 REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO PARA LA INSTITUCIÓN FORMADORA DE MECÁNICOS SOLDADORES.....	48
3.3 PROPUESTAS DE CURSOS DE FORMACION PARA MECANICOS SOLDADORES.....	54
3.3.1 CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ESPERADAS DE LOS MECANICOS SOLDADORES.....	56

3.3.2 PROPUESTA DE CURSOS PILOTOS DE FORMACIÓN NIVELES I Y II.....	58
3.4 CONCLUSIONES.....	72

#### **CAPITULO IV**

### **PROPUESTA DE INCORPORACIÓN DEL PROCESO DE CERTIFICACIÓN AL SISTEMA NACIONAL DE FORMACIÓN DE MECÁNICOS SOLDADORES**

.....	<b>74</b>
4.1 CENTRO DE EXÁMENES DE CALIFICACIÓN (Centros de Calificación) .....	75
4.1.1 EXAMEN DE CALIFICACIÓN .....	76
4.1.2 NIVEL DE CALIFICACIÓN.....	76
4.1.3 CALIFICACIÓN.....	76
4.2 PROCESO DE CERTIFICACIÓN .....	76
4.3 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA LA ACREDITACION DE LOS CENTROS DE EXAMENES DE CALIFICACIÓN .....	77
4.3.1 PERSONAL ENCARGADO DE LA ADMINISTRACIÓN DE LAS PRUEBAS DE CALIFICACIÓN.....	78
4.3.2 EQUIPOS DE SOLDADURA PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE CALIFICACIÓN.....	78
4.3.3 CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS .....	80
4.3.4 MÉTODOS DE PRUEBAS Y PROCEDIMIENTOS.....	80
4.3.5 CONSIDERACIONES AMBIENTALES.....	80
4.3.6 CONSIDERACIONES EN EL MANEJO DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CALIFICACIÓN.....	80
4.3.7 EVALUACIONES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO.....	81
4.3.8 AUDITORIA .....	81
4.3.9 REPORTE DE LA EVALUACIÓN .....	82
4.3.10 DECISIÓN DE LA ACREDITACIÓN.....	82
4.3.11 REEVALUACIONES .....	83
4.3.12 RENOVACIÓN DE LA ACREDITACIÓN.....	83
4.4 PROCEDIMIENTO PARA LA CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE MECANICOS SOLDADORES .....	83

4.4.1 REQUISITOS PARA LA CERTIFICACIÓN DE MECÁNICOS SOLDADORES .....	83
4.4.2 ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA (EPS) .....	84
4.4.3 DESEMPEÑO DE LA PRUEBA .....	85
4.4.4 MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN .....	86
4.4.5 DOCUMENTACIÓN DE LA CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO DEL SOLDADOR .....	87
4.4.6 PERIODO DE EFECTIVIDAD .....	87
4.4.7 IDENTIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE DOCUMENTOS .....	87
4.4.8 MANTENIMIENTO DE LA CERTIFICACIÓN .....	87
4.4.9 RENOVACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN .....	88
4.4.10 CANCELACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN .....	88
4.5 REMUNERACIÓN DE LOS SERVICIOS. ....	88
4.6 PROPUESTA DE PRUEBAS DE CALIFICACIÓN PARA CERTIFICAR MECANICOS SOLDADORES EN LOS NIVELES I Y II.....	88
4.6.1 EVALUACIÓN TEÓRICA.....	89
4.6.2 REGISTRO DEL DESEMPEÑO DE LA PRUEBA DE CALIFICACIÓN PARA LA CERTIFICACIÓN DE MECÁNICOS SOLDADORES .....	89
4.6.3 DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA PRUEBA.....	89
4.6.4 ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA .....	89
4.6.5 LISTA DE CONTROL PARA LA PREPARACIÓN DE LAS JUNTAS A SOLDAR. ....	90
4.6.6 LISTA DE CONTROL DURANTE LA REALIZACIÓN DE PRACTICA DE SOLDADURA. ....	90
4.6.6 PRUEBAS DE CALIFICACIÓN PARA SER CERTIFICADO COMO MECANICO SOLDADOR NIVEL I.....	90
4.6.7 PRUEBAS DE CALIFICACIÓN PARA SER CERTIFICADO COMO MECANICO SOLDADOR NIVEL II. ....	104
4.6.7.1 EXAMEN TEORICO PARA EVALUAR AL MECÁNICO SOLDADOR NIVEL I.....	105

4.7 CONSIDERACIONES ECONOMICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CENTRO DE EXAMENES DE CALIFICACIÓN .....	116
<b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>	<b>124</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>126</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>127</b>
<b>APENDICES .....</b>	<b>128</b>

## INTRODUCCIÓN

La soldadura es un proceso de unión ampliamente usado a nivel mundial, gracias a la soldadura y a sus avances ha sido posible el logro de muchas hazañas del hombre, mediante los procesos de soldadura ha sido posible la construcción de por ejemplo los transbordadores espaciales, aviones, automóviles, grandes embarcaciones marítimas, estructuras civiles, solo por mencionar algunas. La soldadura ha cobrado tanta importancia en la industria, siendo uno de los principales eslabones en la cadena productiva de muchas empresas.

En el país la soldadura ha cobrado mayor importancia conforme la industria se ha desarrollado, a tal punto que hoy en día una buena parte de la economía salvadoreña depende del sector industrial en el cual se utilizan ampliamente de manera directa e indirecta los procesos de soldadura.

Este Trabajo de Graduación presenta una descripción del ámbito de la soldadura en nuestro país, involucrando aspectos tales como la formación que tiene actualmente nuestra mano de obra dedicada a la soldadura, una breve descripción del sector comercial dedicado a proveer de equipos de soldadura y material consumible a la industria, datos que reflejan la participación económica de la industria metalmecánica en el país, se establecen las condiciones de la mano de obra en el área de soldadura, todo esto con el objetivo de establecer un punto de partida para nuestra investigación.

El análisis del ámbito del mecánico soldador en el país de manera general, nos da la pauta para profundizar mas en cuanto en la situación real de los procesos de soldadura en el país, ya que para alcanzar los objetivos de nuestro trabajo de graduación, es necesario sustentar las afirmaciones con datos estadísticos que puedan ser corroborados. Para ello realizamos una investigación de campo, dirigida a los distintos sectores involucrados en los procesos de soldadura.

Se describe de manera detallada los procedimientos realizados para el desarrollo de la investigación de campo con el cual obtuvimos un diagnostico sobre las condiciones de la

soldadura en el país y establecimos las áreas en las que el mecánico soldador necesita formación, capacitación y entrenamiento.

Se presenta una propuesta de un sistema nacional para la formación de mecánicos soldadores en donde se identifican las entidades que deben intervenir en el proceso, como también se sugieren las funciones que los diversos organismos involucrados deberían asumir para que el sistema pueda tener éxito. Además se establecen los requerimientos básicos para la ejecución del plan de formación y se presentan ciertos cursos piloto, que servirían de guía para la implementación del mismo.

Una vez establecido el sistema de formación y calificación de mecánicos soldadores, el siguiente paso es la incorporación del proceso de certificación de mecánicos soldadores para que el sistema sea completo, por lo que proponemos un proceso de certificación a nivel nacional que puede ser incorporado al sistema para complementarlo.

Al final se presentan una serie de conclusiones de esta investigación así como algunas recomendaciones que deben de tomarse en cuenta para futuras investigaciones.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Proponer el establecimiento de una entidad que certifique mecánicos soldadores en El Salvador.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Investigar cuales son los principales procesos de soldadura que se utilizan actualmente en la industria salvadoreña, identificando las ventajas y desventajas de las practicas utilizadas actualmente.
- Establecer los requerimientos y procedimientos para la creación de un sistema de formación y certificación de mecánicos soldadores.
- Identificar los organismos nacionales o internacionales que intervengan en el proceso de certificación.
- Diseñar programas piloto de entrenamiento y capacitación en los principales procesos de soldadura.

## **CAPITULO I**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **1.0 EL AMBITO DE LA SOLDADURA EN EL SALVADOR**

La soldadura es uno de los procesos de unión mas usados alrededor del mundo, no solo en procesos de manufactura a nivel industrial, sino también en labores de mantenimiento, de ahí su importancia como apoyo a los procesos productivos. En el país existe un gremio empresarial conformado por empresas que utilizan soldadura en su proceso productivo llamado ASIMETAL (Asociación Salvadoreña de Industrias Metalmeccánica y Metalúrgica) que pertenece a ASI (Asociación Salvadoreña de Industriales). Actualmente ASIMETAL cuenta con aproximadamente 82 empresas del área metalmeccánica afiliadas<sup>1</sup>, en las que la soldadura es uno de los principales procesos productivos, esto sin tomar en cuenta que en la mayoría de industrias se utilizan procesos de soldadura como actividades complementarias al proceso principal en su gran mayoría labores de mantenimiento y reparación. Es debido a la importancia que tiene la soldadura como proceso productivo que existe en el sector metalmeccánica una marcada preocupación por los nuevos retos a los que la industria de la región tendrá que enfrentarse, como consecuencia de los tratados comerciales y la apertura de los mercados.

#### **1.1 SECTOR NORMATIVO Y FORMATIVO**

Algunas de las empresas Metalmeccánica del país han tenido la necesidad de enviar al extranjero a sus soldadores para que estos sean certificados ya que las exigencias del mercado en cuanto a los sistemas de calidad se los exigen, es por ello que ya se han iniciado esfuerzos entre las empresas y las instituciones que velan por la formación profesional para estar preparados y hacer frente a estos nuevos retos.

---

<sup>1</sup> Ver listado de empresas afiliadas a ASIMETAL en el apéndice 2

En el país existe una institución normativa llamada CONACYT<sup>2</sup> que es la que se encarga de establecer las normas nacionales que rigen a los diferentes sectores productivos y tropicalizar las normas internacionales para que sean implementadas en el país, como mencionamos anteriormente existe también una institución que vela por la formación profesional, como lo es el INSAFORP, que a través de sus diferentes programas, capacita constantemente la mano de obra de nuestras industrias. Instituciones como el ITCA<sup>3</sup>, centros educativos, universidades y otras; se encargan también de la formación técnica y profesional de la población, sin que ninguno de ellos pueda hasta la fecha otorgar certificaciones bajo estándares internacionales a sus alumnos. Los tratados internacionales como el TLC Estados Unidos Centro América<sup>4</sup> representan para las empresas una oportunidad de expandir mercados, siempre y cuando la empresa local cumplan con los requerimientos y estándares internacionales, para lo cual resulta necesario contar con abundante mano de obra calificada y certificada bajo estándares ya sea nacionales o internacionales.

## **1.2 SECTOR COMERCIAL (VENTA DE SUMINISTROS Y EQUIPOS PARA LA SOLDADURA)**

En cuanto a la venta y distribución de equipos y suministros para la soldadura, en el país se cuenta con algunas empresas dedicadas a satisfacer estas necesidades, algunas de las cuales son distribuidores autorizados de marcas internacionales de renombre, dentro de estas empresas tenemos a OXGASA, La Casa del Soldador, VIDRI INDUSTRIAL, FREUND, GOLDTREE, CONSTRUMARKET; que suministran y distribuye una amplia gama de consumibles y equipos para la soldadura. Todas estas empresas cuentan con cobertura nacional y con suficiente capacidad para satisfacer picos de demanda.

---

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico Centro Americano

<sup>4</sup> Este tratado entrará en vigor en el año 2006

### **1.3 SECTOR ECONOMICO<sup>5</sup> Y GUBERNAMENTAL<sup>6</sup>**

En el país el sector industrial es uno de los que mas aportan al crecimiento economico, y dentro de este sector la industria metalmecánica aporta cifras considerables, tal es el caso que para el año 2001 el aporte al PIB<sup>7</sup> fue de US\$ 73.4 millones lo que represento un 1.1% del PIB . Las exportaciones de productos manufacturados por el sector metalmecánica para el año 2002 fueron de US\$ 165.834 millones. Esto indica la importancia que para la economía tiene el sector de la metalmecánica y por ende los procesos de soldadura.

En lo que respecta al sector laboral de nuestro país el Ministerio de Trabajo y Previsión Social, a través de la Dirección General de Previsión Social y Empleo; dirige, coordina, supervisa y opera la función de la seguridad e higiene en el trabajo, la salud y medio de trabajo, los derechos de los menores trabajadores y otros grupos vulnerables contando con tres Departamentos: Gestión de Empleo, Bienestar Social y Seguridad Ocupacional, esto presenta un buen respaldo a todos los sectores laborales, incluyendo al de la soldadura que es en si un proceso que requiere de una legislación que asegure el fiel cumplimiento de las condiciones de seguridad, ya que de no ser así este puede resultar peligroso o dañino para todos aquellos que lo practican.

### **1.4 MANO DE OBRA**

Una de las mayores riquezas con las que cuenta el país es su mano de obra, la mayoría de los soldadores obtienen su formación en instituciones educativas de nivel medio (como Bachilleratos Técnicos o Centros de Formación Profesional auspiciados por el gobierno u organismos no gubernamentales sin fines de lucro) y otros en forma empírica en talleres de estructuras metálicas, muy pocos de estos llegan a especializarse y cuando lo hacen por medio de las empresas para las cuales trabajan. En el país no se cuenta con ninguna entidad que lleve un registro de soldadores que permita a las empresas, que requieren mecánicos soldadores, contar con una base de datos para seleccionar a los mejores soldadores o

---

<sup>5</sup> Tomado de la sección II y IV de la revista trimestral del BCR, julio, agosto y septiembre 2002

<sup>6</sup> [www.mtps.gob.sv](http://www.mtps.gob.sv)

<sup>7</sup> Producto Interno Bruto

especialistas en diversos procesos de soldadura, por lo cual es conveniente contar con un registro de este tipo.

## **1.5 SECTOR PRODUCTIVO**

Este sector lo conforman todas aquellas empresas que en el país se dedican a la industria metalmeccánica y específicamente aquellas en las que la soldadura es uno de sus principales procesos productivos, vale la pena mencionar algunas de las mas representativas no solo a nivel nacional sino también a nivel internacional, como MONELCA, PRINEL, DYMEL, ARCO INGENIEROS, SARTI que incorporan dentro de sus proyectos la construcción y montaje de grandes estructuras metálicas, AEROMAN que se dedica a prestar servicios de mantenimiento a las aeronaves y que utiliza procesos especializados de soldadura. Estas son solo algunas de las muchas empresas en nuestro país que demandan de mano de obra especializada en el área de la soldadura.

## **1.6 INSTITUCIONES INTERNACIONALES QUE TIENEN RELACIÓN CON EL ESTABLECIMIENTO DE NORMAS EN EL AREA DE LA SOLDADURA**

A nivel internacional existen entidades encargadas de dictar códigos y especificaciones en áreas cuya actividad incluyan procesos de soldadura y que velan por el cumplimiento de estándares de calidad, además estas entidades realizan investigaciones para mejorar los procesos, actualizar procedimientos y emitir certificaciones que respaldan y garantizan la ejecución del trabajo. A continuación se mencionan algunas de estas instituciones:

- API American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo).
- ASME American Society Mechanical Engineer (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).
- AWS American Welding Society (Sociedad Americana de Soldadura).
- ISO International Organization for Standardization (Organización de Estándares Internacionales).
- B.S. British Standard Society (Sociedad Britanica de Estandarizacion).
- D.I.N. Deustches Institute für Normung (Instituto Aleman de Normas).

- N.F. Association Francaise de Normalisation (Asociación Francesa de Normalización).
- A.B.N.T. Associacao Brasileira de Normas Técnicas (Asociación Brasileña de Normas Técnicas).

Los códigos y especificaciones de las instituciones antes mencionadas cubren las diferentes etapas de soldadura, incluyendo por ejemplo la especificación del material (metal de base y consumibles), proyecto y preparación de la junta, calificaciones de procedimientos y de operador, así como procedimiento de inspección.

### **1.7 CÓDIGOS Y ESPECIFICACIONES DE SOLDADURA Y SU CLASIFICACIÓN.**

Hay muchos códigos y especificaciones relacionados con la soldadura. Para comprender adecuadamente esos códigos y especificaciones, se sugiere tener en cuenta las industrias que emplean especificaciones de soldadura.

Algunos de los productos que se ajustan a ciertas especificaciones son los siguientes:

- 1 Recipientes a presión.
- 2 Reactores nucleares.
- 3 Tuberías.
- 4 Puentes y edificios.
- 5 Barcos.
- 6 Tanques y recipientes de almacenamiento.
- 7 Ferrocarriles.
- 8 Aeroplanos e industria aeroespacial.
- 9 Equipo de construcción y agrícola.
- 10 Maquinaria industrial.
- 11 Industria automotriz.
- 12 Estructuras civiles

### **Recipientes a presión.**

En Estados Unidos el fabricante de recipientes de presión y de todo tipo de artículo que se defina como recipiente a presión queda bajo las especificaciones del código ASME (American Society of Mechanical Engineers) para calderas y recipientes a presión, este código consiste en 11 secciones.

- 1 Sección I: calderas de potencia.
- 2 Sección II: Especificaciones de materiales ferrosos, especificaciones de materiales, varillas de soldadura, electrodos y materiales de aporte.
- 3 Sección III: Componentes de Plantas de energía nuclear.
- 4 Sección IV: Calderas de calefacción.
- 5 Sección V: Pruebas no destructivas
- 6 Sección VI: Reglas recomendadas para el cuidado y el funcionamiento de calderas de calefacción.
- 7 Sección VII: Reglas recomendadas para el cuidado de calderas de potencia.
- 8 Sección VIII: Recipientes a presión, divisiones I, II y III.
- 9 Sección IX: Calificaciones de soldadura.
- 10 Sección X: Recipientes a presión de plástico reforzado con fibra de vidrio.
- 11 Sección XI: Reglas para inspección de sistemas de enfriamiento de reactores nucleares dentro del servicio.

### **Tuberías a presión.**

La soldadura del tubo a presión que se usa en las estaciones térmicas y nucleares, refinerías, plantas químicas, barcos, etc. se hace de acuerdo al código ASME .

### **Puentes y edificios.**

En Estados Unidos, la soldadura de estructuras se lleva a cabo según los requisitos de muchas de las grandes ciudades y para los puentes bajo la jurisdicción de los departamentos de carreteras. La base de estos reglamentos, es el “Estructural Welding Code” publicado por la “American Welding Society” (AWS).

## **Barcos.**

La soldadura de barcos es regida por distintas especificaciones y códigos. En Estados Unidos los barcos del gobierno federal quedan bajo los reglamentos emitidos por el “coast Guard” o por la “Navships division of the departament of defense”, estos requisitos son casi idénticos en lo que respecta al procedimiento de calificación de soldadura y de calificación de soldadores.

## **Tanques y recipientes de almacenamiento.**

Hay dos códigos principales para soldar tanques de almacenamiento, uno es la soldadura de tanques de almacenamiento elevados, publicado por la WS y la “American Water Works Association” que se llama “Standard for welded steel elevated tanks”. El otro es para tanques de almacenamientos de aceites y productos de petróleo, publicado por el “american petroleum institute” que es, “Standard for welded steel tanks for oil storage”

## **General.**

El documento “Standard for welding procedure and perfomance qualifications” puede llegar a ser documento de referencia para la calificación de procedimientos y desempeño para todos los códigos estándares y especificaciones de la AWS.

## **1.8 FORMACIÓN, CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE SOLDADORES<sup>8</sup>**

Para desarrollar los trabajos de soldadura acorde a los códigos y especificaciones internacionales es necesario que la mano de obra que realice los procesos cuente con la debida formación y posteriormente, si el mercado lo exige, la respectiva calificación y certificación bajo una norma o estándar internacional.

Por formación se entiende como el proceso mediante el cual un individuo es capositado en una determinada actividad en cuanto a conocimientos y desarrollo de habilidades.

---

<sup>8</sup> Howard B. Cary, Manual de Soldadura Moderno, segunda edición, tomo I, capitulo 4.

La calificación de un soldador, significa que éste ha elaborado trabajos de soldadura específicos, en condiciones particulares, y que dichos trabajos fueron preparados y probados y que han cubierto los requisitos de una especificación en particular.

Por otro lado la certificación es una declaración escrita en el sentido de que el soldador ha producido trabajos que satisfacen normas prescritas. Implica que una organización examinadora, un fabricante contratista, propietario o un usuario han atestiguado la preparación de los trabajos de soldadura que se van a examinar, que han dirigido dicho examen y que han registrado los resultados exitosos del examen de acuerdo con los niveles de aprobación prescritos

Otro aspecto importante en el proceso de formación y certificación es que permite la creación de un Registro de Soldadores, el cual consiste en registrar la certificación del soldador por un grupo o cuerpo apropiado o con autoridad. Este registro es de mucha utilidad en el campo laboral, ya que abre una puerta al mercado laboral para los soldadores, y sirve como un respaldo para las empresas que desean contratar estos servicios.

Estar calificado según un código normalmente no significa que se estará calificado según otro código, con algunas excepciones.

## **CAPITULO II**

### **INVESTIGACION DE CAMPO**

#### **ANTECEDENTE**

Analizar el ámbito del mecánico soldador en el país de manera general, permite profundizar más en cuanto a la situación real de los procesos de soldadura en el país, ya que para alcanzar los objetivos del trabajo de graduación, es necesario sustentar con datos estadísticos que puedan ser corroborados, las aseveraciones que nos planteamos en el marco referencial. Para ello se realizó una investigación de campo, dirigida a los distintos sectores involucrados en los procesos de soldadura.

En este capítulo se describe de manera detallada los procedimientos realizados para el desarrollo de la investigación de campo con la cual obtuvimos un diagnóstico sobre las condiciones de la soldadura en el país y establecimos las áreas en las que el mecánico soldador necesita formación, capacitación y entrenamiento.

La investigación de campo se desarrolló en base a dos métodos de investigación, el primer método fue el método de entrevistas personalizadas con el cual se obtuvo una idea clara de la situación actual del mecánico soldador en el país, para el desarrollo de este primer método se entrevistó personalmente a un grupo de personas representativas de los distintos sectores que intervienen directa e indirectamente en el área de la soldadura, con la información obtenida del método de entrevistas personalizadas procedimos a la elaboración de una encuesta que se llevó a cabo mediante el método de investigación determinístico, el cual consiste en seleccionar entre una muestra de empresas del sector metalmeccánico aquellas que utilizan procesos de soldadura en su actividad productiva. Detallamos el desarrollo de lo antes mencionado y presentamos los resultados que obtuvimos.

## 2.0 METODOLOGIA GENERAL PARA EL DIAGNOSTICO

En la investigación de campo se determinaron los principales procesos de soldadura en la industria metalmecánica del país, así como el grado de formación de los soldadores y además se determinó de forma preliminar la oportunidad de establecer en el país una entidad certificadora de mecánicos soldadores.

Para el desarrollo de nuestra investigación de campo seguimos la presente metodología:

- 1) *Definir el universo de estudio para hacer la investigación.*

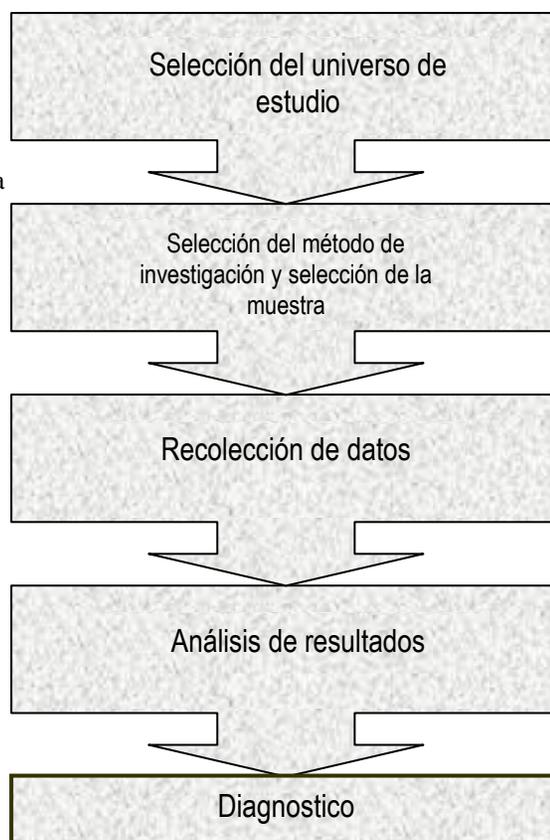
Para el desarrollo de la investigación de campo enfocamos el estudio, en los sectores involucrados en la soldadura y además sobre la industria metalmecánica de El Salvador que en sus procesos productivos utilicen procesos de soldadura.

- 2) *Selección del método de investigación y selección de la muestra.*

Para desarrollar la investigación seleccionamos el método más adecuado.

La investigación busca determinar la situación actual del mecánico soldador en la industria metalmecánica del país, según lo explorado hasta el momento<sup>9</sup>, no se ofrecen antecedentes o estudios previos, de manera que nuestra investigación es de tipo exploratoria<sup>10</sup>, porque no reúne ninguna teoría para basar el trabajo.

- 3) *Recolección de datos*



<sup>9</sup> Se dice que no ofrece antecedentes, porque según lo investigado de fuentes primarias como INSAFORP, CONACYT, MINTAB, no ha habido investigaciones preliminares.

<sup>10</sup> ANDER EGC, E.  
Introducción a las técnicas de investigación social  
Buenos Aires, Ed. Amorrortu. 1978

4) *Análisis de resultados*

5) *Diagnostico*

Para llevar a cabo nuestra investigación de campo considerando que para esta no existe precedentes, dividiremos esta investigación en dos partes como se detalla a continuación.

## **2.1 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN PARA ENTREVISTAS PERSONALES**

A continuación se detalla el desarrollo de la metodología de la investigación.

### **2.1.1 SELECCIÓN DEL UNIVERSO DE ESTUDIO**

La primera parte tiene como objetivo involucrar a los diferentes sectores que intervienen directa e indirectamente en el área de la soldadura (Ver APENDICE 1. *Metodología empleada para el desarrollo de entrevistas personales*) haciendo un sondeo exploratorio que nos permita tener una idea mas clara referente a la situación del mecánico soldador en el país, y que sirva de insumo para la segunda parte de la investigación.

### **2.1.2 SELECCIÓN DEL METODO DE INVESTIGACION<sup>11</sup> Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

Para seleccionar un método de investigación adecuado para la primera etapa, se investigaron diversos métodos, de entre los cuales consideramos que el más idóneo es el método de entrevistas personalizadas, el cual se detalla a continuación.

#### **2.1.2.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN DE ENTREVISTAS PERSONALES**

Se entiende por entrevista al proceso de interrogar o hacer preguntas a una persona con el fin de captar sus conocimientos y opiniones acerca de algo, con la finalidad de realizar alguna labor específica con la información captada. Hay diferentes formas de realizar esta tarea: por vía telefónica que es la más frecuente, por entrevistas personales o por correo.

La entrevista personal se puede definir como una entrevista cara a cara, en donde el entrevistador pregunta al entrevistado y recibe de éste las respuestas pertinentes a las

---

<sup>11</sup> [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

hipótesis de la investigación. Las preguntas y su secuencia demuestran el grado de estructuración de la entrevista. Las entrevistas personales pueden llevarse a cabo en el domicilio de las personas (casa por casa), en su lugar de trabajo, mediante intercepciones en la calle o en centros comerciales. También al salir de un local de compras o al haber obtenido algún servicio.

El costo de la entrevista personal es relativamente alto y es mucho mayor que el de las entrevistas telefónicas o por medio del correo, debido a que en ella se requiere gran cantidad de personal entrevistador que tiene que trabajar en la calle con sol y con lluvia, y viajar para localizar los elementos poblacionales para entrevistas. El investigador debe dar una orientación adecuada a los investigadores, para que éstos adquieran suficiente habilidad para contestar las preguntas de los entrevistados, sean rápidos, precisos, responsables y honrados en la recopilación de datos; que conozcan el objetivo general del estudio y la importancia de las entrevistas, etc.

Ésta entrevista aumenta la posibilidad de participación de un mayor número de personas. Por lo general, en el proceso de entrevista personal intervienen tres personas: investigador, entrevistador y entrevistado; o sea que el investigador encarga a alguien la realización de la entrevista, pero manteniendo el control y la supervisión del proceso de ésta. El investigador puede crear varias técnicas del control del desarrollo de la entrevista. Puede generar una sección al final del cuestionario, donde se anote dirección, teléfono y nombre del entrevistado. Estos datos sirven para que aleatoriamente se tome de un 5 a un 10% de los cuestionarios elaborados y se formule al entrevistado, por vía telefónica, algunas preguntas de verificación en una breve conversación.

La entrevista personal tiene grandes ventajas, así como algunas limitaciones en su aplicación. Una de las ventajas es la profundidad y el detalle de información que se puede obtener. Asimismo, el entrevistador puede añadir más datos para mejorar la calidad de la información. Otra ventaja es que el entrevistador tiene más control sobre el entrevistado respecto a otros métodos, además de que puede cambiar el lenguaje o aclarar las dudas que surjan para el entrevistado. Hay desventajas también en esta forma de entrevistas:

1. El costo de este tipo de entrevistas es relativamente alto.
2. Colaboración, cooperación de la gente: hay personas a quienes les desagrada revelar sus asuntos personales, o cualquier otra información, con gente desconocida.

Hay tres criterios principales para el éxito de una entrevista:

- a) Accesibilidad a la información requerida por parte del entrevistado.
- b) Que los entrevistados entiendan su papel.
- c) Motivación que se necesita dar a los entrevistados.

El procedimiento es difícil; todo lo que se dice o se hace en una entrevista puede afectar el estudio. A menudo los entrevistados reaccionan más según el grado de relación que se establezca, que por el contenido de la entrevista. Para incrementar la receptividad del entrevistado se debe establecer una relación amigable con el entrevistado y se debe considerar el estudio como valioso en su contenido. Usualmente es necesario que el entrevistador explique sus propósitos y los resultados esperados.

*La introducción.* La primera reacción del entrevistado ante la entrevista es generalmente de cierta curiosidad y reservada cortesía. El entrevistador puede causar una impresión, presentándose a sí mismo, a su organización y el objetivo de la entrevista. Una sonrisa, una actitud amable y una buena introducción dan muy buenos resultados. A menudo es bueno contar con cartas de identificación o de presentación. La introducción no debe ser muy detallada, ya que demasiada información puede producir sesgos.

*La buena relación para la entrevista.* El éxito en la entrevista tiene las mismas características que cualquier relación interpersonal la situación de la entrevista puede ser para muchos entrevistados, así que es conveniente dedicar tiempo en la explicación de lo que se hará. El entrevistador puede ayudar mucho recordando el hecho de que la entrevista es confidencial e importante y que las respuestas pueden ser libremente contestadas, la experiencia indica que esto ayuda a abrir la conversación.

*La entrevista.* Una vez que se ha establecido un buen ambiente de comunicación, el trabajo se convierte en la técnica de recopilar la información, es decir, la entrevista se ajusta a su propio plan de preguntas en donde el entrevistador debe hacer las preguntas tal como están especificadas, con el fin de evitar malos entendidos.

Una de las tareas más difíciles es hacer que las respuestas sean adecuadas para satisfacer los objetivos. Para ello, el entrevistador debe conocer concretamente los propósitos de cada pregunta. Otra valiosa técnica es obtener más información; esto es particularmente efectivo cuando la respuesta no es clara o consistente con algo que se ha dicho antes.

*Grabando la entrevista.* El método tradicional consistía en escribir las respuestas pero actualmente hay otros medios tales como la grabación, donde se requiere seguir algunas recomendaciones:

- a) Es importante grabar las respuestas en el lugar de la entrevista.
- b) En caso de presión de tiempo, recomendable usar una de grabadora de bolsillo para conservar lo esencial de las respuestas.
- c) Es conveniente repetir la respuesta, mientras graba, parafraseando o mientras escribe, según el caso.

Este tipo de metodología de investigación la consideramos conveniente para conocer de forma general el ámbito de la soldadura en el país y así dar las pautas para continuar con la investigación de acuerdo a los resultados que obtuvimos. (*Ver APENDICE 1. Metodología empleada para el desarrollo de entrevistas personales*).

### **2.1.3. SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

Para el desarrollo del método de entrevistas personales se establecieron los sectores que participan directa e indirectamente en la actividad de la soldadura, estos sectores fueron seleccionados mediante un análisis en base a los que consideramos intervienen directa e indirectamente en la soldadura, luego se seleccionaron, a manera de muestra, personas representativas de cada uno de estos sectores. Una vez establecido lo anterior procedimos a

elaborar un cuestionario cuyo objetivo era obtener la mayor cantidad de información referente a los procesos de soldadura utilizados en el país por parte de los participantes.

#### **2.1.4 RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para aplicar el método de entrevistas personalizadas una vez definidos los sectores de interés y las personas representativas de cada uno de ellos, procedimos a contactar con estas personas vía teléfono y/o correo electrónico, para hablarles acerca de nuestro trabajo y acordar la fecha y el lugar en el cual podíamos realizar dicha entrevista. Una vez realizado esto, procedimos a reunirnos con estas personas en los lugares establecidos para hacerles la entrevista. (Los resultados de esta entrevista se detallan en el *APENDICE 1. Metodología empleada para el desarrollo de entrevistas personales*).

#### **2.1.5 ANALISIS DE RESULTADOS**

A continuación presentamos las conclusiones por pregunta, vertidas del análisis de los resultados de las entrevistas personales (para ver las respuestas de cada uno de los entrevistados ver *APENDICE 1 Metodología empleada para el desarrollo de entrevistas personales*).

- 1) ¿Considera usted que la industria local demanda mecánicos soldadores habilidosos?

##### **Conclusión**

La industria definitivamente necesita mecánicos soldadores habilidosos, pero no basta con que estos sean habilidosos sino se requiere que sean integrales, es decir que posean los conocimientos teóricos y prácticos y además actitudes y aptitudes para desempeñar trabajos de soldadura de calidad, en conclusión el país y la industria necesitan personas con competencias en el área de la soldadura. La mayoría de los mecánicos soldadores poseen las habilidades técnicas pero no poseen los conocimientos teóricos del campo de la soldadura.

- 2) ¿Considera usted que en el país existe potencial humano para desarrollarse técnica y profesionalmente en área de la soldadura?

### **Conclusión**

El Salvador cuenta con un gran potencial humano en cuanto número se refiere y con aptitudes de aprendizaje. No solamente se debe de pensar en el género masculino cuando se habla de soldadura, se debe de incorporar al género femenino, las cuales puede realizar los mismos trabajos que un hombre y en ocasiones mejor que un hombre. Las empresas en algunos casos no exigen que los mecánicos soldadores cuenten con una preparación de algún tipo que lo califique como soldador, lo cual da lugar a que no se requiera de una institución que sea especialista en formar mecánicos soldadores. El mecánico soldador de nuestro medio no cuenta con el nivel de profesionalismo que requiere en algunos casos, a excepción de algunas personas que han sido preparadas fuera de nuestro país y que en algunos casos se encuentran certificados.

- 3) ¿Cree usted que en el país se respetan las condiciones básicas de seguridad industrial en el área de la soldadura?

### **Conclusión**

En el país la mayoría de las empresas están consientes de la importancia del uso de los equipos de seguridad

- 4) ¿Considera usted que el nivel de formación del mecánico soldador satisface las necesidades de la industria nacional?

### **Conclusión:**

El nivel de formación del mecánico soldador se puede decir que esta a un termino intermedio donde se deben de cubrir muchos vacíos que la formación actual no ha tomado en cuenta, de manera que se deben de analizar la formación de los diferentes niveles formativos tanto a nivel técnico, tecnológico y universitario.

- 5) ¿Qué procedimientos se utilizan actualmente para evaluar a un mecánico soldador?

**Conclusión:**

Para evaluar a un mecánico soldador, no existen en el país procedimientos estandarizados, que permitan conocer y verificar si realmente posee los conocimientos y las habilidades necesarias para realizar el trabajo de una forma profesional, los procedimientos que comúnmente las empresas emplean para evaluar a los aspirantes a una plaza de soldador son:

- Observación de la regulación de parámetros del equipo de soldadura
- Inspección visual (generalmente utilizando una lupa)
- Ensayos destructivos
- Ensayos no destructivos, si se trata de un trabajo complejo (líquidos penetrantes, radiografía, ultrasonido, etc.)

- 6) ¿Cuáles son los procesos de soldadura mas comunes y los mas importantes en el país?

**Conclusión:**

Los procesos más comunes son hasta ahora en nuestra industria los siguientes:

- 1.- Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido.
- 2.- Soldadura oxiacetilénica.
- 3.- Soldadura MIG.
- 4.- Soldadura TIG.

- 7) ¿Cree que los mecánicos soldadores deben ser certificados?

**Conclusión:**

Hablar de certificación se entiende que el soldador debe estar antes calificado de manera que debe ser competente donde no solo tenga habilidad sino también que tenga conocimientos sobre aspectos relacionados con la soldadura Así también cuando se habla de certificación se debe entender varios tipos de certificación dentro de la categoría de soldadores.

- 8) ¿Considera Ud. Importante la existencia de una institución facilitadora de pruebas de certificación?

**Conclusión:**

Si hablamos de certificación se debe entender que debemos de contar con la institución que brinde la certificación, pero para hablar de una certificación para nuestro mecánico soldador, debe ser reconocida a nivel internacional, por lo que debemos considerar una institución donde su función sea la de acercar la certificación de una institución internacional, de modo que solo sea una facilitadora de la institución internacional , donde facilite los recursos de equipo, asesoría, personal y registro de los soldadores certificados y sea la entidad internacional quien avale la certificación.

- 9) ¿Cuáles considera que deberían de ser las categorías de certificación de mecánicos soldadores a implementar inicialmente por la institución facilitadora?

**Conclusión:**

Para iniciar la certificación de mecánicos soldadores, será con dos categorías dentro de las que se consideran un mecánico soldador y un inspector supervisor. De manera que tendríamos:

- a- Soldador operador: Una persona que ejecute trabajos de soldadura.
- b- Un supervisor: Es la persona que supervise y asesore al mecánico soldador ejecutor y avale las actividades realizadas, debe tener un nivel académico podría ser de técnico hacia arriba y el operador, un nivel de sexto grado hasta técnico operativo

Ambos deben ser certificados en un proceso de soldadura y cada tipo de junta.

- 10) ¿Considera Ud. Importante la creación de una oficina de registro de soldadores en el país?

**Conclusión:**

Si sería importante la creación de una oficina que registre los mecánicos soldadores, de manera que sirva de referencia del personal y que se encargue de actualizar el personal que está disponible en el área de la soldadura. Así también esta oficina debe ofrecer las funciones de vinculación del personal de soldadura con las empresas que ofertan servicios de soldadura.

- 11) A su criterio ¿Cuáles deberían de ser las instancias involucradas y su función respectiva en el proceso de certificación de un mecánico soldador?

**Conclusión:**

Debe existir un sector normalizador quien debería tropicalizar normas internacionales, luego, un mecanismo supervisor quien se encargara de evaluar los centros de formación además de coordinar los centros de formación, para certificar se necesita una institución independiente de las anteriores, sería una entidad local que funcionaria de facilitadora de una organización internacional, se dice facilitadora porque su función será de facilitar recursos, personal, equipo para realizar la certificación, además tendrá la función garantizar que los soldadores certificados en el país están certificado a nivel internacional, y luego los centros de formación serian distintas instituciones formativas

### 2.1.6 DIAGNOSTICO

Las conclusiones antes expuestas nos ayudaron a formular las siguientes hipótesis:

1. La industria metalmecánica local dispone de muy poca mano de obra calificada y certificada en soldadura.
2. El salvador dispone de abundante mano de obra, pero no cuenta con centros de formación de soldadura que permitan formar al personal de manera integral.
3. En la industria metalmecánica de El Salvador, se utilizan los equipos de seguridad industrial básicos correspondientes a cada proceso de soldadura.
4. La industria metalmecánica del país, no aplica procedimientos estandarizados para la contratación de mecánicos soldadores.
5. Los procesos de soldadura utilizados en la industria metalmecánica de El Salvador, son los tradicionales.
6. En la industria metalmecánica la soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido SMAW es la más usada.
7. La industria metalmecánica a pesar de conocer las ventajas de la certificación de soldadores no han hecho uso de este recurso en su totalidad.
8. El Salvador no cuenta con un sistema que vele por la certificación de los mecánicos soldadores.
9. Antes de certificar a un mecánico soldador este debe ser calificado.

Estas hipótesis fueron sometida a validación a través del diseño de una encuesta dirigida al sector metal mecánico que en sus procesos productivos utilizan procesos de soldadura (*ver APENDICE 3, Listado de empresas del sector metalmecánica que utilizan procesos de soldadura en su actividad productiva (socias de ASIMETAL y otras)*), mediante el método de investigación determinístico el cual se amplía a continuación.

## **2.2 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN METODO DETERMINISTICO**

A continuación se detalla el desarrollo de esta metodología de investigación.

### **2.2.1 SELECCIÓN DEL UNIVERSO DE ESTUDIO**

La segunda parte de la investigación tendrá un espectro más amplio en cuanto al universo de estudio, y será dirigida a todas aquellas empresas del país que utilicen procesos de soldadura en su actividad productiva. Como base para la selección de este universo tomamos el listado de empresas afiliadas a ASIMETAL y otras no afiliadas (ver APENDICE 2 *Lista de empresas afiliadas a ASIMETAL*).

### **2.2.2 SELECCIÓN DEL METODO DE INVESTIGACIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

Para seleccionar un método de investigación adecuado para la primera etapa, se investigaron diversos métodos, de entre los cuales consideramos que el más idóneo es el método de entrevistas personalizadas, el cual se detalla a continuación.

#### **2.2.2.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN DETERMINISTICO<sup>12</sup>**

Todas las técnicas determinísticas están basadas en el juicio personal del investigador. Es posible que estos juicios personales sean una buena estimación de las características de la población, pero estos modelos de muestreo no permiten evaluar su grado de exactitud.

Por lo general, el muestreo determinístico implica un juicio personal, algunas veces el del investigador, y otras el del recopilador de datos.

#### *Muestreo intencional*

En el muestreo intencional todos los elementos muestrales de la población serán seleccionados bajo estricto juicio personal del investigador. En este tipo de muestreo el investigador tiene previo conocimiento de los elementos poblacionales. Aunque este

---

<sup>12</sup> [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

muestreo es subjetivo, requiere que el investigador conozca los elementos muestrales, lo que permite que el muestreo sea representativo.

El tipo de muestreo determinístico que utilizamos para nuestra investigación es el de muestreo intencional, ya que se hizo una investigación previa de la actividad productiva para determinar si interviene la soldadura en ella.

### **2.2.3 SELECCIÓN DE LA MUESTRA PARA EL METODO DE INVESTIGACIÓN DETERMINISTICO**

La selección de la muestra para esta investigación estará sustentada en la información proporcionada por la Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI) (*ver APENDICE 2 Lista de empresa afiliadas a ASIMETAL*) y otras empresas importantes que utilicen procesos de soldadura en sus actividad productiva, esta información consiste en un listado de las empresas metal-mecánicas que se detallan en los apéndices (*ver APENDICE 3 Listado de empresas del sector metalmecánica que utilizan procesos de soldadura en su actividad productiva (socias de ASIMETAL y otras)*).

### **2.2.4 RECOLECCIÓN DE DATOS**

Con los resultados obtenidos del método de entrevistas personales se diseño un cuestionario (*ver APENDICE 4, Diseño del Cuestionario*), cuyo propósito es validar las hipótesis planteadas como resultado de la investigación previa.

Para la realización de la encuesta, se contacto vía teléfono con las empresas que constituyen la muestra predeterminada (esta muestra resulto de un análisis previo de la actividad productiva de las empresas que constituyen el universo y que aparecen en listado del APENDICE 3), y se les solicito llenar la encuesta y enviar ya fuera por vía fax o por correo electrónico, las empresas que colaboraron en esta investigación se detallan en el APENDICE 5.

### **2.2.5 ANALISIS DE RESULTADOS**

La tabulación y el análisis de los resultados de este método investigación se detallan en el APENDICE 6 *Resultados de las encuestas por el método determinístico.*

### **2.2.6 DIAGNOSTICO**

Los resultados de la investigación basada en el método de investigación determinístico (encuesta a empresas metalmecánicas) nos permite formular el siguiente diagnóstico sobre el ámbito de la soldadura en la industria metalmecánica del país:

- Los procesos de soldadura que más se utilizan en el país son los procesos de soldadura de arco eléctrico con electrodo revestido y soldadura oxiacetilénica y utilizando muy poco los procesos de soldadura especiales como soldadura por arco y gas (GTAW, GMAW).
- La empresa metalmecánica del país se dedica a prestar servicios de mantenimiento y montajes electromecánicos a otras empresas del sector industrial y en muy pocos casos a la producción en masa de artículos de uso final. Esto se debe a que, las actividades de soldadura que realiza la empresa metalmecánica del país, por lo general se llevan a cabo para terceros. Y además este tipo de actividades depende de la demanda de servicios que tenga la empresa, los cuales no son constantes.
- La Razón por la cual el porcentaje de soldadores a tiempo completo, que trabajan en las empresas del país es mayor que el de los subcontratados radica en que, el número de soldadores con que cuentan las empresas metalmecánica es muy pequeño generalmente menor de 5 mecánicos soldadores en planta y cuando la demanda de servicios se incrementa las empresas hacen uso de subcontrataciones, en base a un banco de datos de mecánicos soldadores que han trabajado anteriormente con ellos.
- La mayoría de empresas metalmecánica de soldadura cuentan con personal cuya formación es de tipo empírica sin contar con una formación técnica-profesional en soldadura.

- La mayoría de la empresa metalmecánica hace uso de equipos básicos de seguridad industrial en soldadura
- Las empresas del sector metalmecánica utilizan principalmente ensayos no destructivos, como la inspección visual, que no requieren mayor análisis y de equipo sofisticado, además que el uso de ensayos no destructivos reducen los costos de prueba de las piezas soldadas. Y son realizadas en su mayoría por el personal de la empresa y en dado caso sean las exigencias requeridas las empresas metalmecánica hacen uso de ensayos no destructivos mas especializados subcontratados.
- Las empresas metalmecánicas no aplican procedimientos estandarizados con fines de contratación de los mecánicos soldadores, de manera que cada una tiene su propio método de evaluación.
- Las empresas del sector metalmecánica conocen de las ventajas de la certificación de mecánicos soldadores.
- Son muy pocas las empresas del sector metalmecánica que cuentan entre su personal con mecánicos soldadores certificados. Asimismo las pocas empresas metalmecánica que tienen certificados a los mecánicos soldadores son bajo normas de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS).
- De los soldadores con algún tipo de certificación, la mayoría la tienen en el nivel principiante, esto posiblemente debido a que las exigencias del mercado no demandan un mayor nivel de especialización, y cuando si lo requiere se subcontratan dichos servicios, siendo estos muy bien cotizados debido a la poca oferta de mano de obra para este tipo de trabajo.
- Existe confusión entre las empresas metalmecánica sobre instituciones certificadoras, ya que en el país existen algunas entidades que se dedican a dar un respaldo técnico sobre los procesos de soldadura, pero no emiten una certificación respaldada bajo normas internacionales.

- Si bien es cierto que las empresas brindan capacitación al personal de soldadura, la frecuencia de estas capacitaciones es muy baja.
- La mayoría de empresas metalmecánicas conocen las ventajas de la certificación, pero han promovido muy poco las actividades relacionadas a certificar mecánicos soldadores. Un pequeño grupo de empresas metalmecánica que han conocido las ventajas y se han certificado, de manera que cuentan con mayores ventajas que las hacen (empresas con mecánicos certificados) más competitivas. Pero las pocas empresas metalmecánicas que han certificado a algunos mecánicos soldadores, han sido motivadas como resultado de las exigencias que imponen los sistemas de calidad.
- Los resultados confirman que existe cierto desconocimiento por parte de las empresas respecto a lo que es en sí una certificación.
- Existen empresas que no cuentan con la suficiente especialización de mecánicos soldadores para realizar ciertos trabajos que requieren un mayor nivel de especialización, por lo que se recurre a sub-contratar dichos servicios.
- Ya que las empresas conocen los beneficios de la certificación de los soldadores, consideran que sería conveniente contar con una entidad que se encargue de facilitar el proceso en el país.
- El total de empresas muestra un notable interés en hacer uso de los servicios de certificación de una entidad certificadora de mecánicos soldadores en el país.
- De acuerdo a los resultados de los métodos de investigación, podemos decir que las empresas del sector metalmecánica están interesadas y ven como una oportunidad de crecimiento la certificación del personal de soldadura por medio de una entidad que los certifique a nivel local.

***Los resultados del diagnóstico nos permiten validar las siguientes hipótesis:***

1. La industria metalmecánica cuenta con muy poca mano de obra calificada y certificada en soldadura.
2. En la industria local comprende la importancia de utilizar los equipos de seguridad industrial básicos correspondientes a cada proceso de soldadura.
3. En el país, no realizan procedimientos estandarizados para la contratación de mecánicos soldadores.
4. La soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido SMAW sigue usándose con mayor frecuencia.
5. En el país, a pesar de conocer las ventajas de la certificación de soldadores, no han hecho uso de este recurso en su totalidad.
6. El Salvador no cuenta con un sistema que vele por la certificación de los mecánicos soldadores.

### **2.3 CONCLUSIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

- Uno de los datos que la investigación de campo arrojó, es que la formación educativa que poseen actualmente los mecánicos soldadores en El Salvador es de forma empírica o técnica vocacional y por lo tanto la mayoría de personas que se dedican a este sector no cumplen con el perfil que llene los requerimientos de formación de un soldador integral.
- Debido al tipo de formación que poseen los mecánicos soldadores en el país, es importante que previo a un sistema de certificación exista además un sistema integral de formación, que permita al aspirante una formación gradual como antesala a lo que sería una certificación y cumplir con los requerimientos.
- Es necesario establecer vínculos con organizaciones internacionales que permitan tener acceso a los programas de formación y certificación.

- Según datos de la investigación existe en el país una marcada influencia por parte de las normas y estándares norteamericanas, esto se debe a las relaciones comerciales, a la dependencia tecnológica y a la posición geográfica que el país tiene con respecto al país norteamericano.

## **CAPITULO III**

### **SISTEMA NACIONAL DE FORMACIÓN DEL MECANICO SOLDADOR EN EL SALVADOR**

#### **ANTECEDENTE**

Después de haber realizado una investigación sobre la situación del mecánico soldador en la industria metalmecánica de El Salvador, y específicamente indagando sobre la certificación de los mecánicos soldadores, proponemos que previo al establecimiento de un sistema para la calificación y certificación de mecánicos soldadores en nuestro país, resulta oportuno y necesario la creación de un sistema nacional de formación de mecánicos soldadores, ya que para poder certificar a un obrero cuya formación es de carácter empírico<sup>13</sup> según los datos arrojados del diagnostico, es necesario que este cuente con la debida formación previa, de lo contrario el proceso de certificación no tendría sentido.

Para desarrollar el potencial humano con el que se cuenta en el país en el campo de la soldadura, es preciso crear un sistema nacional de formación que luego se convierta en un sistema nacional de formación y certificación, que permita en su etapa inicial preparar a los aspirantes potenciales al proceso de certificación para que estos puedan someterse al proceso con la debida preparación. Esto se debe hacer con una visión de país, ya que deberán estar involucradas no solo las entidades educativas y formativas, sino también todas aquellas instituciones que de una u otra forma tengan que ver con el campo de aplicación de la soldadura.

A continuación se presenta una propuesta de un sistema nacional para la formación de mecánicos soldadores en donde se establecen las entidades que deben intervenir en el proceso, como también se mencionan las funciones que los diversos organismos involucrados deberían asumir para que el sistema pueda tener éxito. Además se establecen los requerimientos básicos para la ejecución del plan de formación y se presentan ciertos cursos piloto, que servirían de guía para la implementación del mismo.

---

<sup>13</sup> Pregunta 6 de la encuesta hecha a las industrias metalmecánica del país (Diagnostico sobre el ámbito de la soldadura en el Salvador)

### **3.0 PROPUESTA DE UN SISTEMA NACIONAL DE FORMACION DE MECANICOS SOLDADORES EN EL SALVADOR**

Esta propuesta reúne la información necesaria para la integración organizativa de las diferentes instituciones que intervendrían en lo que sería un “Sistema Nacional de Formación de Mecánicos Soldadores”

En este capítulo se propone la creación de un *Sistema Nacional para la Formación de Mecánicos Soldadores en El Salvador*, atendiendo las consideraciones generales y particulares que debe tener todo sistema nacional de formación.

#### **3.1 INSTITUCIONES INVOLUCRADAS**

Como se menciona anteriormente, el establecimiento de un Sistema Nacional de Formación involucra una serie de instituciones; estas instituciones juegan un papel importante en el funcionamiento de dicho sistema, ya que aportan de manera significativa elementos que se complementan. Estas instituciones son:

1. Centros de formación
2. Centros calificadores (Comité de Calificación y Evaluación)
3. Centros de evaluación (Comité de Calificación y Evaluación)
4. Centros Supervisores de Formación (Comisiones Sectoriales)
5. Centro Normativo (Consejo de Calificación y Certificación<sup>14</sup>)

La estructura organizativa propuesta es la siguiente:

---

<sup>14</sup> La función de Certificación solo se menciona en este documento, ya que se abordará posteriormente

### SISTEMA NACIONAL DE CALIFICACION DE MECANICOS SOLDADORES EN EL SALVADOR

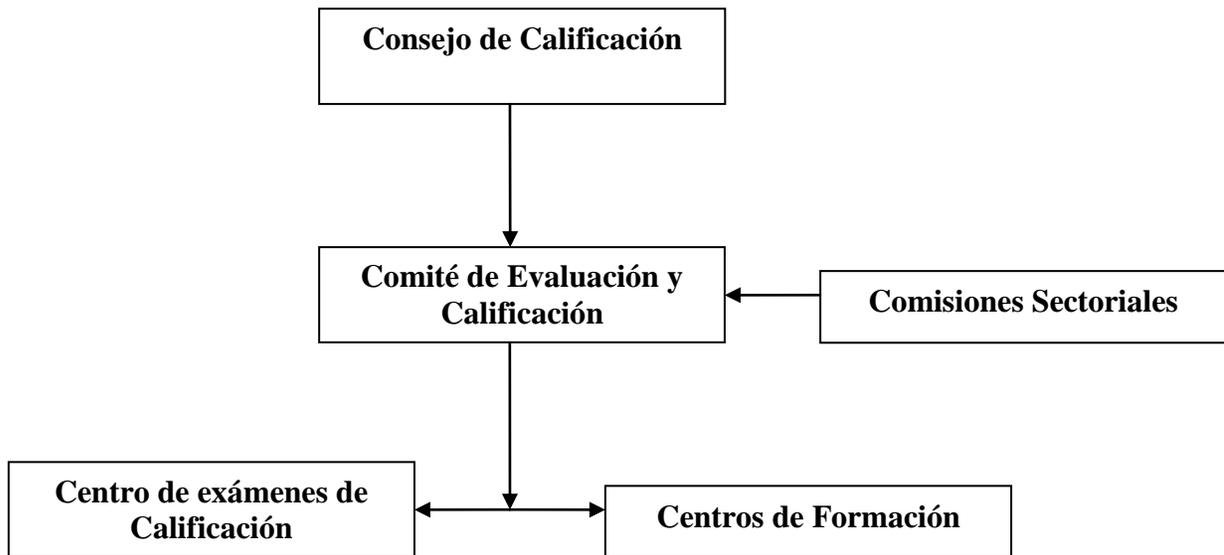


Figura 3.1 Organigrama de entidades que integran el Sistema Nacional de Formación de Mecánicos Soldadores en el Salvador.

La primera entidad involucrada será el Consejo de calificación, quien tendrá la función de órgano normativo del sistema, posteriormente se tendrá al comité de evaluación y calificación que desempeñara la función de vigilante las actividades de supervisión de las actividades del resto de entidades (centros de exámenes de calificación y centros de formación), además estará apoyado por las comisiones sectoriales, estos (comisiones sectoriales) juegan un papel muy importante porque se encargaran de proponer actualizaciones hacia las normas, exámenes de calificación y cursos de formación para que el sistema se este actualizando, por ultimo se tendrá a los centros de formación y de exámenes de calificación quienes tienen la función operativa del sistema.

A continuación se detalla cada una de las competencias de las entidades involucradas en el Sistema Nacional de Formación de Mecánicos Soldadores.

### 3.1.1 CENTROS FORMATIVOS

Este órgano o dependencia de una empresa o institución estaría capacitado para desarrollar los programas de enseñanza referente a los niveles de calificación y certificación para mecánicos soldadores.

Los centros formativos serían los órganos del sistema que ejecutarían los programas de enseñanza, encargados de la formación profesional del recurso humano, estos centros prepararían a los aspirantes a calificar como soldadores.

Se considerarían Centros formativos para Calificación aquellos Organismos o dependencias reconocidos como tales por el Consejo y asesorado por el Comité. Ellos podrían ser organizados por instituciones públicas o privadas interesadas en el desarrollo y la aplicación de la Soldadura, tales como Organismos de Enseñanza Pública, Instituciones de Investigación, Asociaciones, Empresas, etc.

Los criterios para el reconocimiento de los Centros de Exámenes de Calificación son establecidos por el Consejo, quien es el único Organismo responsable por la concesión de la acreditación a un Centro de Exámenes de Calificación.

Los requisitos que deben reunir estos organismos son los siguientes:<sup>15</sup>

- Ser una institución, organización o asociación legalmente constituida, cuya finalidad principal esta encaminada a la formación profesional de recursos humanos, y que a su vez posea la estructura interna, administrativa, técnica y funcional encaminada a la consecución de su finalidad principal, para tal efecto debe de contar con:
  - Una estructura organizativa
  - Los recursos humanos necesarios en las áreas de gestión administrativa y técnico docente.

---

<sup>15</sup> Estos requisitos son los que determina la normativa de INSAFORP en la normativa para la acreditación de programas y reconocimiento de centros colaboradores

- Contar con condiciones técnico pedagógicas e infraestructura que permitan ejecutar las acciones formativas con el mas alto nivel de calidad de acuerdo con los parámetros establecidos para tal efecto deberá:
  - Tener a su disposición maquinaria, equipos y herramientas indispensables actualizadas y en perfectas condiciones de funcionamientos.
  - Contar con los recursos didácticos necesarios diseñados especialmente para impartir los programas de formación que solicita acreditar.

### **3.1.2 CENTRO DE EXÁMENES DE CALIFICACIÓN (Centros de Calificación)**

Este Órgano o dependencia de una Empresa o Institución estaría capacitado para tomar exámenes de calificación a los candidatos a calificar como Soldadores, siendo reconocido como tal por el Consejo de Calificación y Certificación.

Los Centros de Exámenes de Calificación serían los órganos del Sistema que ejecutarían los exámenes de calificación.

Se considerarían Centros de Exámenes de Calificación aquellos Organismos o dependencias reconocidos como tales por el Consejo, asesorado por el Comité. Ellos podrían ser instituciones públicas o privadas interesadas en el desarrollo y la aplicación de la Soldadura, tales como Organismos de Enseñanza Pública, Instituciones de Investigación, Asociaciones, Empresas, etc.

Los criterios para el reconocimiento de los Centros de Exámenes de Calificación son establecidos por el Consejo, quien es el único Organismo responsable por la concesión de la acreditación a un Centro de Exámenes de Calificación.

En el caso de Instituciones que se propongan ser un Centro de Exámenes de Calificación y que estén relacionadas con actividades de enseñanza y entrenamiento, deberán comprobar claramente que existe una separación entre las actividades de enseñanza y entrenamiento con las de calificación.

Los Centros de Exámenes de Calificación deberán poseer Organigrama administrativo y funcional, debiendo incluir en su cuerpo técnico los siguientes cargos:

- Un Gerente.

- Inspectores de Soldadura certificados en todas las Normas y/o Códigos en las que pretendan actuar, formalmente designados como Inspectores Responsables por el Sistema que responde técnicamente frente al Comité, en su área de actuación

La confección del Manual de Calidad es una condición necesaria para que el Comité pueda evaluar y el Consejo pueda aprobar al Centro de Exámenes de Calificación. Este Manual deberá ser mantenido y estará disponible para verificación y auditoria por parte del Comité en cualquier momento que lo desee.

La realización de exámenes para calificación en niveles es una atribución del Centro de Exámenes de Calificación. Para que sean válidos para la calificación, dichos exámenes deberán ser ejecutados bajo la supervisión del Inspector de Soldadura responsable por el Sistema.

#### EXAMEN DE CALIFICACIÓN

Comprende las actividades relacionadas con la comprobación de la calificación de un individuo.

#### NIVEL DE CALIFICACIÓN.

Es el nivel profesional atribuido a un individuo y resultante de la comprobación formal de sus conocimientos, habilidades y aptitudes, que lo capacita para ejercer las atribuciones y responsabilidades de Soldador o Inspector de Soldadura previamente definidas.

#### CALIFICACIÓN

Consiste en la comprobación de características y habilidades según procedimientos escritos y con resultados documentados, que permiten a un individuo ejercer determinadas atribuciones y responsabilidades.

### **3.1.3 CONSEJO DE CALIFICACIÓN**

El Consejo sería el Órgano Normativo del Sistema de Calificación de Soldadores, siendo administrativamente independiente.

El Consejo estaría constituido por los siguientes miembros:

- Gerente del Comité de Calificación y Certificación.
- Los Coordinadores de las Comisiones Sectoriales.
- Un representante, con conocimientos específicos y/o experiencia en Soldadura, de cada una de las Entidades siguientes, designado respectivamente por ellas :
- Universidades
- Institutos tecnológicos
- Asociación de Ingenieros
- Instituto Nacional de Normas Técnicas.
- Cámara de Industria

Podrían incorporarse además miembros facultativos, los cuales serían representantes de otras Organizaciones y aquellos profesionales vinculados al área de Soldadura, invitados a criterio del Consejo.

Entre las competencias del Consejo estarían las siguientes:

- Solicitar y aprobar todas las revisiones y modificaciones de su reglamento interno.
- Aprobar los criterios de calificación y certificación para soldadores e Inspectores de Soldadura en todos los niveles.
- Decidir sobre el reconocimiento de certificaciones emitidas por terceros, tanto nacionales como extranjeros.
- Crear las Comisiones Sectoriales de Calificación.
- Aprobar los criterios para el reconocimiento y la acreditación de los Centros de Exámenes de Calificación

### **3.1.4 COMITÉ DE CALIFICACIÓN Y EVALUACIÓN (Centros evaluadores de Calificación)**

Sería el Órgano Ejecutivo del Sistema de Formación y Calificación de Soldadores.

El Comité es el Órgano Ejecutivo del Sistema, estando constituido por los siguientes integrantes:

- Gerente.
- Un representante de cada Centro de Formación y Calificación.
- Tres miembros del Consejo no pertenecientes a la Comisiones Sectoriales.
- Los Coordinadores de las Comisiones Sectoriales de Calificación existentes.

Las competencias del Comité serían las siguientes:

- Elaborar y proponer al Consejo para su aprobación, los programas de conocimientos específicos sectoriales necesarios para la calificación de nuevos profesionales en el área de Soldadura e Inspección de Soldadura, para todos los niveles y especialidades.
- Proponer al Consejo la creación de Comisiones Sectoriales de Calificación a medida que se tornen necesarias.
- Elaborar los criterios para el reconocimiento y acreditación de los Centros de Exámenes de Calificación, junto con la documentación complementaria que se necesite.
- Analizar todas las solicitudes y sugerencias de acreditación y verificar la capacidad del solicitante de reunir todos los requisitos exigidos para ser acreditado como Centro de Exámenes de Calificación.
- Verificar periódicamente los exámenes de calificación organizados por los Centros de Exámenes de Calificación.

- Fomentar y establecer programas de auditorias en los Centros de Exámenes de Calificación.

Las competencias del Gerente del Comité serían las siguientes:

- Realizar todas las gestiones de carácter ejecutivo necesarias para el funcionamiento del Consejo y la efectiva implementación de la política de Calificación que se disponga.
- Emitir las calificaciones para cualquiera de los niveles y mantener un Registro Nacional de calificaciones.
- Disponer la ejecución de auditorias de los Centros de Exámenes de Calificación y emitir los informes correspondientes.

### **3.1.5 COMISIONES SECTORIALES**

Serían Órganos Consultivos del Sistema Nacional de Calificación de Soldadores, junto al Comité de Calificación.

Las Comisiones Sectoriales de Calificación serían órganos consultivos del Sistema, junto al Comité y serán creadas por el Consejo.

Las Comisiones Sectoriales representarían técnicamente a cinco entidades:

- Empresas de fabricación.
- Entidades como universidades y escuelas técnicas afines, fundaciones y centros de capacitación, entidades de investigación y desarrollo.
- Entidades dedicadas a servicios en áreas conexas a la Soldadura, tales como Asociaciones o Empresas vinculadas a ensayos no destructivos.

Cada Comisión Sectorial de Calificación y Certificación estaría integrada por:

- Profesionales que actúen en el área de Soldadura en el sector de actividad considerado.
- Un Coordinador elegido por la Comisión entre sus integrantes, y un suplente que ante la eventual ausencia del titular cumplirá sus funciones.

Las atribuciones de las Comisiones Sectoriales serían las siguientes:

- Formular y proponer al Consejo a través del Comité, programas de conocimientos específicos (sectoriales) para entrenamiento y formación del personal en cualquier nivel.
- Desarrollar tipos de cuerpos de prueba y formular preguntas teóricas y prácticas para exámenes de Calificación de Soldadores en los distintos niveles para ser utilizados en los Centros de Exámenes de Calificación.
- Orientar, a través del Comité, asuntos relacionados a los Centros de Exámenes de Calificación cuando fuere solicitado.
- Actuar como representantes del Comité en la verificación periódica de los exámenes organizados por los Centros de Exámenes de Calificación, de su sector, con límites definidos por el Comité.
- Sugerir al Comité el reconocimiento de nuevos Centros de Exámenes de Calificación.

**CUADRO RESUMEN DEL SISTEMA NACIONAL DE FORMACION Y CALIFICACION DE MECANICOS SOLDADORES.**

Entidades	Función	Competencias/ Requerimientos
CENTROS FORMATIVOS	Desarrollar los programas de enseñanza referente a los niveles de calificación y certificación para mecánicos soldadores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se considerarían Centros formativos para Calificación aquellos Organismos o dependencias reconocidos como tales por el Consejo y asesorado por el Comité. Ellos podrían ser organizados por instituciones públicas o privadas interesadas en el desarrollo y la aplicación de la Soldadura, tales como Organismos de Enseñanza Pública, Instituciones de Investigación, Asociaciones, Empresas, etc.</li> </ul>
CENTROS DE EXÁMENES DE CALIFICACIÓN	Serán los órganos del Sistema que ejecutarían los exámenes de calificación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los criterios para el reconocimiento de los Centros de Exámenes de Calificación son establecidos por el Consejo, quien es el único Organismo responsable por la concesión de la acreditación a un Centro de Exámenes de Calificación.</li> </ul>
COMITÉ DE CALIFICACIÓN Y EVALUACIÓN	Será el Órgano Ejecutivo del Sistema de Formación y Calificación de Soldadores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elaborar y proponer al Consejo para su aprobación, los programas de conocimientos específicos sectoriales necesarios para la calificación de nuevos profesionales en el área de soldadura e inspección de soldadura, para todos los niveles y especialidades.</li> <li>• Proponer al Consejo la creación de Comisiones Sectoriales de Calificación a medida que se tornen necesarias.</li> <li>• Elaborar los criterios para el reconocimiento y acreditación de los Centros de Exámenes de Calificación, junto con la documentación complementaria que se necesite.</li> <li>• Analizar todas las solicitudes y sugerencias de acreditación y verificar la capacidad del solicitante de reunir todos los requisitos exigidos para ser acreditado como Centro de Exámenes de Calificación.</li> </ul>

<p>COMISIONES SECTORIALES</p>	<p>Serán Órganos Consultivos del Sistema Nacional de Calificación de Soldadores, junto al Comité de Calificación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular y proponer al Consejo a través del Comité, programas de conocimientos específicos (sectoriales) para entrenamiento y formación del personal en cualquier nivel.</li> <li>• Desarrollar tipos de cuerpos de prueba y formular preguntas teóricas y prácticas para exámenes de Calificación de Soldadores en los distintos niveles para ser utilizados en los Centros de Exámenes de Calificación.</li> <li>• Orientar, a través del Comité, asuntos relacionados a los Centros de Exámenes de Calificación cuando fuere solicitado.</li> <li>• Actuar como representantes del Comité en la verificación periódica de los exámenes organizados por los Centros de Exámenes de Calificación, de su sector, con límites definidos por el Comité.</li> </ul>
<p>CONSEJO DE CALIFICACIÓN</p>	<p>El Consejo sería el Órgano Normativo del Sistema de Calificación de Soldadores, siendo administrativamente independiente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitar y aprobar todas las revisiones y modificaciones de su reglamento interno.</li> <li>• Aprobar los criterios de calificación y certificación para soldadores e Inspectores de Soldadura en todos los niveles.</li> <li>• Decidir sobre el reconocimiento de certificaciones emitidas por terceros, tanto nacionales como extranjeros.</li> <li>• Crear las Comisiones Sectoriales de Calificación.</li> <li>• Aprobar los criterios para el reconocimiento y la acreditación de los Centros de Exámenes de Calificación</li> </ul>

### **3.2 REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO PARA LA INSTITUCIÓN FORMADORA DE MECÁNICOS SOLDADORES<sup>16</sup>.**

Una institución o centro de capacitación en soldadura bien planificada, organizada y con instalaciones y equipos adecuados hace mucho más fácil el curso exitoso de un programa. El taller de soldadura de una institución capacitadora bien planificado debe de diseñarse teniendo en cuenta la seguridad de los estudiantes y el acomodo del número de personas que se inscribirán. Los siguientes aspectos en cuanto a infraestructura son los que consideramos que debe de cumplir una institución calificadora de mecánicos soldadores, y así facilitar a los aspirantes el camino hacia la certificación:

1. Determinar los procesos de soldadura que habrán de enseñarse ahora y que podrán enseñarse en un futuro.
2. Determinar el número de estudiantes que se habrán de inscribir ahora y en un futuro.
3. Determinar el número de estudiantes que estarán en la misma actividad específica en cualquier momento.
4. Planear el acceso al taller de soldadura desde el edificio tanto para los estudiantes como para otras personas. Planear también el acceso al taller de soldadura desde el exterior para facilitar la entrega de materiales, equipo y similares.
5. Planear las áreas para las diferentes actividades que se realizarán, incluyendo un salón de clases, un área de demostración, casetas de soldadura, áreas de prueba, de almacenamiento, y de metalistería, oficinas de los instructores y sanitarios y salas de descanso.
6. El salón de clases para conferencias y discusiones debe ser lo suficientemente grande para dar cabida al número de estudiantes que lo hayan de usar en cualquier momento. Debe ser posible oscurecer el cuarto para el uso de proyector o audiovisuales. Incluir pizarrones, tableros para boletines, así como mesas, sillas, etc. Puede haber también cubículos individuales dentro del salón de clase o inmediatamente adyacentes a él.

---

<sup>16</sup> Howard B. Cary, MANUAL DE SOLDADURA MODERNA, Tomo 1, Capítulo 4.

7. El área de demostración de soldadura debe estar fuera del salón de clase, puesto que muchos procesos de soldadura producen polvo y suciedad, lo cual no es deseable en el salón de clase. El área de demostración puede tener una elevación con respecto al piso de modo que los estudiantes vean los trabajos de soldadura que se están realizando. Debe haber un área de demostración diferente para cada proceso de soldadura que se enseñe.
8. Se debe procurar tener lugares individuales de soldadura para cada estudiante y para cada proceso. Las casetas para los procesos de soldadura por arco deben proporcionar protección para evitar que los rayos del arco lleguen a tener contacto con los demás.
9. Procurar dejar un espacio para metalistería<sup>17</sup>, incluyendo las herramientas para la preparación de prácticas y de pruebas. Aquí puede quedar incluido el equipo de corte con flama, sierras, tijeras para metal, herramientas para trabajar las piezas metálicas, esmeriles, limas, etc.
10. Se recomienda dejar un espacio para las pruebas de las piezas soldadas. El equipo debe incluir una prensa de combado con dados apropiados, un dispositivo fijo para fracturar las piezas, para soldados transeccionales y para pruebas de tensión.
11. El espacio para almacenamiento es particularmente importante en un taller de soldadura. El material para soldar, los proyectos, los artículos y materiales deben tener áreas adecuadas de almacenamiento.
12. Procurar asignar una oficina para los instructores, incluyendo un área para biblioteca de textos sobre soldadura, para apoyos audiovisuales y equipo de proyección.
13. Se debe de asignar un número suficiente de sanitarios y de lavados. Se recomienda poner un cierto número de casilleros de acuerdo a los estudiantes que se piensa tener en un mismo momento en las instalaciones o alumnos inscritos.
14. Es recomendable tener un cierto número de computadoras para ser utilizadas por los estudiantes con acceso a Internet, para realizar cualquier investigación que sea requerida.

---

<sup>17</sup> Metalistería, nombre dado en el campo de las bellas artes y las artes decorativas al trabajo de objetos de valor artístico, decorativo o utilitario, realizado a base de uno o varios tipos de metal —incluidos los preciosos— por fundido, martillado, soldadura o combinación de esas técnicas.

15. Debe de existir una oficina de atención a los aspirantes de calificación, con una persona encargada de la recepción y otras de dar asesoría a los mismos.
16. Si es posible se debe de contar con áreas verdes y de descanso, además con cafetería o comedor para satisfacer las necesidades de alimentación si es necesario.
17. Fácil acceso a vehículos de carga, ya sea para retirar o entregar material.
18. Debe de existir un espacio para depositar la chatarra producida en los procesos, con un adecuado recipiente y fácil acceso para ser desalojada posteriormente por medio de vehículos.
19. Se debe de contar con parqueo suficiente de acuerdo a la cantidad de estudiantes, instructores, visitas, etc.
20. Si es posible, se debe de contar con un sistema de seguridad contra incendio y otro para alertar a las autoridades respectivas en caso de ser allanadas las instalaciones por delincuentes.
21. Se debe de contar con todos los equipos para realizar limpieza luego de cada sesión de prácticas.

Además de los aspectos tratados anteriormente, hay otros requisitos generales que deben de ser tomados en cuenta para un taller o centro de entrenamiento en soldadura. La construcción debe de ser totalmente a prueba de incendios y estar planeada de manera que se facilite su mantenimiento. Debe tener luz y ventilación natural de ser posible. Debe haber una adecuada ventilación de escape y circulación de aire. Se deben de tener los servicios adecuados de agua potable, incluyendo alcantarillado, luz eléctrica y aire comprimido. Las necesidades de energía eléctrica para un taller de soldadura son considerablemente mayores que otros talleres y se debe calcular en base a los equipos y sistemas que existirán. Se debe de contar con un sistema de distribución de gas combustible, oxígeno y si es posible o requerido, gases de protección. Estos sistemas de distribución deben ser diseñados e instalados por personas con experiencia y que cumplan con las normas o códigos de seguridad que se requieren.

Se deben de tener precauciones especiales para la protección contra incendios. Esto implica que todo lo que haya en el taller sea de materiales no combustibles, y también instalar extintores y otros equipos de seguridad, como se menciona en uno de los puntos anteriores.

Las casetas de soldadura por arco deben ser por lo menos de 5 pies cuadrados y deben incluir ventilación forzada si no hay suficiente ventilación natural.

El equipo de soldadura para el centro de entrenamiento o calificación debe ser representativo del tipo de maquinas que se usan en la industria local. Debe de ser de calidad industrial con un ciclo de trabajo del 60% o más alto. No se recomiendan las maquinas de poca potencia y carga ligera. Los equipos de soldadura deben ser específicos para el proceso de soldadura que se enseñara. Se deben emplear tanto equipos de corriente directa como alterna para la soldadura por arco metálico protegido. El equipo debe de tener todas las especificaciones, incluyendo el tipo de corriente, el voltaje de salida, el ciclo de trabajo, la clase de NEMA, el voltaje de entrada primario, la frecuencia y número de fases. El transformador y las fuentes de potencia del tipo de rectificador son menos ruidosos que los generadores de motor; sin embargo, se deben emplear algunos generadores de motor puesto que este tipo es aún ampliamente usado en la industria de la construcción.

El equipo de soldadura de gas y de corte de oxigeno también debe ser de calidad industrial y debe mostrar las aprobaciones correspondientes. Se debe de disponer de suficiente suministros y de aparatos auxiliares, incluyendo boquillas, mangueras, reguladores y encendedores. Cada estudiante debe tener ropa de seguridad y protección para el proceso que se esté aprendiendo.

Los instructores de soldadura deben de disponer ordenadamente los materiales para soldar, incluyendo gases para soldadura, corte y protección; metales de aporte, incluyendo electrodos, varillas y fundentes, y metales para la práctica de la soldadura. Los metales para soldar deben corresponder al plan de entrenamiento. Se deben de establecer procedimientos de mantenimiento de los equipos de soldadura para que siempre se encuentren en forma óptima para ser utilizados. Se requiere de enseres o equipo para cada estación de trabajo.

Es importante utilizar material, como pizarrón, carteles, películas, transparencias, diapositivas, modelos, muestras confeccionadas, equipos de protección, y similares. Es necesario tener equipos para proyecciones.

Se debe pedir la colaboración a otras instituciones educativas que posean información relacionada al campo de la soldadura, gestionar el préstamo o acceso a esa información por parte de los estudiantes, para así de esa manera enriquecer el aprendizaje y la educación.

Se debe dar a conocer a los aspirantes o interesados a capacitarse la apertura de nuevos cursos a través de los medios de comunicación masivos y así promover la calificación de personas en el área de la soldadura y más adelante la certificación de los mismos.

Es importante recalcar que los locales donde se realizarán las prácticas de los diferentes procesos deben poseer una ventilación adecuada y además mamparas o losas que eviten la transferencia de rayos a otras áreas. Cada estudiante debe de poseer su respectivo cubículo protegido.

Se recomienda la utilización de pósteres informativos pegados en todas las instalaciones del centro de formación con el objetivo de dar a conocer aspectos importantes del área de la soldadura y otras afines.

Es importante conocer la capacidad instalada que tendrá el centro, para que se puedan realizar las actividades de formación de una manera eficiente y de esto dependerá además las dimensiones reales con las que construyan las instalaciones.

Todo lo antes mencionado es lo que se considera, debe poseer una institución formadora de mecánicos soldadores en El Salvador para desarrollar bien su papel, en cuanto a infraestructura y equipo se refiere.

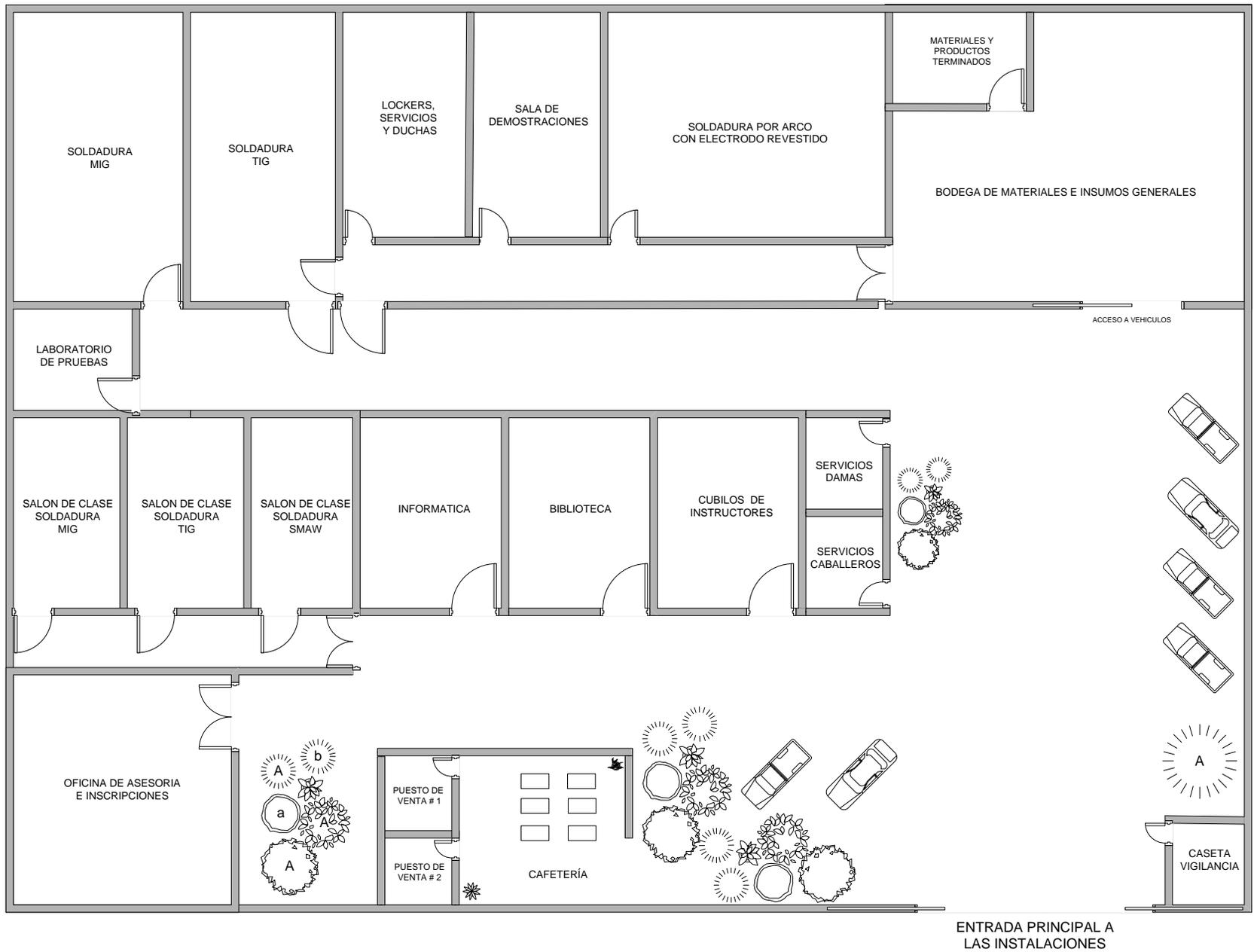


Figura 3.2 Planta Modelo del Centro de Formación Propuesto.

### **3.3 PROPUESTAS DE CURSOS DE FORMACION PARA MECANICOS SOLDADORES.**

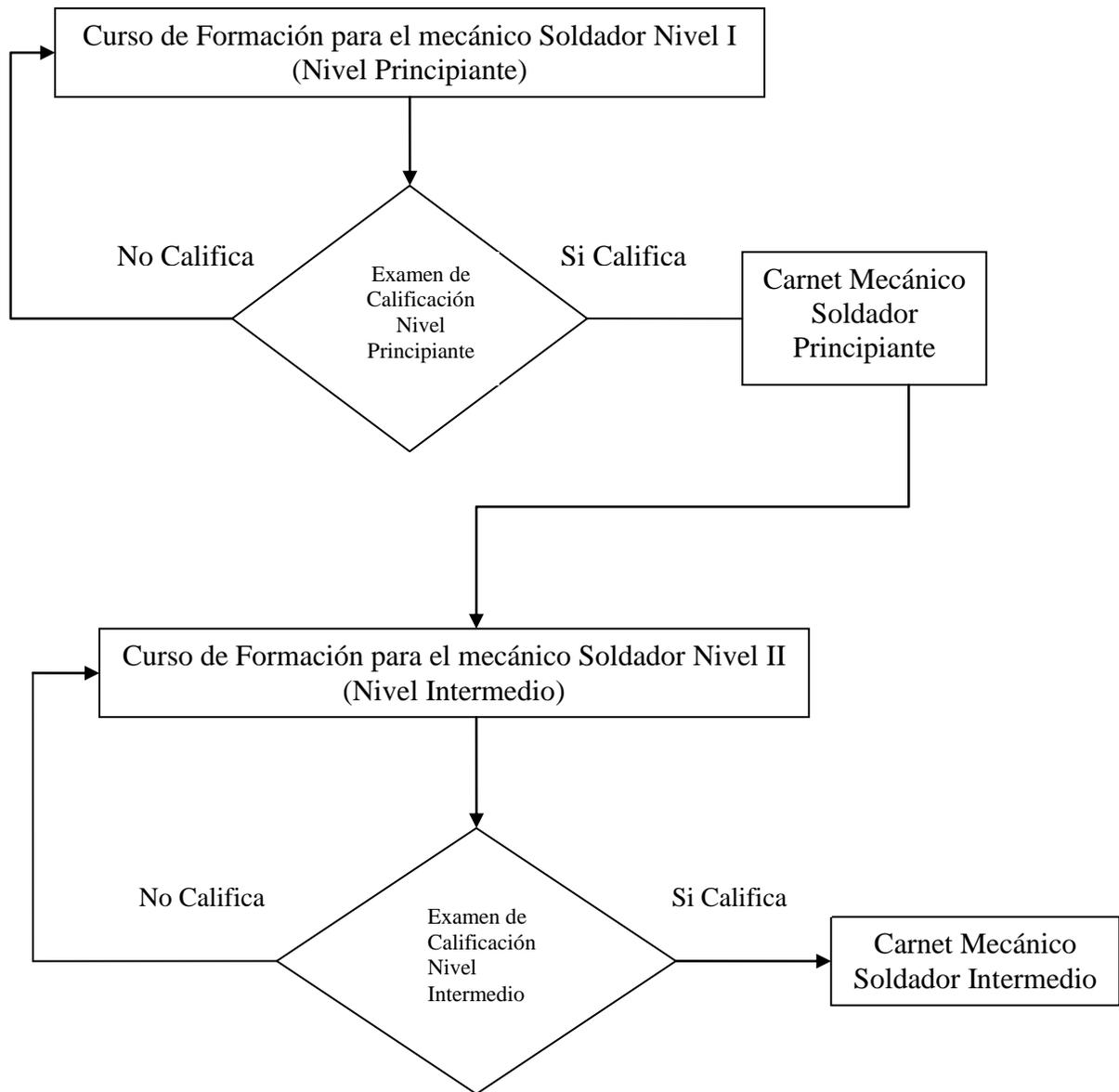
El programa de formación de mecánicos soldadores debe ser tal que permita a los participantes una capacitación gradual, para lo cual la formación deberá estar dividida en niveles de acuerdo al grado de especialización que se vaya obteniendo, así un soldador con grado de principiante tendrá la oportunidad de continuar su formación y alcanzar cada vez mayores niveles de especialización. Estos niveles de especialización dependerán del método y de los procedimientos a seguir dentro del programa de formación.

En este trabajo presentamos una propuesta de cursos piloto para la formación de mecánicos soldadores en dos niveles de especialización; un nivel I o de principiantes en el que el participante conocerá los conceptos básicos de la practica de la soldadura y se desarrollaran sus habilidades en la soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido; y un nivel II o de intermedio, en el que se pretende que el participante desarrolle sus habilidades en un proceso mas especializado de soldadura como lo es la soldadura con arco y gas.

Se han considerado únicamente dos niveles de formación, debido a que un tercer nivel vendría a ser para procesos de soldadura mucho mas especializados los cuales no tienen mucha demanda en nuestro medio.

Los aspectos de seguridad se abordan en los curso de formación de ambos niveles, tratando de concienciar a los estudiantes sobre la importancia que tiene para ellos mismos y los demás atender las recomendaciones y las practicas de seguridad.

### Propuesta del Proceso para la Formación y Calificación de Mecánicos Soldadores



Los cursos serán impartidos en las instalaciones de los centros de formación y la calificación será evaluada por los centros de exámenes de calificación, paralelamente a la función de estas entidades estarán siendo supervisados por el comité de evaluación y calificación

Figura 3.3. Organigrama propuesto del proceso de Formación y Calificación de Mecánicos Soldadores.

### **3.3.1 CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ESPERADAS DE LOS MECANICOS SOLDADORES**

#### **MECANICO SOLDADOR NIVEL I.**

##### **PERFIL DEL MECÁNICO SOLDADOR NIVEL I.**

El mecánico soldador que haya completado satisfactoriamente su formación en el nivel I, tendrá los siguientes conocimientos básicos:

- Procesos de soldadura por arco con electrodo revestido.
- Fundamentos de la metalurgia.
- Fundamentos de electricidad y su función en los procesos de soldadura.
- Conocerá los tipos de equipos utilizados en la soldadura eléctrica y sus principios de funcionamiento; así como el uso y mantenimiento de los accesorios de estos equipos.
- Conocerá sobre símbolos de soldadura, su uso e interpretación.
- Tendrá la capacidad de identificar y conocer las causas de los diferentes defectos que se producen al soldar y como evitarlos.
- Además conocerá las prácticas de seguridad que se deben aplicar al trabajar en soldadura.

En cuanto a destrezas y habilidades, el mecánico soldador nivel I estará en capacidad de:

- Instalar equipos de soldadura eléctrica con electrodo revestido.
- Ajustar los parámetros del equipo de soldadura de acuerdo a las necesidades que se presenten.
- Formar recubrimientos de soldadura con cordones ondulados.
- Elaborar juntas a tope de ranura escuadrada en posición plana.
- Elaborar juntas a tope de ranuras en V en posición plana.
- Elaborar soldaduras de filete de un solo cordón en posición plana.
- Realizar juntas a tope de una ranura en V en posición vertical.

- Realizar juntas de esquina en posición vertical.
- Realizar juntas a tope de ranura en V en posición hacia arriba o sobre cabeza.
- Elaborar juntas a tope con ranura escuadrada en un tubo de acero en la posición 5G<sup>18</sup>.
- Soldar juntas a tope de ranura escuadrada en un tubo de acero.
- Elaborar juntas a tope con ranura en V en un tubo de acero.

## **MECANICO SOLDADOR NIVEL II.**

### **PERFIL DEL MECÁNICO SOLDADOR NIVEL II**

El mecánico soldador que haya completado satisfactoriamente su formación en el nivel II, tendrá además de los conocimientos y habilidades inherentes al nivel I, conocimientos sobre:

- Diseño de uniones soldadas.
- Realizar inspecciones en uniones soldadas.
- Conocerá los distintos métodos de prueba (destructivos y no destructivos) en uniones soldadas, así como los símbolos usados para representarlos.
- Tendrá conocimientos sobre normas, especificaciones y procedimientos de soldadura, de tal manera que podrá interpretar sin dificultad cualquier requerimiento del proceso productivo referente a la soldadura.
- Además conocerá los conceptos teóricos necesarios sobre los procesos de soldadura con arco protegido con gas.

En cuanto a destrezas y habilidades, el mecánico soldador nivel II estará en capacidad de:

- Montar y conectar correctamente los equipos de soldadura de arco metálico y gas (TIG y MIG), y ajustar los parámetros de los mismos de acuerdo a las necesidades.
- Elaborará soldaduras en juntas de tope con ranura escuadrada en acero al carbono.
- Soldadura de juntas traslapadas en acero al carbono.
- Soldaduras de juntas en T en acero al carbono.

---

<sup>18</sup> 5G: soldadura de tubería en posición horizontal fija

- Tendrá la capacidad de elaborar soldaduras en aluminio, fundiciones de hierro y acero inoxidable.
- Ejecutará soldadura de tubos en posición horizontal fija 5G.
- Tendrá conocimientos sobre las fuentes de poder y sobre la energía para la soldadura.
- Conocerá los aspectos básicos para la preparación de las piezas a soldar y el equipo previo a la soldadura.
- Estará en capacidad para elaborar diferentes tipos de juntas en aluminio con y sin material de aporte.

Para que un participante del proceso de formación pueda culminar con éxito cada uno de los niveles a los que se someta, y se le pueda extender un certificado que haga constar que este ha asimilado los conocimientos teóricos y ha adquirido la habilidad manual para desarrollar trabajos de soldadura en determinados procesos, éste deberá aprobar satisfactoriamente las evaluaciones requeridas por la institución calificadora, de no ser así tendrá la opción de someterse posteriormente a una prueba de suficiencia, de no resultar aprobado aquí el participante deberá repetir el curso sometiéndose de nuevo a todas las evaluaciones del proceso.

### **3.3.2 PROPUESTA DE CURSOS PILOTOS DE FORMACIÓN NIVELES I Y II**

A continuación presentamos el programa de los cursos piloto, propuestos para los niveles considerados, siendo estos simplemente una referencia para el desarrollo de nuevos cursos mucho más elaborados y que cuenten con la aprobación de especialistas en el tema.

Estos cursos fueron elaborados con el objetivo de servir como una guía para el alumno, durante el desarrollo de los programas de formación y están estructurados de la siguiente manera:

- Manual teórico del curso: Representa el respaldo teórico de cada uno de los temas abordados durante el desarrollo de las clases expositivas del curso, y que sirve como una fuente de consulta rápida para el alumno, teniendo este la

responsabilidad de ampliar posteriormente los contenidos consultando libros y fuentes de referencia (ver APENDICE 7 y 9 para los niveles I y II respectivamente).

- Manual de Practicas de soldadura: Esta es una guía de las prácticas que serán desarrollas por el alumno a lo largo del curso de formación, con el objetivo de desarrollar las habilidades manuales del alumno y que éste aplique lo aprendido durante las clases teóricas, se familiarice y conozca el equipo y aplique las medidas de seguridad (ver APENDICE 8 y 10 para los niveles I y II respectivamente).

### **3.3.2.1 PROGRAMA DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA MECANICO SOLDADOR NIVEL I**

#### **GENERALIDADES**

Los participantes del Programa de formación de Mecánicos Soldadores Nivel I que obtengan un buen desempeño en las pruebas realizadas y cumplan con los requisitos establecidos obtendrán un Diploma que lo califique como Mecánico Soldador Nivel I, respaldado por la institución formadora.

#### **DESCRIPCIÓN DEL CURSO**

Mecánico Soldador Nivel I, es un curso de formación en el campo de la soldadura por arco con electrodo revestido que ofrece los conocimientos básicos, tanto teóricos como prácticos, con los que se debe de contar un mecánico soldador, el cual ha sido diseñado para responder a las necesidades de capacitación y calificación que han sido identificadas en el ámbito de la soldadura en El Salvador según investigaciones previas.

#### **DURACIÓN DEL CURSO**

70 Horas

#### **PRE-REQUISITO**

Saber leer y escribir, contar con cierta habilidad numérica, poseer todas las capacidades físicas y mentales para realizar el proceso.

## OBJETIVOS

- A través de estos cursos pilotos, el futuro Mecánico Soldador estará en condiciones de realizar satisfactoriamente una unión soldada de acuerdo a especificaciones escritas (por el diseñador) a partir de códigos, estándares o cualquier otro documento aplicable.
- Conocer la terminología empleada en los procesos de soldadura de arco con electrodo revestido y la lectura adecuada de planos.
- Tener la capacidad de identificar los materiales base y los consumibles empleados en los procesos.
- Que el mecánico soldador maneje de forma apropiada los instrumentos de medición y los equipos de soldadura de arco con electrodo revestido.
- Conocer los fundamentos básicos de electricidad y el cuidado que se debe de tener al manipular equipos eléctricos auxiliares para la preparación de las juntas a soldar.
- El mecánico soldador nivel I, conocerá sobre los aspectos de seguridad industrial relacionados con el área de la soldadura y los efectos negativos a la salud que ocasiona el mal uso o la no utilización de equipo de protección personal en la aplicación de procesos de soldadura.

## CONTENIDOS

- II. Teoría de soldadura.
- III. Fundamentos de electricidad.
- IV. Proceso de Soldadura por Arco Manual
- V. Símbolos de Soldadura.
- VI. Defectos de la soldadura y sus posibles causas.
- VII. Practicas de Seguridad.

Este temario es una adaptación de los contenidos del curso de formación de mecánicos soldadores mecánicos del programa SENSE<sup>19</sup> de la AWS.

## METODOLOGIA

- A lo largo de todo el curso un instructor en el campo de la soldadura, conocedor de la soldadura por arco con electrodo revestido, acompañará y apoyará a todos los participantes en el proceso de aprendizaje, solucionando sus dudas y atendiendo consultas.
- Los participantes realizarán diversas actividades exámenes teóricos, participarán en reuniones de retroalimentación de lo visto en clases y taller de prácticas y la realización de una serie de prácticas de taller que también serán evaluadas luego de varios ensayos o practicas.
- Se entregará un libro de teoría y otro de prácticas con los que el estudiante podrá tener una fuente de consulta y una guía para realizar de forma satisfactoria las pruebas. Además del acceso a bibliografía relacionada con la soldadura si se cumpliera con los requerimientos de infraestructura del centro de formación.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación es el componente esencial en todo proceso de formación. El Programa de Mecánico Soldador Nivel I, evaluará de manera permanente y de forma variada el desempeño de cada participante.

El sistema de evaluación del curso se basa en el desempeño demostrado por el participante en el desarrollo de las actividades a lo largo de todo el curso (evaluaciones teóricas y prácticas).

---

<sup>19</sup> Programa S.E.N.S.E (Schools Excelling Through National Skill Standards Education Program) que traducido significa Escuelas Sobresalientes con Habilidades y Estándares de Educación.

**RESUMEN DE LAS PRACTICAS DE SOLDADURA NIVEL I**

NOMBRE DE LA PRACTICA	OBJETIVO	TIEMPO REQUERIDO	EQUIPO HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS <sup>20</sup>
1. ENSAMBLE DEL EQUIPO PARA SOLDADURA DE ARCO METALICO PROTEGIDO	Aprender a disponer el trabajo en el equipo, para soldar con arco metálico protegido.	¼ de hora	1. Ropa y Equipo de protección 2. Maquina para soldadura de arco, incluyendo: a) Cables de tierra y del portaelectrodo. b) Sujetador o prensas para tierra. c) Portaelectrodo. 3. Equipo no eléctrico. a) Mesa de soldadura [para partes pequeñas] con tornillo giratorio de banco, prensas, agujeros y ranuras para colocación, portacable de tierra, y contenedores de electrodo. b) Martillo de rebabeear y descostrar .para quitar escoria y salpicaduras. c) Cepillo de alambre para limpiar las zonas soldadas. d) Material de respaldo para prevenir el goteo de metal fundido a través de una junta para dar soporte y disipar el calor. e) Equipo diverso para alinear, medir, marcar, colocar y limpiar el material por soldar.
2. MANERA DE ESTABLECER Y MANTENER UN ARCO	Aprender cómo establecer y mantener un arco	3 / 4 de hora	
3. FORMACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO CON CORDONES ONDULADOS	Aprender cómo trazar cordones usando uno o más de los tres dibujos normales de ondulado.	2 horas.	
4. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE DE RANURA ESCUADRADA EN POSICIÓN PLANA	Aprender a hacer una junta a tope de ranura escuadrada que sea aceptable, en posición plana, y en placa de acero dulce de menos de 1/4 de pulgada de espesor.	1 hora	
5. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE DE UNA RANURA EN V EN POSICIÓN PLANA	Aprender a preparar y soldar una junta a tope de una ranura en V, que sea aceptable, en placa de acero dulce de 1/4 de pulgada de espesor, en la posición plana	2 horas	
6. SOLDADURA DE UNA JUNTA, A TOPE DE UNA RANURA EN V EN POSICIÓN PLANA	Aprender a preparar y soldar una junta a tope de una ranura en V, que sea aceptable, en posición plana, en placa de acero dulce de 1/2 pulgada de espesor	2 horas	
7. HECHURA DE UNA SOLDADURA DE FILETE DE UN SOLO CORDÓN EN POSICIÓN PLANA	Aprender a hacer una soldadura aceptable de filete de un solo cordón en posición plana.	2 horas	

<sup>20</sup> El equipo, las herramientas y los materiales anotados son los elementos que normalmente se emplean para los trabajos de soldadura con arco metálico protegido, mismos que se requerirán en todos los ejercicios subsecuentes de soldadura, con la adición de algunos materiales específicos para cada practica los cuales se detallan en los requerimientos de la practica respectiva .

**RESUMEN DE LAS PRACTICAS DE SOLDADURA NIVEL I**

NOMBRE DE LA PRACTICA	OBJETIVO	TIEMPO REQUERIDO	EQUIPO HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS <sup>21</sup>
8. APLICACIÓN DE CORDONES HORIZONTALES SOBRE UNA PLACA VERTICAL	Aprender a hacer cordones horizontales en una placa vertical	1 hora	1. Ropa y Equipo de protección 2. Maquina para soldadura de arco, incluyendo: a) Cables de tierra y del portaelectrodo. b) Sujetador o prensas para tierra. c) Portaelectrodo. 3. Equipo no eléctrico. a) Mesa de soldadura [para partes pequeñas] con tornillo giratorio de banco, prensas, agujeros y ranuras para colocación, portacable de tierra, y contenedores de electrodo. b) Martillo de rebabeear y descostrar para quitar escoria y salpicaduras. c) Cepillo de alambre para limpiar las zonas soldadas. d) Material de respaldo para prevenir el goteo de metal fundido a través de una junta para dar soporte y disipar el calor. e) Equipo diverso para alinear, medir, marcar, colocar y limpiar el material por soldar.
9. FORMA DE HACER UNA SOLDADURA DE FILETE DE VARIOS CORDONES EN POSICIÓN HORIZONTAL	Aprender a hacer una soldadura aceptable de filete de varios cordones en posición horizontal, sobre una placa vertical (junta en T).	2 hora	
10. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE DE UNA RANURA EN V EN POSICIÓN HORIZONTAL	Aprender a preparar y soldar una junta aceptable a tope de una ranura en V en acero dulce y en posición horizontal	2 horas.	
11. PRACTICAS DE APLICACIÓN DE CORDONES VERTICALES Y DE ONDEADO VERTICAL	Aprender a hacer cordones y a ondear el electrodo en las posiciones vertical hacia arriba y vertical hacia abajo.	2 horas	
12. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE DE UNA RANURA EN V EN POSICIÓN VERTICAL	Aprender a preparar y soldar una junta aceptable a tope de una ranura en V en posición vertical.	2 horas	
13. SOLDADURA DE UNA JUNTA DE ESQUINA VERTICAL	Aprender a preparar y a soldar una junta de esquina aceptable, en posición vertical.	2 horas	
14. HECHURA DE CORDONES RECTOS EN POSICIÓN HACIA ARRIBA O DE SOBRECABEZA	Aprender a hacer cordones rectos en posición hacia arriba	2 horas	

<sup>21</sup> El equipo, las herramientas y los materiales anotados son los elementos que normalmente se emplean para los trabajos de soldadura con arco metálico protegido, mismos que se requerirán en todos los ejercicios subsecuentes de soldadura, con la adición de algunos materiales específicos para cada práctica los cuales se detallan en los requerimientos de la práctica respectiva.

**RESUMEN DE LAS PRACTICAS DE SOLDADURA NIVEL I**

NOMBRE DE LA PRACTICA	OBJETIVO	TIEMPO REQUERIDO	EQUIPO HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS <sup>22</sup>
15. HECHURA DE SOLDADURAS DE FILETE DE VARIAS PASADAS EN POSICIÓN HACIA ARRIBA O DE SOBRECABEZA	Aprender a hacer soldaduras aceptables de filete, de varias pasadas, en posición de sobrecabeza, en placa de acero dulce	3 horas	1. Ropa y Equipo de protección 2. Maquina para soldadura de arco, incluyendo: a) Cables de tierra y del portaelectrodo. b) Sujetador o prensas para tierra. c) Portaelectrodo. 3. Equipo no eléctrico. a) Mesa de soldadura [para partes pequeñas] con tornillo giratorio de banco, prensas, agujeros y ranuras para colocación, portacable de tierra, y contenedores de electrodo. b) Martillo de rebabeear y descostrar .para quitar escoria y salpicaduras. c) Cepillo de alambre para limpiar las zonas soldadas. d) Material de respaldo para prevenir el goteo de metal fundido a través de una junta para dar soporte y disipar el calor. e) Equipo diverso para alinear, medir, marcar, colocar y limpiar el material por soldar.
16. PREPARACIÓN Y SOLDADURA DE UNA JUNTA TOPE DE RANURA DE UNA SOLA V EN POSICIÓN HACIA ARRIBA O DE SOBRECABEZA	Aprender a preparar y soldar una junta aceptable a tope de una ranura en V en posición de sobre cabeza.	2 hora	
17. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE CON RANURA ESCUADRADA EN TUBO DE ACERO EN LA POSICION 5G	Practicar la soldadura en todas las posiciones de aplicación en una junta de tubería de una sola ranura escuadrada, en la que las condiciones sean tales que no pueda girarse el tubo (posición horizontal fija 5G)	2 horas.	
18. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE CON RANURA ESCUADRADA EN UN TUBO DE ACERO EN LA POSICIÓN 2G	Aprender a soldar una junta aceptable a tope, de ranura escuadrada, en tubería en posición vertical fija (2G).	1 hora	
19. SOLDADURA EN RODAMIENTO DE UNA JUNTA A TOPE, CON UNA RANURA EN V, EN TUBO DE ACERO.	Aprender a controlar el arco mientras se está haciendo girar el tubo a una velocidad constante.	1 horas	

<sup>22</sup> El equipo, las herramientas y los materiales anotados son los elementos que normalmente se emplean para los trabajos de soldadura con arco metálico protegido, mismos que se requerirán en todos los ejercicios subsecuentes de soldadura, con la adición de algunos materiales específicos para cada practica los cuales se detallan en los requerimientos de la practica respectiva.

### **3.3.2.2 PROGRAMA DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA MECANICO SOLDADOR NIVEL II**

#### **GENERALIDADES**

Los participantes del Programa de formación de Mecánicos Soldadores Nivel II que obtengan un buen desempeño en las pruebas realizadas y cumplan con los requisitos establecidos obtendrán un Diploma que lo califique como Mecánico Soldador Nivel II, respaldado por la institución formadora.

#### **DESCRIPCIÓN DEL CURSO**

Mecánico Soldador Nivel II, es un curso de formación especializado en los procesos MIG y TIG que ofrece los conocimientos básicos, tanto teóricos como prácticos, con los que se debe de contar un mecánico soldador, el cual ha sido diseñado para responder a las necesidades de capacitación y calificación que han sido identificadas en el ambito de la soldadura en El Salvador según investigaciones previas.

#### **DURACIÓN DEL CURSO**

50 Horas

#### **PRE-REQUISITO**

Haber cursado y aprobado satisfactoriamente el Curso de Formación para Mecánicos soldadores Nivel I.

#### **OBJETIVOS**

- A través de estos cursos pilotos, el futuro Mecánico Soldador estará en condiciones de realizar satisfactoriamente una unión soldada por los procesos MIG y TIG de acuerdo a especificaciones escritas (por el diseñador) a partir de códigos, estándares o cualquier otro documento aplicable.

- Conocer los factores involucrados en el diseño de uniones soldadas.
- Conocer sobre los procedimientos de inspección y evaluación de juntas soldadas.
- Conocer sobre códigos y especificaciones de la soldadura.

## CONTENIDOS

- I. Diseño de uniones soldadas.
- II. Evaluación y control de la calidad de la soldadura.
- III. Códigos y especificaciones de la soldadura.
- IV. Procesos de soldadura MIG y TIG.

Este temario, es según nuestro criterio, lo que un Mecánico Soldador Nivel II debe conocer para realizar procesos de soldadura por arco protegido con gas TIG y MIG.

## METODOLOGIA

- A lo largo de todo el curso un instructor de soldadura, acompañará y apoyará a todos los participantes en el proceso de aprendizaje, solucionando sus dudas y atendiendo consultas.
- Los participantes realizarán diversas actividades exámenes teóricos, participarán en reuniones de retroalimentación de lo visto en clases y la realización de una serie de prácticas de taller que también serán evaluadas luego de varios ensayos o practicas.
- Se entregará un libro de teoría y otro de prácticas con los que el estudiante podrá tener una fuente de consulta y una guía para realizar de forma satisfactoria las pruebas. Además del acceso a bibliografía relacionada con la soldadura si se cumpliera con los requerimientos de infraestructura del centro de formación.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación es el componente esencial en todo proceso de formación. El Programa de Mecánico Soldador Nivel II, evaluará de manera permanente y de forma variada el desempeño de cada participante.

El sistema de evaluación del curso se basa en el desempeño demostrado por el participante en el desarrollo de las actividades a lo largo de todo el curso (evaluaciones teóricas y prácticas).

#### RESUMEN DE LAS PRACTICAS DE SOLDADURA NIVEL II

NOMBRE DE LA PRACTICA	OBJETIVO	TIEMPO REQUERIDO	EQUIPO HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS <sup>23</sup>
<p>1. FAMILIARIZACION CON EL EQUIPO (METODO DEL ARCO EN CORTO).</p>	<p>Aprender a:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Identificar visualmente y conocer los nombres de todas las partes componentes de un equipo para soldadura de arco metálico y gas (en inglés GMAW).</li> <li>Preparar correctamente y tener listo para funcionamiento un equipo para soldadura con arco metálico y gas.</li> <li>Poner en marcha correctamente un equipo para soldadura de arco metálico y gas.</li> </ol>	<p>1/2 hora a 3/4 de hora</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ropa y Equipo de protección</li> <li>Maquina para soldadura de arco, incluyendo:               <ol style="list-style-type: none"> <li>Cables de tierra y del portaelectrodo.</li> <li>Sujetador o prensas para tierra.</li> <li>Portaelectrodo.</li> </ol> </li> <li>Equipo no eléctrico.               <ol style="list-style-type: none"> <li>Mesa de soldadura [para partes pequeñas] con tornillo giratorio de banco, prensas, agujeros y ranuras para colocación, portacable de tierra, y contenedores de electrodo.</li> <li>Martillo de rebabear y descostrar para quitar escoria y salpicaduras.</li> <li>Cepillo de alambre para limpiar las zonas soldadas.</li> <li>Material de respaldo para prevenir el goteo de metal fundido a través de una junta para dar soporte y disipar el calor.</li> <li>Equipo diverso para alinear, medir, marcar, colocar y limpiar el material por soldar.</li> </ol> </li> </ol>
<p>2. SOLDADURA DE JUNTAS DE TOPE, CON RANURA ESCUADRADA, EN ACERO AL CARBONO</p>	<p>Aprender a:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ajustar correctamente la distancia (separación) entre la punta del electrodo (metal de aporte) y la pieza de trabajo.</li> <li>Hacer soldaduras de ranura escuadrada en acero dulce o similar, en posición plana.</li> <li>Apagar correctamente el equipo de soldar.</li> </ol>	<p>2 horas.</p>	<p>(Continúa de la práctica anterior)</p>

<sup>23</sup> El equipo, las herramientas y los materiales anotados son los elementos que normalmente se emplean para los trabajos de soldadura con arco metálico protegido, mismos que se requerirán en todos los ejercicios subsecuentes de soldadura, con la adición de algunos materiales específicos para cada práctica los cuales se detallan en los requerimientos de la practica respectiva.

**RESUMEN DE LAS PRACTICAS DE SOLDADURA NIVEL II**

NOMBRE DE LA PRACTICA	OBJETIVO	TIEMPO REQUERIDO	EQUIPO HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS <sup>24</sup>
3. SOLDADURA DE JUNTAS TRASLAPADAS, EN ACERO AL CARBONO	Aprender a hacer soldaduras aceptables de filete en una junta a traslape, en acero dulce o similar, de 1/16 a 3/16 de pulgada, en posición horizontal.	2 horas	1.Ropa y Equipo de protección 2.Maquina para soldadura de arco, incluyendo: a. Cables de tierra y del portaelectrodo. b. Sujetador o prensas para tierra. c. Portaelectrodo. 3. Equipo no eléctrico. a. Mesa de soldadura [para partes pequeñas] con tornillo giratorio de banco, prensas, agujeros y ranuras para colocación, portacable de tierra, y contenedores de electrodo. b. Martillo de rebabeear y descostrar .para quitar escoria y salpicaduras. c. Cepillo de alambre para limpiar las zonas soldadas. d. Material de respaldo para prevenir el goteo de metal fundido a través de una junta para dar soporte y disipar el calor. e. Equipo diverso para alinear, medir, marcar, colocar y limpiar el material por soldar.
4. SOLDADURA DE JUNTAS EN T EN ACERO AL CARBONO	Aprender a hacer soldaduras aceptables de filete en una junta en T, en acero dulce o similar, de 1/16 y 3/16 de pulgada en posición horizontal.	2 hora	
5. AJUSTE CORRECTO DEL EQUIPO	Aprender a dar las razones correspondientes a las medidas correctivas, y aplicar las apropiadas cuando haya penetración insuficiente o excesiva o cuando el electrodo esté quemando hasta pasar el metal	1 hora.	
6. SOLDADURA DEL ALUMINIO	Aprender a producir soldaduras aceptables de filete en las posiciones horizontal y vertical, en aluminio	1 hora	
7. SOLDADURA EN ACERO INOXIDABLE	Aprender a producir soldaduras, de calidad aceptable, de juntas a tope, con ranura	2 horas	

<sup>24</sup> El equipo, las herramientas y los materiales anotados son los elementos que normalmente se emplean para los trabajos de soldadura con arco metálico protegido, mismos que se requerirán en todos los ejercicios subsecuentes de soldadura, con la adición de algunos materiales específicos para cada practica los cuales se detallan en los requerimientos de la practica respectiva.

	escuadrada, y soldadura de filete en las posiciones horizontal y plana, en acero inoxidable.		
--	--	--	--

### RESUMEN DE LAS PRACTICAS DE SOLDADURA NIVEL II

NOMBRE DE LA PRACTICA	OBJETIVO	TIEMPO REQUERIDO	EQUIPO HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS <sup>25</sup>
8. SOLDADURA DE TUBO DE ACERO EN POSICION HORIZONTAL FIJA (5G)	Aprender a hacer una pasada de fondo aceptable en posición horizontal fija (5G), utilizando la técnica de pendiente hacia abajo, en tubo de acero común de 8 pulgadas de diámetro, número 40 de catálogo con 0.322 de pulgada de espesor de pared.	2 horas	1.Ropa y Equipo de protección 2.Maquina para soldadura de arco, incluyendo: a. Cables de tierra y del portaelectrodo. b. Sujetador o prensas para tierra. c. Portaelectrodo. 3. Equipo no eléctrico. a. Mesa de soldadura [para partes pequeñas] con tornillo giratorio de banco, prensas, agujeros y ranuras para colocación, portacable de tierra, y contenedores de electrodo. b. Martillo de rebabeear y descostrar ,para quitar escoria y salpicaduras. c. Cepillo de alambre para limpiar las zonas soldadas. d. Material de respaldo para prevenir el goteo de metal fundido a través de una junta para
9. SOLDADURA DE TUBOS EN POSICION HORIZONTAL (2G)	Aprender a producir soldaduras aceptables en tubo de acero común en posición horizontal (2G).	2 hora	
10. FUENTES DE PODER	Conocer los diferentes tipos de fuentes de poder utilizadas en soldadura	2 horas.	
11. ENERGÍA PARA LA SOLDADURA	Conocer los distintos tipos de corriente y su aplicación en soldadura	1 hora	
12. PREPARACION PARA APLICAR LA SOLDADURA	Conocer la forma correcta de preparar los materiales a soldar así como el correcto ajuste de los parámetros del equipo	1 horas	
13. PARÁMETROS DE SOLDADURA QUE SE RECOMIENDAN	Conocer algunas recomendaciones respecto al gas de protección, a las posiciones de soldadura, etc. Para diferentes aplicaciones	1 hora	

<sup>25</sup> El equipo, las herramientas y los materiales anotados son los elementos que normalmente se emplean para los trabajos de soldadura con arco metálico protegido, mismos que se requerirán en todos los ejercicios subsecuentes de soldadura, con la adición de algunos materiales específicos para cada práctica los cuales se detallan en los requerimientos de la práctica respectiva.

			<p>dar soporte y disipar el calor.</p> <p>e. Equipo diverso para alinear, medir, marcar, colocar y limpiar el material por soldar.</p>
--	--	--	--

#### RESUMEN DE LAS PRACTICAS DE SOLDADURA NIVEL II

NOMBRE DE LA PRACTICA	OBJETIVO	TIEMPO REQUERIDO	EQUIPO HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS <sup>26</sup>
14. FAMILIARIZACIÓN CON EL EQUIPO PARA SOLDADURA CON ARCO DE TUNGSTENO Y GAS	<p>Aprender a:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Identificar visualmente y nombrar correctamente todos los componentes principales del equipo al que se refiere este ejercicio.</li> <li>Preparar correctamente y poner en condiciones de trabajo todas las partes componentes del equipo para soldadura con arco de tungsteno y gas.</li> <li>Poner en marcha correctamente un equipo de esta naturaleza.</li> </ol>	1/2 a 3/4 de hora.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ropa y Equipo de protección</li> <li>Maquina para soldadura de arco, incluyendo: <ol style="list-style-type: none"> <li>Cables de tierra y del portaelectrodo.</li> <li>Sujetador o prensas para tierra.</li> <li>Portaelectrodo.</li> </ol> </li> <li>Equipo no eléctrico. <ol style="list-style-type: none"> <li>Mesa de soldadura [para partes pequeñas] con tornillo giratorio de banco, prensas, agujeros y ranuras para colocación, portacable de tierra, y contenedores de electrodo.</li> <li>Martillo de rebabear y descostrar .para quitar escoria y salpicaduras.</li> <li>Cepillo de alambre para limpiar las zonas soldadas.</li> <li>Material de respaldo para prevenir el goteo de metal fundido a través de una junta para dar soporte y disipar el calor.</li> <li>Equipo diverso para alinear, medir,</li> </ol> </li> </ol>
15. HECHURA DE UN CORDON LONGITUDINAL EN LA POSICION PLANA	<p>Aprender a manipular apropiadamente el equipo GTAW (TIG) descrito en la practica 14.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Suficiente dotación de gas argón para protección.</li> <li>Uno o dos electrodos de tungsteno puro de 3/32 de</li> </ol>	2 hora	

<sup>26</sup> El equipo, las herramientas y los materiales anotados son los elementos que normalmente se emplean para los trabajos de soldadura con arco metálico protegido, mismos que se requerirán en todos los ejercicios subsecuentes de soldadura, con la adición de algunos materiales específicos para cada practica los cuales se detallan en los requerimientos de la practica respectiva .

	<p>pulgada de diámetro.</p> <p>3. Suficiente aluminio 4043 como metal de aporte, de 1/8 de pulgada de diámetro.</p> <p>4. Amplia dotación de tiras de aluminio de 6 x 2 x /8 de pulgada.</p>		<p>marcar, colocar y limpiar el material por soldar.</p>
--	--	--	--

#### RESUMEN DE LAS PRACTICAS DE SOLDADURA NIVEL II

NOMBRE DE LA PRACTICA	OBJETIVO	TIEMPO REQUERIDO	EQUIPO HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS <sup>27</sup>
16. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE, DERANURA ESCUADRADA, EL ALUMINIO Y EN POSICION PLANA	Aprender a hacer juntas aceptables a tope, de ranura es cuadrada, en posición plana, con el proceso de arco de tungsteno y gas.	1 hora	1.Ropa y Equipo de protección 2.Maquina para soldadura de arco, incluyendo: a. Cables de tierra y del portaelectrodo. b. Sujetador o prensas para tierra. c. Portaelectrodo.
17. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TRASLAPE CON CORDON DE FILETE EN POSICION HORIZONTAL, EN ALUMINIO, SIN USAR METAL DE APORTE	Aprender a hacer una soldadura aceptable de filete en posición horizontal, en aluminio, con el proceso GTAW, sin usar metal de aporte.	1 hora	3. Equipo no eléctrico. a. Mesa de soldadura [para partes pequeñas] con tornillo giratorio de banco, prensas, agujeros y ranuras para colocación, portacable de tierra, y contenedores de electrodo.
18. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TRASLAPE CON CORDON DE FILETE EN POSICION HORIZONTAL, EN ALUMINIO, USANDO METAL DE APORTE	Aprender a hacer una soldadura de filete aceptable en aluminio, en posición horizontal, y usando metal de aporte.	1 hora	b. Martillo de rebabeear y descostrar .para quitar escoria y salpicaduras. c. Cepillo de alambre para limpiar las zonas soldadas. d. Material de respaldo para prevenir el goteo de metal fundido a través de una junta para dar soporte y disipar el calor.
19. HECHURA DE UNA SOLDADURA DE FILETE PARA FORMAR UNA ESQUIJYA EXTERIOR, EN POSICION PLANA Y	Aprender a hacer una soldadura de filete aceptable para formar una esquina exterior, en posición plana y en aluminio.	1 hora	e. Equipo diverso para alinear, medir, marcar, colocar y limpiar el material por

<sup>27</sup> El equipo, las herramientas y los materiales anotados son los elementos que normalmente se emplean para los trabajos de soldadura con arco metálico protegido, mismos que se requerirán en todos los ejercicios subsecuentes de soldadura, con la adición de algunos materiales específicos para cada práctica los cuales se detallan en los requerimientos de la práctica respectiva.

EN ALUMINIO			soldar.
20. SOLDADURA DE UNA JUNTA INTERIOR DE ESQUINA, EN POSICION HORIZONTAL Y EN ALUMINIO	Aprender a soldar una junta de esquina aceptable, de tipo interior, en posición horizontal y en aluminio.	1 hora	
21. HECHURA DE SOLDADURAS DE CORDON EN POSICION VERTICAL EN ALUMINIO	Aprender a hacer soldaduras aceptables en posición vertical en aluminio	1 hora	

### 3.4 CONCLUSIONES

Después de haber propuesto un Sistema Nacional de Formación para Mecánicos Soldadores en El Salvador, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1. Para que el Sistema de Formación arroje resultados positivos, deben de existir de manera conjunta todas las entidades propuestas y cumplir con cada una de las competencias.
2. El consejo Formativo, cumplirá las competencias de homologar normas, acreditar a los centros formativos y examinadores de la calificación.
3. El comité evaluador tendrá la competencia primordial de supervisar la actividades y sugerir a los centros formativos y examinadores de la calificación
4. Los comités sectoriales, tendrán como competencia principal actualizar el Sistema de formación de mecánicos soldadores, que consiste en revisar y proponer mejoras en los cursos de formación, revisar y proponer al consejo a través del comité evaluador nuevos programas de formación, nuevos exámenes de calificación.

5. las funciones que tendrán los centros formativos y los examinadores de la calificación, estarán en conjunta relación.
6. Para que el sistema de formación desarrolle los cursos de una manera eficiente, deberá contar con los recursos de infraestructura y equipo.
7. Las instalaciones en las que se desarrollaran las practicas de soldadura, deberán contar, con todos los requerimientos de seguridad industrial, tales como: ventilación natural o forzada, sistema anti-incendios, instrucciones de evacuación en casos de incendios o terremotos.
8. Los aspirantes que hagan uso de los equipos de soldadura deberán hacer uso de los equipos de protección personal.
9. El diseño de los cursos de formación, Nivel I y Nivel II se ha realizado de acuerdo a las necesidades de formación identificadas en la etapa de investigación que posee el mecánico soldador.
10. Los procesos de soldadura para el desarrollo de los cursos son Soldadura por arco con electrodo revestido SMAW, Soldadura MIG/MAG, Soldadura TIG, los cuales fueron identificados en la etapa de investigación, como los procesos más utilizados en el ámbito de la soldadura en El Salvador y que deben de desarrollarse más extensamente.
11. La aprobación de la calificación de un mecánico soldador Nivel I será solo en la condición que haya completado y aprobado satisfactoriamente las evaluaciones respectivas del curso de formación y el examen de calificación.
12. La metodología de enseñanza de los cursos de formación contará con clases expositivas, sesiones audiovisuales, demostraciones de la aplicación de los procesos, practicas de taller, pruebas de laboratorio para determinar la calidad de la soldadura y la utilización de equipo informático para desarrollar investigaciones o tareas ex aula.
13. Una vez establecido un sistema nacional de formación de mecánicos soldadores, se estaría en condiciones de crear un sistema de certificación de los mismos, con lo cual se complementaria el proceso.

## **CAPITULO IV**

### **PROPUESTA DE INCORPORACIÓN DEL PROCESO DE CERTIFICACIÓN AL SISTEMA NACIONAL DE FORMACIÓN DE MECÁNICOS SOLDADORES**

#### **ANTECEDENTE**

En la etapa anterior propusimos un sistema de formación de mecánicos soldadores, con el objetivo de formar la mano de obra con la que contamos en el país en el área de la soldadura. Una vez establecido el sistema de formación de mecánicos soldadores, el siguiente paso es la incorporación del proceso de certificación de mecánicos soldadores para que el sistema sea completo. A continuación proponemos el proceso de certificación a nivel nacional que puede ser incorporado al sistema para complementarlo; con lo que el sistema vendría a ser un Sistema Nacional de Formación y Certificación de Mecánicos Soldadores.

#### **4.1 CENTRO DE EXÁMENES DE CALIFICACIÓN (Centros de Calificación)**

Este Órgano o dependencia de una Empresa o Institución estaría capacitado para tomar exámenes de calificación a los candidatos a certificar como Soldadores, siendo reconocido como tal por el Consejo de Calificación y Certificación.

Los Centros de Exámenes de Calificación serían los órganos del Sistema que ejecutarían los exámenes de calificación.

Se considerarían Centros de Exámenes de Calificación aquellos Organismos o dependencias reconocidos como tales por el Consejo, asesorado por el Comité. Ellos podrían ser organizados por:

- Instituciones públicas o privadas interesadas en el desarrollo y la aplicación de la Soldadura, tales como Organismos de Enseñanza Pública, Instituciones de Investigación, Asociaciones, Empresas, etc.
- Los criterios para el reconocimiento de los Centros de Exámenes de Calificación son establecidos por el Consejo, quien es el único Organismo responsable por la concesión de la acreditación a un Centro de Exámenes de Calificación.
- En el caso de Instituciones que se propongan ser un Centro de Exámenes de Calificación y que estén relacionadas con actividades de enseñanza y entrenamiento, deberán comprobar claramente que existe una separación entre las actividades de enseñanza y entrenamiento con las de calificación.
- Los Centros de Exámenes de Calificación deberán poseer Organigrama administrativo y funcional propios, debiendo incluir en su cuerpo técnico los siguientes cargos :
  - Un Gerente.
  - Inspectores de Soldadura certificados en todas las Normas y/o Códigos en las que pretendan actuar, formalmente designados como Inspectores Responsables por el Sistema que responde técnicamente frente al Comité, en su área de actuación.

- Inspectores de Soldadura en los niveles a certificar, certificados en todas las Normas y/o Códigos en las que pretendan actuar, en el número que sea adecuado a su nivel de actividad.
- La realización de exámenes para calificación en los distintos niveles es una atribución del Centro de Exámenes de Calificación. Para que sean válidos para la certificación, dichos exámenes deberán ser ejecutados bajo la supervisión del Inspector de Soldadura responsable por el Sistema.

#### **4.1.1 EXAMEN DE CALIFICACIÓN**

Comprende las actividades relacionadas con la comprobación de la calificación de un individuo con fines de obtener la Certificación.

#### **4.1.2 NIVEL DE CALIFICACIÓN**

Es el nivel profesional atribuido a un individuo y resultante de la comprobación formal de sus conocimientos, habilidades y aptitudes, que lo capacita para ejercer las atribuciones y responsabilidades de Soldador o Inspector de Soldadura previamente definidas.

#### **4.1.3 CALIFICACIÓN**

Consiste en la comprobación de características y habilidades según procedimientos escritos y con resultados documentados, que permiten a un individuo ejercer determinadas atribuciones y responsabilidades.

#### **4.2 PROCESO DE CERTIFICACIÓN**

El proceso de certificación de mecánicos soldadores dentro del sistema de formación y certificación, brindará nuevas oportunidades al personal previamente formado y calificado.

De manera que es importante y oportuna la incorporación de la certificación de mecánicos soldadores en El Salvador, para ello proponemos la incorporación de una nueva función a un órgano (Comité de Evaluación y Calificación) del sistema de formación de mecánicos soldadores que permita otorgar certificaciones a los aspirantes que hallan aprobado todas evaluaciones pertinentes.

Entre las competencias que desarrollara la entidad certificadora, que será el Comité de Evaluación y Certificación, están las siguientes:

- Otorgar certificaciones a los aspirantes que aprueben las evaluaciones respectivas.
- Llevar un registro de todos aquellos soldadores certificados por el sistema (una copia de estos registros será archivada en el centro de exámenes de calificación).
- Evaluar el desempeño del mecánico soldador certificado en el desarrollo de los trabajos de soldadura.
- Auditar a los Centros de Exámenes de Calificación.

De tal manera que el Órgano responsable por la Certificación de Soldadores sería el Comité de Calificación y Certificación, apoyado por el Centros de exámenes de Calificación.

#### **4.3 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA LA ACREDITACION DE LOS CENTROS DE EXAMENES DE CALIFICACIÓN**

Los Centros de Exámenes de Calificación deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Una estructura organizacional, incluyendo un sistema de seguridad, que permite mantener la capacidad para ejecutar satisfactoriamente las funciones técnicas para lo cual la acreditación ha sido asignada.
- La capacidad de asesoramiento y administración que son requeridas por la prueba de calificación del soldador.
- Una organización con un personal capacitado para tomar pruebas de calificación con miras a la certificación.

- Un gerente técnico (quien puede ser también el representante del Comité de Evaluación y Calificación.) es quien tiene la responsabilidad general para la operación técnica del Centro de Exámenes de Calificación.

#### **4.3.1 PERSONAL ENCARGADO DE LA ADMINISTRACIÓN DE LAS PRUEBAS DE CALIFICACIÓN.**

El personal técnico del Centro de Exámenes de Calificación, deberá tener la educación necesaria, el entrenamiento, conocimiento técnico y la experiencia para asumir las funciones que deberán cumplir. Los requerimientos mínimos para la ejecución de las pruebas deben ser:

- La inspección y servicios de prueba deberán ser bajo la dirección de una persona a cargo con la responsabilidad administrativa y técnica, esta función será desempeñada por un empleado a tiempo completo, deberá tener como mínimo de 5 años de experiencia técnica en soldadura e inspección y prueba de metales.
- La prueba de calificación del soldador. Será administrada por un supervisor de pruebas quien estará Calificado para las Pruebas Respectivas.
- Las juntas de uniones soldadas empleadas para la calificación serán evaluadas por el personal encargado de las pruebas de calificación, para ello hará uso de ensayos destructivos y no destructivos sobre dichas juntas, dichos ensayos se realizaran con servicios propios o subcontratados de laboratorios de ensayos destructivos y no destructivos previamente avalados por el Comité de Evaluación y Certificación.

#### **4.3.2 EQUIPOS DE SOLDADURA PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DE CALIFICACIÓN**

Los equipos de soldadura que serán usados en las pruebas de calificación, serán ubicados en las instalaciones habilitadas y aprobadas por el comité para realizar las Pruebas de Calificación de los mecánicos soldadores.

El equipo designado en las pruebas de calificación, deberán suministrar el mejor rango de parámetros, de manera que cumplan con las especificaciones y requerimientos solicitados en la prueba de calificación.

El equipo deberá suministrar, características de seguridad eléctrica y mecánica requeridas en la adecuada evaluación de uniones soldadas, cualquier cambio deberá asegurar la funcionalidad de los equipos, para satisfacer los requerimientos de las pruebas de calificación.

#### **4.3.2.1 Mantenimiento de los equipos**

Todos los equipos serán adecuadamente mantenidos y libres de contaminantes tales como corrosión u otras causas de deterioro, deberán de contar con un mantenimiento periódico.

#### **4.3.2.2 Abusos**

Ningún elemento del equipo deberá estar sujeto a sobrecargas o uso inadecuado. Aquellos equipos que presenten deterioro, deberán de sacarse de servicio y etiquetarse hasta que hayan sido reparados.

#### **4.3.2.3 Registros de los equipos**

Cada uno de los equipos con los que se cuente, deberán tener un registro por cada equipo que incluya lo siguiente:

- El nombre del equipo
- El nombre del fabricante, tipo de especificación con número de serie.
- Fecha de la última calibración y registro de calibraciones.
- Ubicación actual.
- Detalles del mantenimiento.
- Manual de operación del fabricante.
- En caso de equipos de medida, el registro también incluirá el periodo máximo permitido entre calibraciones.

### **4.3.3 CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS**

Los Equipos para las pruebas y medición usados en las pruebas de calificación deberán ser calibrados, desde el momento de inicio de función del comité de evaluación y calificación, y a partir de ese momento se realizara en programa de calibraciones.

#### **4.3.3.1 Programa de calibración de los equipos**

El programa global de calibración del equipo será diseñado y operado de manera que asegure y suministre las medidas hechas en la pruebas de Calificación,

#### **4.3.3.2 Etiqueta De Calibración de Equipos**

Se instalara una etiqueta sobre los equipos, esta indicara la fecha de la última calibración así como la fechas de la próxima calibración.

### **4.3.4 MÉTODOS DE PRUEBAS Y PROCEDIMIENTOS**

El Centro de exámenes de Calificación tendrá instrucciones documentadas para el uso, la operación de los equipos, manejo, preparación de la prueba de calificación.

### **4.3.5 CONSIDERACIONES AMBIENTALES**

Las pruebas locales deberán hacerse en un lugar con una adecuada ventilación, deberán estar protegidos de contaminantes como polvo excesivo, humedad vapor, vibración, interrupción electromagnética e interferencia, sin mencionar el adecuado mantenimiento.

Se deberán tomar en cuenta medidas ambientales que aseguren el desempeño de los equipos.

### **4.3.6 CONSIDERACIONES EN EL MANEJO DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CALIFICACIÓN**

#### **4.3.6.1 Sistema de registro de pruebas de calificación**

El Centro de exámenes de Calificación mantendrá un sistema de registro disponible de manera que en circunstancias particulares se complemente con alguna regulación existente. Deberá retenerse o registrarse todas las observaciones originales. Cálculos y datos derivados, registros de calibraciones, y el reporte final de la prueba de calificación por un periodo de 5 años.

#### **4.3.6.2 Seguridad**

Todos los registros y los reportes de las pruebas deberán estar autorizados de manera segura y confidencial hacia el cliente y al Comité de Evaluación y Certificación, a menos que alguien más lo requiera bajo el marco legal.

#### **4.3.6.3 Formularios**

Los formatos del reporte de la prueba de calificación, serán presentados por el Comité de Evaluación y Certificación, estos serán llenados de manera clara, precisa y completa.

### **4.3.7 EVALUACIONES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO**

El Comité designará a un ente consultor para ejecutar la evaluación en las instalaciones de los Centros de Exámenes de Calificación.

#### **4.3.8 AUDITORIA**

Los asesores del ente consultor darán una guía de evaluación y una lista de control para seguir la ejecución de la evaluación.

Estos documentos estarán provistos para asegurar que las evaluaciones son conducidas, de la mejor manera posible entre los asesores y el personal del comité de evaluación y calificación.

La evaluación generalmente consiste en lo siguiente:

- Una reunión de entrada con el gerente del Centro de exámenes de calificación.
- Revisión del sistema de procedimientos y manuales que aseguran la administración eficaz de las pruebas de Calificación y certificación.
- Entrevistas con el personal técnico encargado de administrar las pruebas de calificación y Certificación de los mecánicos soldadores aspirantes.
- Observación de las pruebas elegidas.
- Reexaminación de los equipos y registros de calibración.
- Una reunión final donde se exponen las conclusiones de la evaluación.

El objetivo de una evaluación es establecer que la prueba de Calificación cumpla con los criterios emitidos por el Comité de Evaluación y Certificación.

#### **4.3.9 REPORTE DE LA EVALUACIÓN**

En la conclusión de la evaluación, el asesor del comité consultor prepara un reporte con conclusiones, identificando las deficiencias (desviaciones de los criterios y procedimientos en los métodos de prueba para la cual la acreditación es requerida), lo cual es opinión del asesor.

El Centro de exámenes de calificación, deberá corregir en orden las observaciones citadas para ser acreditado.

#### **4.3.10 DECISIÓN DE LA ACREDITACIÓN**

##### **4.3.10.1 Presentación**

El reporte del asesor del comité consultor, y otra información de la aplicación es presentada a los miembros del consejo para información.

##### **4.3.10.2 Autorización**

Si la acreditación es otorgada, el Comité preparará un certificado, dará seguimiento y alcance de la acreditación de la prueba de Calificación. La prueba de Calificación deberá guardar el alcance de la acreditación disponible para mostrarla a los clientes o potenciales clientes, las especificaciones de los procedimientos de soldadura y los métodos de prueba para lo cual han sido acreditados.

#### **4.3.11 REEVALUACIONES**

El ente consultor designado por el comité, conducirá una reevaluación completa en el sitio de las instalaciones del Centro de exámenes de Calificación al menos cada tres años, la evaluación también será conducida cuando la evaluación y las presentaciones del Centro de exámenes de Calificación o cuando sus clientes indiquen cambios técnico significativos ocurridos en la capacidad del Centro la prueba de calificación.

#### **4.3.12 RENOVACIÓN DE LA ACREDITACIÓN**

La acreditación será otorgada por un periodo de 5 años, al Centro de exámenes de Calificación le será enviado un cuestionario de renovación, de acuerdo con la fecha de expiración de la acreditación, para permitir el suficiente tiempo para completar el proceso de renovación, para que una reevaluación en el sitio sea un éxito será completado antes de que la reacreditación sea extendida cada tres años.

### **4.4 PROCEDIMIENTO PARA LA CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE MECANICOS SOLDADORES**

#### **4.4.1 REQUISITOS PARA LA CERTIFICACIÓN DE MECÁNICOS SOLDADORES**

La certificación para Soldadores en cualquiera de los niveles comprende el cumplimiento de pre-requisitos relacionados con:

- ❖ El grado de escolaridad
- ❖ Aptitud física
- ❖ Entrenamiento
- ❖ Experiencia profesional.

**Escolaridad o experiencia profesional**

Los candidatos a certificación como Mecánicos Soldadores deben comprobar mediante documentos el cumplimiento de los requisitos mínimos de escolaridad y experiencia profesional que se requieran respectivamente.

#### **Conocimientos exigibles**

Los candidatos deben satisfacer los requisitos de conocimientos teóricos y prácticos que se establezcan.

#### **Aptitud física**

Los candidatos a certificación deben presentar las características de aptitud física que hayan sido aprobadas por el Consejo.

#### **Calificación**

Todos los candidatos deberán someterse a exámenes de conocimientos teóricos y prácticos, de acuerdo a lo definido. Los exámenes constarán de una parte de conocimientos generales básicos y otra opcional de conocimientos sectoriales específicos.

### **4.4.2 ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA (EPS)**

Es una hoja que contiene las especificaciones del procedimiento de soldadura y que le sirve al soldador como una guía para la correcta realización de su trabajo.

La junta soldada de la prueba de calificación deberá estar soldada de acuerdo con lo escrito en las especificaciones del procedimiento para la soldadura (EPS).

De aquí en adelante nos referiremos a estos procedimientos como EPS.

Las Descripciones de Prueba de Soldadura incluyen variables de soldadura y define los límites de calificación para cada prueba.

#### **4.4.2.1 Supervisor de la Prueba de Calificación.**

La calificación de la prueba deberá ser desempeñada bajo la dirección de una persona designada como el Supervisor de Prueba.

El Supervisor de Prueba debe de ser responsable por la calificación de desempeño de la prueba.

Si durante la Prueba de Calificación, el Supervisor de Prueba determina que el soldador no demuestra las habilidades para desempeñar la prueba satisfactoriamente, el resto de la prueba puede cancelarse.

El Supervisor de Prueba puede permitir a un soldador volver a realizar la prueba inmediatamente o que este requiera de entrenamiento adicional o practique antes de realizar la prueba.

El Supervisor de Prueba debe ser responsable de hacer cumplir las reglas de seguridad, procedimientos y limpieza.

#### **4.4.2.2 Calificador de la Prueba**

El Calificador de la prueba (Centro de exámenes de Calificación) dirige la prueba de calificación y prepara el reporte de prueba, el Comité de Evaluación y Certificación emite la certificación.

#### **4.4.3 DESEMPEÑO DE LA PRUEBA**

##### **Identificación**

El aspirante deberá tener asignada una letra de identificación, símbolo o número, y esta identificación deberá estar marcada sobre los materiales de prueba y registros.

##### **Verificación**

Previo al inicio de la prueba de soldadura, la identificación fotográfica del aspirante debe de ser verificada por el supervisor.

##### **Equipo de Seguridad**

El aspirante debe de usar equipo de seguridad personal aplicado para el proceso de soldadura.

##### **Ajuste de Maquina**

Antes de comenzar la prueba de calificación, el soldador debe de ajustar la maquina de acuerdo a la EPS.

##### **Chequeo del Material**

El material base y el metal de aporte debe ser verificado por el Supervisor de Prueba previamente a soldar.

## **Ajuste**

El aspirante deberá de ensamblar las partes especificadas en la EPS. El ensamble deberá de ser revisado previamente por el Supervisor de Prueba.

## **Control del Ensamble**

El Supervisor de Prueba será testigo de cada ensamble de prueba en la posición de soldadura y deberá marcar el ensamble de prueba, o asegurarse que esta se encuentre en la posición especificada hasta que la soldadura haya sido completada.

## **Posicionamiento**

Toda limpieza, esmerilado, levantamiento de escoria u otras operaciones en proceso deben de ser desempeñadas con el ensamble de prueba en la posición de soldadura especificada. Evidencia de remoción de ensamble de la prueba o movimiento de la ubicación original, excepto por accidente, deberá ser causante de la conclusión de la prueba.

## **Herramientas de Potencia**

Cualquier herramienta de potencia que sea usada, deberá de estar anotada en el Registro de Calificación de Prueba de Soldador, por el supervisor de prueba.

### **4.4.4 MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN**

#### **Re- Pruebas**

Si la prueba de desempeño del soldador falla conociendo los requerimientos, una re-prueba puede ser permitida bajo las siguientes condiciones:

- **Re-prueba Inmediata.** No más de tres re-pruebas inmediatas pueden ser permitidas. El espécimen de Re-prueba deberá llevar todos los requerimientos especificados.
- **Re-prueba después de adicional entrenamiento o práctica.** Una re-prueba puede ser hecha, proveyendo la evidencia de que el soldador a tenido entrenamiento adicional o practicas.

Una completa re-prueba de los tipos y posiciones falladas deben de ser realizada.

#### **4.4.5 DOCUMENTACIÓN DE LA CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO DEL SOLDADOR**

Los datos del desempeño de la calificación y los resultados de los exámenes y pruebas, deben de ser registradas por el Centro de exámenes de Calificación.

#### **4.4.6 PERIODO DE EFECTIVIDAD**

El periodo de certificación es de 12 meses. El periodo comienza desde la fecha de la conclusión de los resultados de examinación y firma por el Supervisor de Prueba.

#### **4.4.7 IDENTIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE DOCUMENTOS**

La tarjeta de certificación del soldador es emitida por el Comité de Evaluación y Certificación.

#### **4.4.8 MANTENIMIENTO DE LA CERTIFICACIÓN**

Los soldadores pueden mantener su certificación indefinidamente mediante el uso de documentación de desempeño en procesos calificados de soldadura.

El uso de los procesos debe de ser verificado por el soldador sometiéndose a los requerimientos de la certificación de soldadores, el mantenimiento y Certificación debe hacerse cada año como mínimo. Dichas formas deberán ser enviadas previamente a la expiración de la certificación. La fecha de expiración de la certificación es extendida por un periodo de 12 meses.

Después que el periodo de certificación a expirado, sin que el soldador utilice los procesos, una única prueba necesita ser hecha en cualquier espesor por cada proceso en el cual el soldador esta calificado. Con la completa satisfacción de dicha prueba restaura todas las calificaciones previas por el proceso probado.

#### **4.4.9 RENOVACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN**

La renovación de la certificación debe de ser de acuerdo con los requisitos de certificación, este formato se muestra en el APENDICE 11 *Mantenimiento de la Certificación*.

#### **4.4.10 CANCELACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN**

En cualquier momento y según criterios propios, el Comité puede solicitar la suspensión de la certificación de un individuo y dirigir la documentación pertinente al Consejo, a quien cabe la decisión de la cancelación de la certificación.

#### **4.5 REMUNERACIÓN DE LOS SERVICIOS.**

Los costos de las actividades desarrolladas por el Comité en función de implementar lo indicado en el presente documento, serán de cargo de los Centros de Exámenes de Calificación, mediante tasas que serán propuestas por el Comité y aprobadas por el Consejo.

Las tasas a cobrar por los Centros de Exámenes de Calificación deberán ser únicas para todos los Centros y orientadas por el Consejo en base a informaciones sobre los costos operacionales.

#### **4.6 PROPUESTA DE PRUEBAS DE CALIFICACIÓN PARA CERTIFICAR MECANICOS SOLDADORES EN LOS NIVELES I Y II**

Para calificar a un mecánico soldador con fines de certificación, proponemos a continuación la documentación necesaria para llevar a cavo las pruebas de evaluación.

- Evaluación Teórica
- Registro del desempeño de la prueba de calificación para la certificación de mecánicos soldadores

- Descripción del desempeño de la prueba
- Especificación del procedimiento de soldadura (EPS).
- Lista de Control para la preparación de las juntas a soldar
- Lista de control durante la realización de practica de soldadura.

#### **4.6.1 EVALUACIÓN TEÓRICA.**

Este es un formato, que consiste en la primera evaluación a ser realizada por el mecánico soldador, como requisito para que pueda aplicar a la prueba de soldadura.

#### **4.6.2 REGISTRO DEL DESEMPEÑO DE LA PRUEBA DE CALIFICACIÓN PARA LA CERTIFICACIÓN DE MECÁNICOS SOLDADORES**

Este es un formato en el que se registra toda la información referente al desarrollo de la prueba, aquí se incluyen los datos personales del aspirante y del supervisor, las variables que caracterizan a cada prueba, y los resultados de la inspección.

#### **4.6.3 DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA PRUEBA.**

Esta es una hoja en la que se definen los parámetros de la prueba como por ejemplo, tipo de material, configuración, número del EPS respectivo, material de aporte, etc.

#### **4.6.4 ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**

En este documento se definen las variables del procedimiento y los requerimientos para la correcta ejecución de la prueba de calificación en soldadura.

A continuación proponemos dos pruebas de calificación para certificar mecánicos soldadores, la primera basada en el curso de formación Nivel I; y la segunda en el curso de formación Nivel II. Cada una de estas pruebas permitiría la calificación del aspirante para ser certificado como soldador Nivel I o Nivel II respectivamente. Pueden existir mas pruebas de calificación para calificar mecánicos soldadores en procesos específicos, o para una misma categoría pueden existir más de una prueba, sin embargo proponemos solo una para cada nivel a manera de ejemplo.

#### **4.6.5 LISTA DE CONTROL PARA LA PREPARACIÓN DE LAS JUNTAS A SOLDAR.**

Este documento consiste es una evaluación, que realizara el supervisor de la prueba, durante la preparación de las juntas a soldar, especificadas en los especificaciones de procedimientos de soldadura.

#### **4.6.6 LISTA DE CONTROL DURANTE LA REALIZACIÓN DE PRACTICA DE SOLDADURA.**

Este documento consiste en una evaluación durante la realización de la práctica de soldadura, por el mecánico, para evaluar el desempeño de los parámetros de operación.

#### **4.6.6 PRUEBAS DE CALIFICACIÓN PARA SER CERTIFICADO COMO MECANICO SOLDADOR NIVEL I.**

Obtener una certificación como mecánico soldador Nivel I significa que el Soldador cumple con el perfil propuesto en el curso de formación del nivel I<sup>28</sup>.

#### **PROCEDIMIENTO PARA CERTIFICAR MECANICOS SOLDADORES NIVEL I.**

Para la certificación de los mecánicos soldadores proponemos un proceso, que consiste en evaluaciones progresivas.

Antes de aplicar a este proceso el soldador debe demostrar que esta apto para este nivel de certificación, por lo que debe de contar con la calificación de dicho nivel, deberá realizar los siguientes procesos:

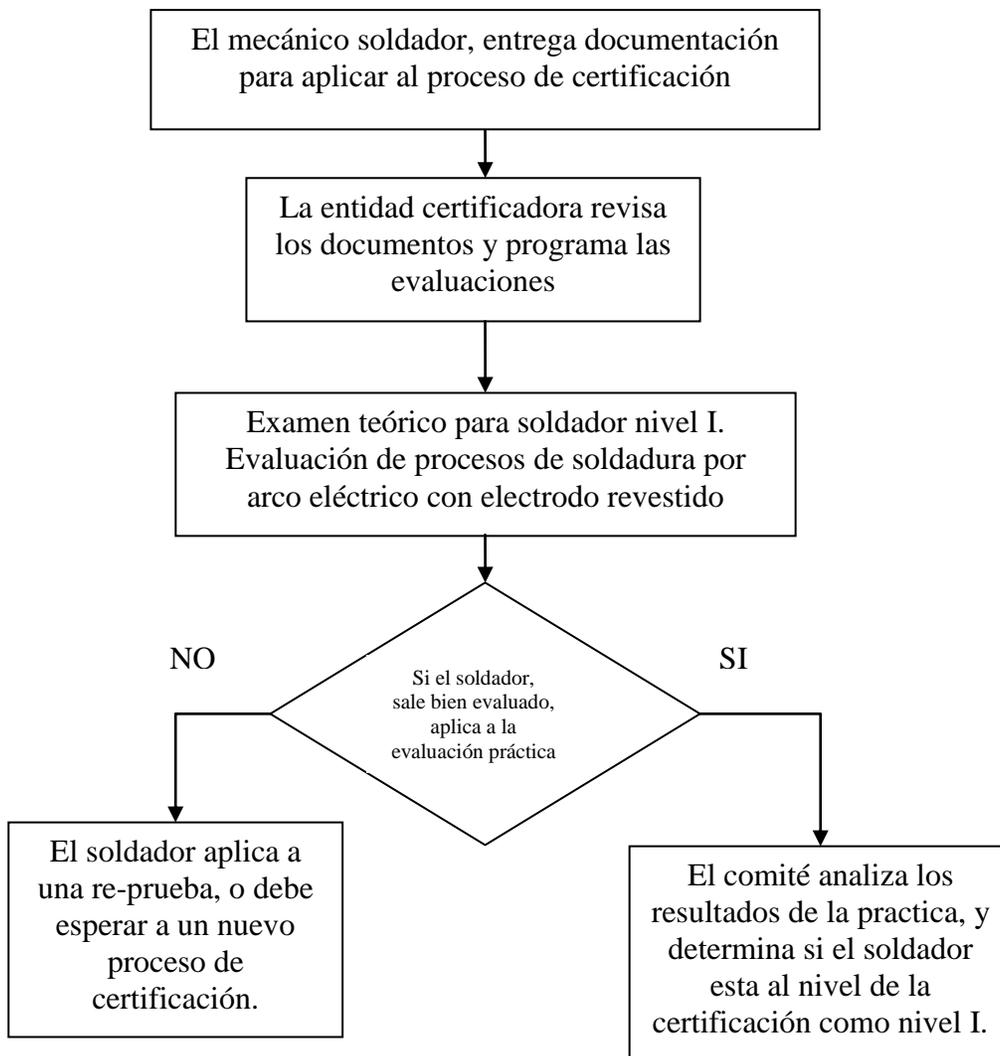
1.- Cuestionario: pretende evaluar la asimilación los conceptos involucrados en el curso de formación para mecánico soldador nivel I.

---

<sup>28</sup> Capitulo III del presente trabajo de graduación, Perfil del mecánico soldador Nivel I

2.- Práctica de soldadura: haciendo uso del equipo de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido.

**PROCESO PARA OBTENER UNA CERTIFICACIÓN  
MECANICO SOLDADOR NIVEL I**



#### **4.6.6.1 EXAMEN TEORICO PARA EVALUAR AL MECÁNICO SOLDADOR NIVEL I.**

Objetivo: Comprobar la asimilación de los conocimientos impartidos en el nivel I, por parte del mecánico soldador aspirante a una certificación para el primer nivel.

El siguiente cuestionario, forma parte de una evaluación integral hacia el mecánico, que aplica a una certificación de nivel I.

Cabe mencionar que este cuestionario, forma el requisito para realizar la prueba práctica:

- 1 *Describa o dibuje en esquema cómo debe verse la sección transversal de una buena soldadura de filete.*
- 2 *Dé los nombres y haga esquemas de las formas de tres preparaciones de reborde que se usan para soldaduras a tope.*
- 3 *Nombre y describa los dos métodos que se usan para soldadura vertical.*
- 4 *¿Por qué se emplea el movimiento oscilante en la soldadura vertical?*
- 5 *Mencione dos razones para utilizar diferentes tipos de ondeado en la posición vertical hacia arriba.*
- 6 *¿Qué ángulo de electrodo se usa en la soldadura hacia arriba, o de sobre cabeza?*
- 7 *¿Qué puede hacerse para evitar que el pocillo de metal fundido gotee o se cuelgue al hacer soldadura de sobre cabeza?*
- 8 *Nombre el tipo de electrodo AWS, el diámetro, y el ajuste de amperaje que se requieren para soldar acero dulce de 3/8 de espesor en la posición plana.*
- 9 *¿Por qué se usa el movimiento ondeado?*
- 10 *¿Cuál es el espesor de la placa más delgada que requiere preparación de sus bordes para soldarse?*
- 11 *¿Por qué se emplean a veces soleras de respaldo cuando se sueldan placas de acero dulce?*
- 12 *Haga una lista de las ropas de seguridad que deben usar los soldadores cuando aplican soldadura hacia arriba.*

#### 4.6.6.2 REGISTRO DEL DESEMPEÑO DE LA PRUEBA DE CALIFICACIÓN PARA LA CERTIFICACIÓN DE MECÁNICOS SOLDADORES

##### IDENTIFICACIÓN DEL DESARROLLO DE LA PRUEBA

Nombre: \_\_\_\_\_ Número de identificación: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Posición de la prueba: \_\_\_\_\_

Código de referencia/ especificación: . \_\_\_\_\_

No. de especificación de Proceso de Soldadura (EPS): \_\_\_\_\_

Metal base: \_\_\_\_\_

Espesor: \_\_\_\_\_

No. De la descripción del desempeño de la prueba de Calificación: \_\_\_\_\_

Uso de corrección visual: si. \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

Tipo de corrección visual: lentes: \_\_\_\_\_

Lentes de contacto: \_\_\_\_\_

Aumentadores: \_\_\_\_\_

##### VARIABLE DEL DESEMPEÑO DE LA PRUEBA

Tipo de material base: \_\_\_\_\_ Proceso de soldadura: \_\_\_\_\_

Espesor min. \_\_\_\_\_ máx. \_\_\_\_\_

Método de aplicación

Manual: . \_\_\_\_\_, semiautomático: . \_\_\_\_\_ automático: . \_\_\_\_\_ maquina: . \_\_\_\_\_

Tipo de corriente: AC. \_\_\_\_\_ DC. \_\_\_\_\_

Gas protector usado: \_\_\_\_\_ Rango de flujo: \_\_\_\_\_

Diámetro de la tubería: . \_\_\_\_\_

Apoyo: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Apoyo: si: . \_\_\_\_\_ no: . \_\_\_\_\_ raíz abierta: si: \_\_\_\_\_ no: \_\_\_\_\_

Doble soldadura: \_\_\_\_\_ o soldadura simple: \_\_\_\_\_

Arco de cortocircuito: (GMAW) si . \_\_\_\_\_ no. \_\_\_\_\_

Posición: Plana \_\_\_\_\_ Vertical \_\_\_\_\_ Horizontal \_\_\_\_\_ Sobre cabeza \_\_\_\_\_

## RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN VISUAL

CONDICIÓN	ACEPTABLE	INACEPTABLE
Fusión completa	_____	_____
Penetración completa en la junta	_____	_____
No más de un poro por pulgada visible	_____	_____
Poros o inclusiones no mayores a 0.25 t		
Donde t es el espesor del metal base	_____	_____
No grietas	_____	_____

**Resultados de la prueba de doblez**

NA. \_\_\_\_\_ pasó. \_\_\_\_\_ falla. \_\_\_\_\_

**Resultados de la prueba visual:**

Calidad de la soldadura: pasó. \_\_\_\_\_ falla. \_\_\_\_\_

**Resultados de la prueba radiográfica:**

NA. \_\_\_\_\_ pasó. \_\_\_\_\_ falla. \_\_\_\_\_.

**Calificado para el proceso de:**

---



---



---

**Calificado para la posición:**

**Ranura:**

Tubería: 1G \_\_\_\_\_, 2G \_\_\_\_\_, 5G \_\_\_\_\_, 6G \_\_\_\_\_, 6GR \_\_\_\_\_.

(T) min. \_\_\_\_\_, Máx \_\_\_\_\_, Rango de diámetro: \_\_\_\_\_.

Lamina: 1G \_\_\_\_\_, 2G \_\_\_\_\_, 3G \_\_\_\_\_, 4G \_\_\_\_\_, (T) min. \_\_\_\_\_, Max. \_\_\_\_\_.

Inserto consumible: \_\_\_\_\_, Tipo de apoyo \_\_\_\_\_, Raíz abierta: \_\_\_\_\_, Acceso: restringido \_\_\_\_\_.

No restringido. \_\_\_\_\_.

**Relleno:**

Tubería: 1F \_\_\_\_\_, 2F \_\_\_\_\_, 4F \_\_\_\_\_, 5F \_\_\_\_\_.

(E) min. \_\_\_\_\_, Máx. \_\_\_\_\_.

Lamina: 1F \_\_\_\_\_, 2F \_\_\_\_\_, 3F \_\_\_\_\_, 4F \_\_\_\_\_.

(E) min. \_\_\_\_\_, Máx. \_\_\_\_\_.

Vertical ascendente \_\_\_\_\_, Descendente \_\_\_\_\_.

Deposito de soldadura Min. \_\_\_\_\_, Máx. \_\_\_\_\_.

Lado simple \_\_\_\_\_, Doble lado. \_\_\_\_\_.

Fecha de la prueba: \_\_\_\_\_ Firmado por: (supervisor de la prueba): \_\_\_\_\_.

Prueba de Calificación. \_\_\_\_\_ No de la prueba de Calificación: \_\_\_\_\_

### **4.6.6.3 DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA PRUEBA DE CALIFICACIÓN PARA LA CERTIFICACIÓN DE MECÁNICOS SOLDADORES NIVEL I**

**NOMBRE DE LA PRUEBA:** *Soldadura por arco eléctrico (SMAW) con electrodo revestido en posición hacia arriba o sobre cabeza.*

**Prueba No. 01**

**Proceso de soldadura:** Soldadura por arco eléctrico (SMAW).

**Material base:**

1. Una plantilla de colocación para soldadura hacia arriba.
2. Dos placas de acero dulce de 3 x 8 x ¼ de pulgada.
3. Dos placas de acero dulce de 3 x 8 x ½ pulgadas.

**Metal de aporte:**

1. Varios electrodos de 5/32 de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para ca).
2. Varios electrodos de 3/16 de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para ca).

**Detalle de la junta soldada:** mirar EPS-101<sup>29</sup>

**Apoyo:** ninguno

**Posición de soldadura:** Hacia arriba o sobre cabeza

**Progresión de la soldadura vertical:**

**No de la Especificación del procedimiento de la soldadura (EPS):** EPS-101

**Prueba requerida:** Visual, dobléz, radiografía que puede usarse en lugar de dobleces.

---

<sup>29</sup> Con respecto al número del EPS, el primer dígito corresponde la nivel 1 y los otros dos dígitos corresponden al número correlativo del EPS.

#### 4.6.6.4 FORMATO DE UNA ESPECIFICACIÓN DE PROCESO DE SOLDADURA (EPS) PARA LA PRUEBA DE CALIFICACIÓN PARA CERTIFICAR MECANICOS SOLDADORES NIVEL I

No. De Especificación del procedimiento de la Soldadura (EPS): EPS-101

Especificación de procedimiento de soldadura (EPS) correspondiente a la prueba No. 01

No. De revisión:

Proceso de soldadura: SMAW

Posición: Hacia arriba o sobre cabeza

Especificación:

##### Metales base

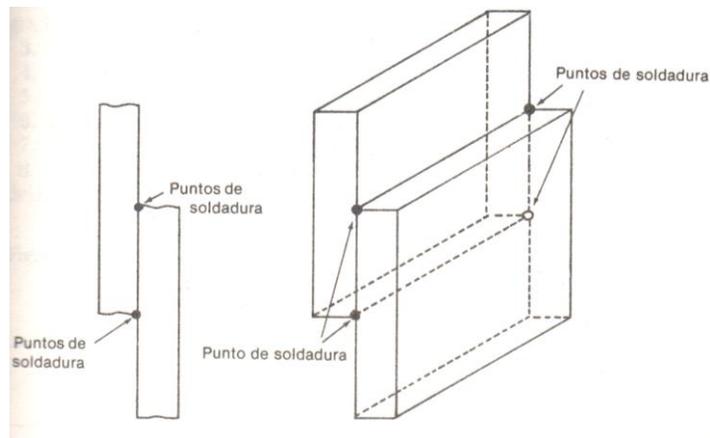
1. Una plantilla de colocación para soldadura hacia arriba.
2. Dos placas de acero dulce de 3 x 8 x ¼ de pulgada.
3. Dos placas de acero dulce de 3 x 8 x ½ pulgadas.

##### Rango de espesores:

##### Metales de relleno:

1. Varios electrodos de 5/32 de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para ca.).
2. Varios electrodos de 3/16 de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para ca.).

##### Juntas:



Retenedor: ninguno

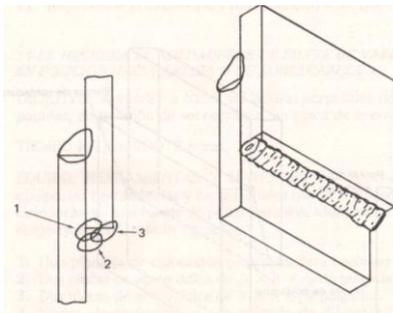
Diseño de la junta: traslape

Respaldo: ninguno.

Material de respaldo: ninguno.

<b>Posiciones:</b> Hacia arriba o sobre cabeza		<b>Tratamiento térmico pos soldadura:</b> ninguno					
<b>Pre calentamiento</b> Temperatura de pre calentamiento: ninguna Temperatura de entrepaso: ninguna Mantenimiento del pre calentamiento: ninguno		<b>Gas protector:</b> ninguno					
<b>Características eléctricas.</b> Corriente AC o DC: polaridad DC EP Rango de amperios: 170 a 190    rango de voltaje: 20-30							
<b>Técnica:</b> Cordón o tejido: De filete Orificio o tamaño de boquilla: ninguno. Limpieza de entrepasos o inicial: cepillado o pulido, etc. Método de arranque: ninguno permitido. Simple o múltiple pasos: 3 pasos Múltiples o electrodos simples: simples. Velocidad de transporte: Espesor máximo de soldeo:							
Capa de soldadura	Proceso	Metal de relleno		Corriente		Rango de voltaje	Rango de velocidad de transporte.
		Clase	Diámetro	Tipo de polaridad	Rango de amperaje		
Paso # 1	SMAW	E-6010	3/16 in.	DC-EP	170 - 190	20-30	
Paso #2	SMAW	E-6010	3/16 in.	DC-EP	170 - 190	20-30	
Paso #3	SMAW	E-6010	3/16 in.	DC-EP	170 - 190	20-30	

Secuencia de pasos de relleno de soldadura en la junta soldada:



Paso # 1: hacer uso de electrodo E 6010.  
Paso # 2: hacer uso de electrodo E 6010.  
Paso # 3: hacer uso de electrodo E 6010.  
Balance: ninguno  
Geometría de la junta:

#### 4.6.6.5 LISTA DE CONROL DURANTE LA PREPARACION DE JUNTAS A SOLDAR

**Objetivo:** Supervisar el desempeño del mecánico soldador que aplica a una certificación para nivel I, durante la preparación, de las juntas a soldar haciendo uso del equipo, herramientas y suministros.

El soldador debe:	Aceptable	Inaceptable
<b>Preparación de Juntas.</b>		
Preparar dos placas de acero con dimensiones de 3x8x <sup>1</sup> / <sub>4</sub> de pulgada.		
Cortar las juntas a soldar, y eliminar cualquier filo en las esquinas, utilizando para ello limas		
Limar las esquinas de las juntas a soldar, de manera que tengan el nivel esperado.		
Seleccionar el tipo y la cantidad de electrodos de raíz con diámetro de <sup>5</sup> / <sub>32</sub> de pulgada E-6010 para CD ó E-6011 para CD		
Seleccionar el tipo y la cantidad de electrodos de relleno con diámetro de <sup>3</sup> / <sub>16</sub> de pulgada E-6010 para CD ó E-6011 para CD.		
Limpiar las juntas sobre las superficies, que estén libre d óxidos a soldar.		
Marcar las juntas a soldar con el código asignado al inicio de la evaluación		

<b>El soldador debe:</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Inaceptable</b>
<b>Uso de Equipo de Seguridad</b>		
Colocarse su Gabacha		
Colocarse su delantal		
Preparar la mesa de trabajo		
Colocarse sus lentes de protección al momento de realizar el corte con la sierra.		
Solicitar el préstamo de los guantes		
Solicitar el préstamo de Careta de soldadura		
<b>Equipos</b>		
Solicitar el préstamo de equipo de soldadura de arco y gas GMAW.		
Solicitar el préstamo de Lima.		
Solicitar el préstamo de Sierra.		
Solicitar el préstamo de cepillo de alambre		

#### 4.6.6.6 LISTA DE CONTROL PARA LA EVALUACIÓN DE LA PREUBA DE CALIFICACIÓN NIVEL I.

**Objetivo:** Supervisar el desempeño del mecánico soldador que aplica a una certificación para nivel I, durante la preparación, realización y finalización de la práctica haciendo uso del equipo, herramientas y suministros.

<b>El soldador debe:</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Inaceptable</b>
<b>Ensamble de equipo de soldadura de arco eléctrico con electrodo revestido</b>		
Conectar uno de los extremos del cable de tierra o Terminal de la pieza de trabajo a la maquina de soldar y el otro extremo a la mesa de trabajo.		
Conectar el cable del electrodo a la maquina de soldar.		
Colgar el porta electrodo en el gancho porta cable, en donde no pueda ponerse en contacto con el cable de tierra.		
<b>Establecer y mantener un arco</b>		
Colocar una placa plana de acero sobre el banco; cepíllela hasta que quede libre de suciedad y escamas.		
Sujetar firmemente la Terminal de tierra a la placa.		
Ajustar el amperaje de la máquina de soldar entre 120 y 140.		
Ajustar el electrodo en el porta electrodo.		
Encender la máquina de soldar.		
Establecer el arco, raspando o tocando el metal de base (pieza de trabajo) con el electrodo. La distancia entre el electrodo y el metal de base debe ser aproximadamente igual al diámetro del electrodo.		

Establecer el arco y, sin oscilar (sin mover el electrodo de un lado otro), deja varios puntos de soldadura.		
Rebabea perfectamente los cordones de soldadura, y páselos después un cepillo de alambre.		
<b>Hechura de soldaduras de filete de varias pasadas en posición hacia arriba o de sobre cabeza</b>		
Colocar en posición plana sobre el banco una placa de acero dulce de ¼ de pulgada de espesor.		
Sujetar firmemente la Terminal de tierra a la placa.		
Colocar un electrodo de 5/32 de pulgada de diámetro en el porta electrodo.		
Traslapar la segunda placa de acero dulce de ¼ de pulgada de espesor sobre la primera, y unir las con puntos de soldadura en los extremos de la junta, por ambos lados		
Sujetar con prensas el ensamble en el dispositivo de colocación de manera que el lado angosto de la V quede en la parte más alta		
Depositar profundamente el primer cordón en la raíz de la V, usando un movimiento de pivoteo en la muñeca.		
Quitar toda la escoria de este cordón.		
Deposite los cordones segundo y tercero, en la secuencia indicada.		
Gire el conjunto y suelde el lado opuesto		
Ensamblar y unir con puntos de soldadura dos placas de acero dulce de ½ pulgada de espesor, como lo hizo con las dos placas de ¼ de pulgada de espesor.		

Sujetar con prensas el conjunto en el dispositivo de colocación de manera que el lado ancho de la V quede en la posición más alta. (Recuerde usar un electrodo de $\frac{3}{16}$ de pulgada de diámetro para todas las partes de su trabajo en placas de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor.)		
---	--	--

#### **4.6.7 PRUEBAS DE CALIFICACIÓN PARA SER CERTIFICADO COMO MECANICO SOLDADOR NIVEL II.**

Obtener una certificación como mecánico soldador Nivel II significa que el Soldador cumple con el perfil propuesto en el curso de formación del nivel II<sup>30</sup>.

##### **PROCEDIMIENTO PARA CERTIFICAR MECANICOS SOLDADORES NIVEL II**

Para la certificación de los mecánicos soldadores proponemos un proceso, que consiste en evaluaciones progresivas.

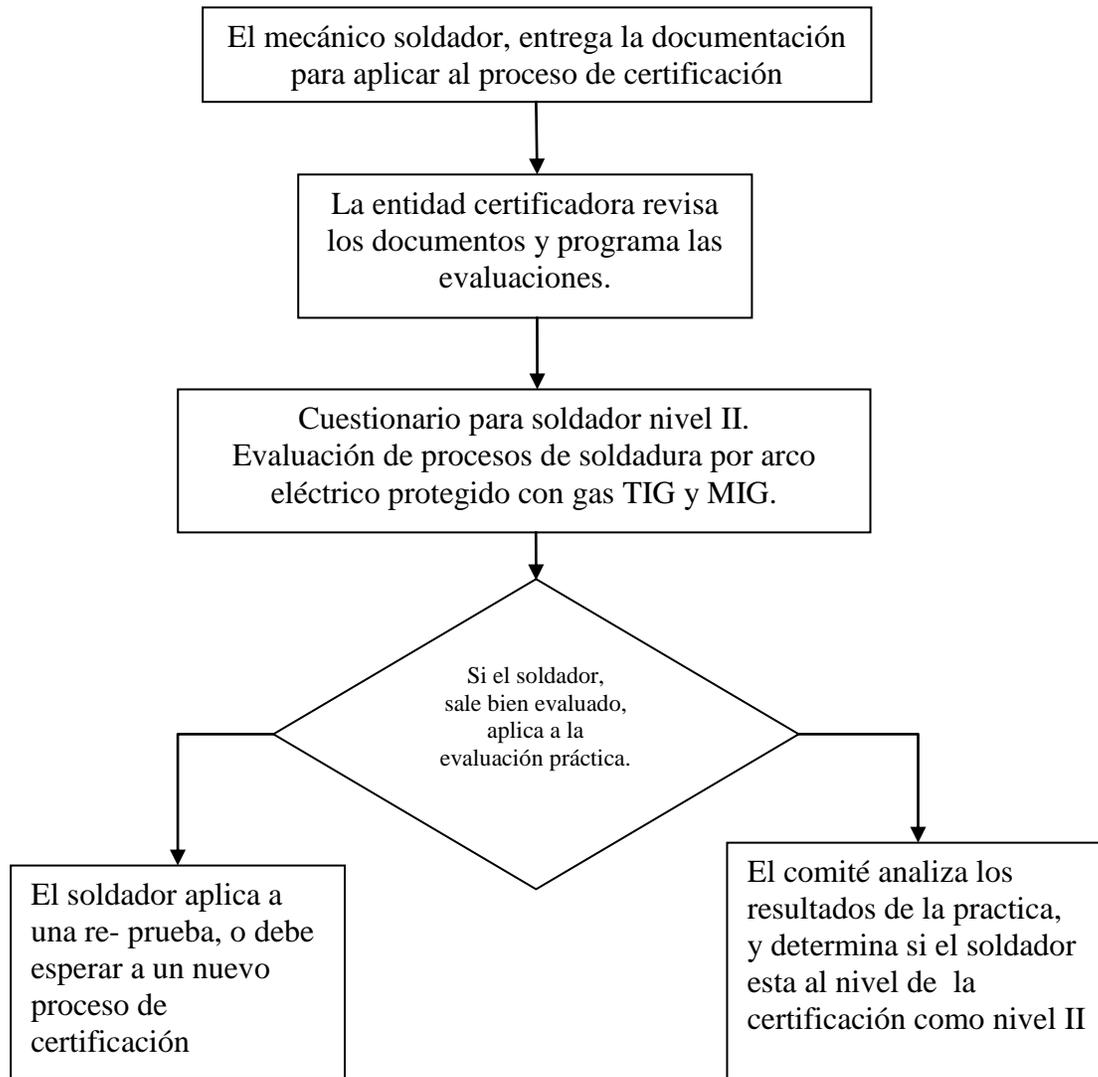
Antes de aplicar a este proceso el soldador debe demostrar que esta apto para este nivel de certificación, por lo que debe de contar con la calificación y la certificación del nivel I, además debe de llenar los siguientes requisitos:

- 1.- Cuestionario: El cual pretende evaluar la asimilación de los conceptos involucrados en el curso de formación para mecánico soldador nivel II.
- 2.- Práctica de soldadura: Haciendo uso del equipo de soldadura por arco y gas (GMAW y GTAW)

---

<sup>30</sup> Capitulo III del presente trabajo de graduación, Perfil del mecánico soldador Nivel II.

**PROCESO PARA OBTENER UNA CERTIFICACIÓN  
MECANICO SOLDADOR NIVEL II**



**4.6.7.1 EXAMEN TEORICO PARA EVALUAR AL MECÁNICO SOLDADOR NIVEL I.**

**Objetivo:** Comprobar la asimilación de los conocimientos impartidos en el nivel I, por parte del mecánico soldador aspirante a una certificación para el primer nivel.

El siguiente cuestionario, forma parte de una evaluación integral hacia el mecánico soldador, que aplica a una certificación de nivel II.

Cabe mencionar que este cuestionario, forma el requisito para realizar la práctica haciendo uso de equipo.

- 1 Describa los ajustes de la maquina (amperaje, gas de protección) para realizar una soldadura de juntas a tope con ranura escuadrada, en acero al carbono.*
- 2 Describa los pasos para realizar una soldadura de filete en posición vertical y horizontal en aluminio.*
- 3 Describa los pasos para realizar una soldadura de filete en posición vertical y horizontal en acero inoxidable.*
- 4 Describa los pasos para hacer una soldadura de tubo de acero en posición horizontal.*
- 5 Dibuje el esquema de una soldadura de tubo de acero en posición horizontal, considerando que el tubo es de pared delgada.*
- 6 Dibuje el esquema de una soldadura de tubo de acero en posición horizontal, considerando que el tubo es de pared gruesa.*

#### 4.6.7.2 .REGISTRO DEL DESEMPEÑO DE LA PRUEBA DE CALIFICACIÓN PARA LA CERTIFICACIÓN DE MECÁNICOS SOLDADORES

##### IDENTIFICACIÓN DEL DESARROLLO DE LA PRUEBA

Nombre: \_\_\_\_\_ Número de identificación: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Posición de la prueba: \_\_\_\_\_

Código de referencia/ especificación: . \_\_\_\_\_

No. de especificación de Proceso de Soldadura (EPS): \_\_\_\_\_

Metal base: \_\_\_\_\_

Espesor: \_\_\_\_\_

No. De la descripción del desempeño de la prueba de Calificación: \_\_\_\_\_

Uso de corrección visual: si. \_\_\_\_\_ no. \_\_\_\_\_

Tipo de corrección visual: lentes: \_\_\_\_\_

Lentes de contacto: \_\_\_\_\_

Aumentadores: \_\_\_\_\_

##### VARIABLE DEL DESEMPEÑO DE LA PRUEBA

Tipo de material base: \_\_\_\_\_ Proceso de soldadura: \_\_\_\_\_

Espesor min. \_\_\_\_\_ máx. \_\_\_\_\_

Método de aplicación

Manual: . \_\_\_\_\_, semiautomático: . \_\_\_\_\_ automático: . \_\_\_\_\_ maquina: . \_\_\_\_\_

Tipo de corriente: AC. \_\_\_\_\_ DC. \_\_\_\_\_

Gas protector usado: \_\_\_\_\_ Rango de flujo: \_\_\_\_\_

Diámetro de la tubería: . \_\_\_\_\_

Apoyo: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Apoyo: si: . \_\_\_\_\_ no: . \_\_\_\_\_ raíz abierta: si: . \_\_\_\_\_ no: . \_\_\_\_\_

Doble soldadura: . \_\_\_\_\_ o soldadura simple: . \_\_\_\_\_

Arco de cortocircuito: (GMAW) si . \_\_\_\_\_ no. \_\_\_\_\_

Posición: Plana \_\_\_\_\_ Vertical \_\_\_\_\_ Horizontal \_\_\_\_\_ Sobre cabeza \_\_\_\_\_

## RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN VISUAL

CONDICIÓN	ACEPTABLE	INACEPTABLE
Fusión completa	_____	_____
Penetración completa en la junta	_____	_____
No más de un poro por pulgada visible	_____	_____
Poros o inclusiones no mayores a 0.25 t		
Donde t es el espesor del metal base	_____	_____
No grietas	_____	_____

**Resultados de la prueba de doblez**

NA. \_\_\_\_ pasó. \_\_\_\_ falla. \_\_\_\_

**Resultados de la prueba visual:**

Calidad de la soldadura: pasó. \_\_\_\_ falla. \_\_\_\_

**Resultados de la prueba radiográfica:**

NA. \_\_\_\_ pasó. \_\_\_\_ falla. \_\_\_\_.

Calificado para el proceso de:

**Calificado para la posición:**

Ranura:

Tubería: 1G \_\_\_\_ . 2G \_\_\_\_ . 5G \_\_\_\_ . 6G \_\_\_\_ . 6GR \_\_\_\_ .

(T) min. \_\_\_\_ . Máx \_\_\_\_ . Rango de diámetro: \_\_\_\_ .

Lamina: 1G \_\_\_\_ . 2G \_\_\_\_ . 3G \_\_\_\_ . 4G \_\_\_\_ . (T) min. \_\_\_\_ . Max. \_\_\_\_ .

Inserto consumible: \_\_\_\_ . Tipo de apoyo \_\_\_\_ . Raíz abierta: \_\_\_\_ . Acceso: restringido \_\_\_\_ .

No restringido. \_\_\_\_ .

Relleno:

Tubería: 1F \_\_\_\_ . 2F \_\_\_\_ . 4F \_\_\_\_ . 5F \_\_\_\_ .

(E) min. \_\_\_\_ . Máx. \_\_\_\_ .

Lamina: 1F \_\_\_\_ . 2F \_\_\_\_ . 3F \_\_\_\_ . 4F \_\_\_\_ .

(E) min. \_\_\_\_ . Máx. \_\_\_\_ .

Vertical ascendente \_\_\_\_ . Descendente \_\_\_\_ .

Deposito de soldadura Min. \_\_\_\_ . Máx. \_\_\_\_ .

Lado simple \_\_\_\_ . Doble lado. \_\_\_\_ .

Fecha de la prueba: . \_\_\_\_\_ Firmado por: (supervisor de la prueba): \_\_\_\_\_

Prueba de Calificación. \_\_\_\_\_ No de la prueba de Calificación: \_\_\_\_\_

### **4.6.7.3 DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA PRUEBA DE CALIFICACIÓN PARA LA CERTIFICACIÓN DE MECÁNICOS SOLDADORES NIVEL II**

**NOMBRE DE LA PRUEBA:** SOLDADURA DE TUBO DE ACERO EN POSICION HORIZONTAL FIJA  
(5G)

#### **Prueba No. 01**

**Proceso de soldadura:** Soldadura por arco protegido con gas (GMAW)

**Material base:**

Tubo de acero común de 8 pulgadas de diámetro, cedula 40 con 0.322 de pulgada de espesor de pared.

**Metal de aporte:**

Metal de aporte de acero al carbono, de 0.035 de pulgada de diámetro

Gas de protección (75% Ar y 25% CO<sub>2</sub>)

**Detalle de la junta soldada:** mirar EPS-201<sup>31</sup>

**Apoyo:** ninguno

**Posición de soldadura:** 5G

**Progresión de la soldadura:** horizontal fija

**No de la Especificación del procedimiento de la soldadura (EPS):** EPS-201

**Prueba requerida:** Visual, dobléz, radiografía que puede usarse en lugar de dobleces.

---

<sup>31</sup> Con respecto al número del EPS, el primer dígito corresponde la nivel 2 y los otros dos dígitos corresponden al número correlativo del EPS.

#### 4.6.7.4 FORMATO DE UNA ESPECIFICACIÓN DE PROCESO DE SOLDADURA (EPS) PARA LA PRUEBA DE CALIFICACIÓN PARA CERTIFICAR MECANICOS SOLDADORES NIVEL II

No. De Especificación del procedimiento de la Soldadura (EPS): EPS-201

Especificación de procedimiento de soldadura (EPS) correspondiente a la prueba No. 01

No. De revisión:

Proceso de soldadura: GMAW

Posición: 5G

Especificación:

##### Metales base

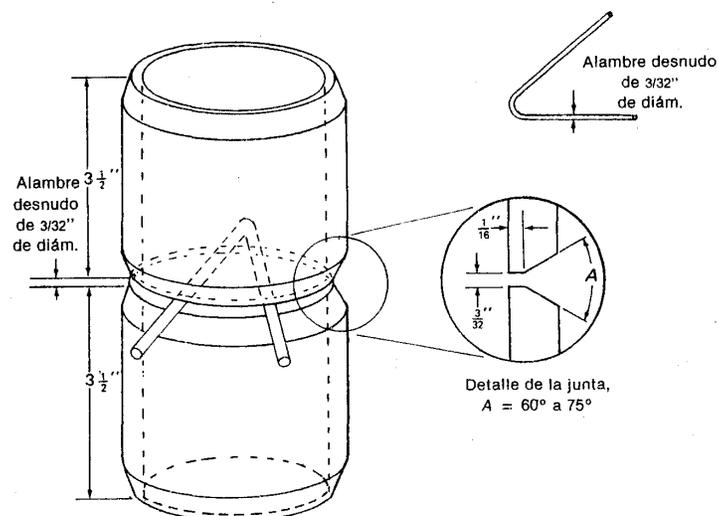
Tubo de acero común de 8 pulgadas de diámetro, cedula 40 con 0.322 de pulgada de espesor de pared

##### Rango de espesores:

##### Metales de relleno:

Metal de aporte de acero al carbono, de 0.035 de pulgada de diámetro

##### Juntas:



Retenedor: Soporte con abrazaderas para sostener el tubo

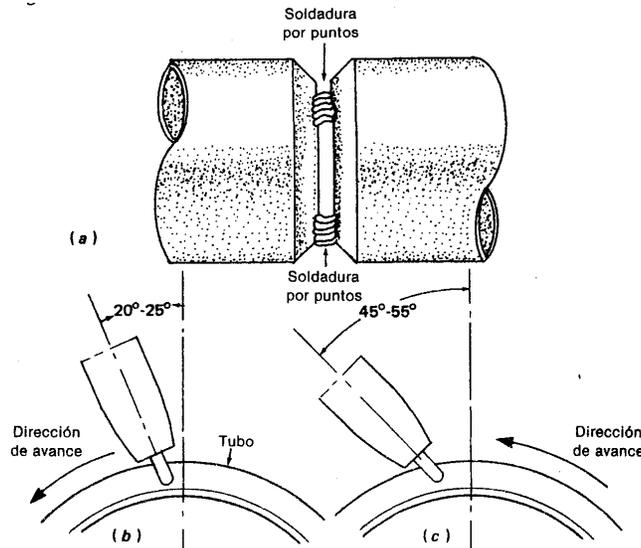
Diseño de la junta: con ranura en V.

Respaldo: ninguno.

Material de respaldo: ninguno.

<b>Posiciones:</b> Tubo en posición fija (5G)	<b>Tratamiento térmico pos soldadura:</b> ninguno
<b>Pre calentamiento</b> Temperatura de pre calentamiento: ninguna Temperatura de entrepaso: ninguna Mantenimiento del pre calentamiento: ninguno	<b>Gas protector:</b> 75% Ar y 25% CO <sub>2</sub>
<b>Características eléctricas.</b> Corriente AC o DC: polaridad DC EP Rango de amperios: 65 a 475    rango de voltaje: 16-28	
<b>Técnica:</b> Cordón o tejido: De filete Orificio o tamaño de boquilla: 0.035 de pulgada de diámetro. Limpieza de entrepasos o inicial: cepillado o pulido, etc. Método de arranque: ninguno permitido. Simple o múltiple pasos: múltiples pasos Múltiples o electrodos simples: simples. Velocidad de transporte: 95 plg./ min.	

Secuencia de pasos de relleno de soldadura en la junta soldada:



#### 4.6.7.5 LISTA DE CONTROL DURANTE LA PREPARACION DE JUNTAS A SOLDAR

**Objetivo:** Supervisar el desempeño del mecánico soldador que aplica a una certificación para nivel II, durante la preparación, de las juntas a soldar haciendo uso del equipo, herramientas y suministros.

<b>El soldador debe:</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Inacceptable</b>
<b>Preparación de Juntas.</b>		
Preparar secciones de tubo de acero cedula 40 de 8 pulgadas de diámetro y longitud de 3 ½ pulgadas.		
Preparar el material de aporte de 3/32 pulgadas de diámetro.		
Ajustar el gas de protección 75% Ar, 35 % CO <sub>2</sub>		
Preparar un bisel aproximadamente de 60 ° entre las juntas a soldar con una separación mínima de 1/16 de pulgada		
Limpier las superficies a soldar , de manera que estén libre de óxidos		
<b>Uso de Equipo de Seguridad</b>		
Colocarse su Gabacha		
Colocarse su Delantal		
Preparar la mesa de trabajo		
Colocarse sus lentes de protección al momento de realizar el corte con la sierra		
Solicitar el préstamo de los guantes		
Solicitar el préstamo de Careta de soldadura		
<b>Equipos</b>		
Solicitar el préstamo de equipo de soldadura SMAW.		
Solicitar el préstamo de Lima.		
Solicitar el préstamo de Sierra.		

#### 4.6.7.6 LISTA DE CONTROL PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DE CALIFICACIÓN NIVEL II

**Objetivo:** Supervisar el desempeño del mecánico soldador que aplica a una certificación para nivel II, durante la preparación, realización y finalización de la práctica haciendo uso del equipo, herramientas y suministros.

El soldador debe:	Aceptable	Inaceptable
<b>Familiarización con el equipo (método del arco en corto)</b>		
Arreglar el equipo de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por el fabricante del mismo.		
Conectar la máquina de soldar al dispositivo de suministro de energía.		
Revisar el equipo para ver que:		
a. Los controles del alimentador de alambre y el alimentador mismo hayan sido instalados y ajustados correctamente.		
b. El conjunto de pistola y cable haya sido conectado y alineado con el alimentador de alambre.		
c. Se hayan conectado las mangueras del sistema de suministro de gas al alimentador de alambre, y de éste al conjunto pistola-cable.		
d. Los suministros de alambre y gas de protección sean los requeridos para efectuar la práctica.		
Coloque el control de velocidad del alimentador de alambre en la posición cero.		
Abrir la válvula de salida del cilindro de gas de protección.		

Abrir lentamente la válvula del medidor de gasto o de flujo, oprimiendo y manteniendo simultáneamente apretado el gatillo o disparador del aplicador.		
Quitar la cubierta de protección del soplete, y colocar la punta de conexión en buen contacto con la mesa de trabajo conectada a tierra.		
Oprimir momentáneamente el gatillo, y leer simultáneamente el amperaje.		
Establecer un arco.		
Continuar soldando, y aumentar lentamente la velocidad del alambre precisamente hasta el punto en el que el alambre comience a encorvarse.		
<b>Soldadura de tubo de acero en posición horizontal fija (5g)</b>		
Consultar Tabla, para determinar los ajustes de la máquina de soldar.		
Hacer los ajustes de operación en la máquina de soldar.		
Colocar una pieza de tubo de desperdicio sobre la mesa de soldar.		
Ajustar el alambre electrodo a una separación de aproximadamente ¼ de pulgada.		
Baje su careta de protección, oprima el gatillo del aplicador de soldadura, y haga una soldadura de prueba. Inspeccione la soldadura, y haga los ajustes necesarios.		
Colocar un tramo corto de tubo, o niple, en posición vertical, con la ranura hacia arriba, sobre la mesa de trabajo.		
Tomar un trozo de electrodo de acero dulce, de 3/32 de pulgada de diámetro, y de suficiente longitud, y dóblelo para formar una V (figura 15).		

Colocar el electrodo doblado de acero dulce transversalmente al tubo, de manera que el alambre toque al niple de tubería en cuatro puntos.		
Colocar el segundo niple de tubería, con la ranura hacia abajo, encima del primer niple.		
Bajar su careta de protección, y unir con puntos de soldadura los dos niples en cuatro lugares separados por espacios iguales. Nota: Las soldaduras de puntos deben tener entre 3/4 y 1 pulgada de longitud.		
Colocar los niples unidos por puntos de soldadura en posición horizontal (5G) fija, y apretar las prensas de sujeción del dispositivo de colocación.		
Comenzar a soldar la pasada del fondo en posición vertical y hacia abajo, y continuar hasta que llegue a la posición que indica las 6 horas en un reloj.		
Gire el tubo 180 grados, regrese a la posición de las 12 del reloj, y repita los pasos 12 y 13 hasta que haya completado el cordón de fondo en toda la periferia.		
Hacer uso de anteojos de seguridad, y un cepillo, una rasqueta, un cincel y/o un esmeril para quitar toda la escoria de la superficie de la pasada de fondo.		
Bajar su careta de protección y, usando un ligero ángulo de inclinación hacia atrás en el soplete (de 15 a 20 grados), inicie la pasada de rellenado.		

## **4.7 CONSIDERACIONES ECONOMICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CENTRO DE EXAMENES DE CALIFICACIÓN**

Para estimar un monto que supondría la inversión inicial para implementar un centro de calificación y certificación de mecánicos soldadores, necesitamos conocer algunas variables como la demanda de certificaciones que se tendrían en un determinado periodo de tiempo, con lo cual podríamos dimensionar las instalaciones y determinar los equipos, suministros y personal necesarios para el funcionamiento del centro. Para conocer esta información sería necesaria una investigación mas precisa. Sin embargo a manera de ejemplo presentamos a continuación una estimación de costos, partiendo de un supuesto (demanda anual de certificaciones), lo que nos permitirá tener una idea de los factores económicos que involucra el establecimiento de un centro de calificación y certificación de soldadores, y de alguna manera determinar el costo que para el aspirante supondría la obtención de una certificación.

### **Factores económicos a considerar**

A continuación definimos los factores económicos que se deben considerar para establecer el centro de calificación y certificación de soldadores.

- Instalaciones
- Equipamiento
- Personal
- Suministros

Estos a su vez se pueden desglosar de la siguiente manera:

### **Instalaciones**

- Alquiler del local del centro
- Mantenimiento de las instalaciones
- Pago de impuestos
- Pago por consumo de energía eléctrica
- Pago por consumo de agua
- Pago por consumo telefónico e Internet

## **Equipamiento**

- **Equipo de oficina**
  - Escritorios
  - Computadoras
  - Impresoras
  - Fotocopiadora
  - Sillas
  - Archivos
  - Papelería
  - Extintores
  - Artículos de limpieza
- **Equipo y material didáctico**
  - Pupitres
  - Pizarrones
  - Proyectores de diapositivas
  - Computadoras
  - Libros
  - Revistas
  - Catálogos
  - Varios
- **Equipos taller**
  - Aparatos de soldadura eléctrica con electrodo revestido
  - Accesorios para los aparatos de soldadura eléctrica
  - Aparatos de soldadura TIG con sus accesorios
  - Aparatos de soldadura MIG con sus accesorios
  - Equipos completos de seguridad para soldadores
  - Equipos de corte oxiacetilénico
  - Pulidoras
  - Taladros de banco con sus accesorios
  - Prensas de banco
  - Mesas de trabajo

- Calibradores
- Cizallas
- Limas
- Marco y Sierras
- Prensa hidráulica
- Dobladoras
- Escuadras
- Cepillos de alambre
- Compresor de 10 HP
- Tijeras para cortar lamina
- Otros
- **Personal**
  - Director (gerente)
  - Secretaria
  - Ordenanza
  - Guardia
  - Instructores
  - Supervisores
- **Suministros**
  - Electroodos de distintos tipos
  - Bobinas de material de aporte para MIG
  - Oxigeno
  - Acetileno
  - Argón
  - Tiza
  - Tubos de diferente medida
  - Chapas metálicas de diferente medida
- **Equipo de laboratorio**
  - Rayos X.
  - Partículas magnéticas.
  - Ultrasonido.

- Equipo de prueba de tracción.
- Equipo de prueba de impacto.
- Equipo de prueba de dobléz

Suponiendo una demanda de 600 certificaciones por año en los niveles I y II, lo que supone una demanda mensual de 50 certificaciones de las cuales 35 sería en el nivel I y 15 en el nivel II hacemos las siguientes consideraciones:

RUBRO	DETALLE	CARACTERISTICAS	COSTO MENSUAL APROXIMADO US\$
Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alquiler del local del centro</li> </ul>	Ubicado en un lugar seguro y accesible, debe tener parqueo amplio, una caseta de seguridad, área de oficina, área de taller, área de laboratorio, 2 aulas, bodega, patio, baños, instalación eléctrica 120-240 V, agua, teléfono, etc.	\$3,000
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento de las instalaciones</li> </ul>	Pintura, limpieza, iluminación, áreas verdes	\$75
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pago de impuestos</li> </ul>	Impuestos municipales	\$50
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pago por consumo de energía eléctrica</li> </ul>	Todos los cargos incluidos en la factura de la compañía eléctrica, incluyendo el cobro por el uso de transformadores	\$500
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pago por consumo de agua</li> </ul>	ANDA	\$50
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pago por consumo telefónico e Internet</li> </ul>	Consumo telefónico y servicio de Internet	\$225
Equipamiento	<b>Equipo de oficina</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>6 Escritorios \$75 c/u</li> <li>3 Computadoras \$600 c/u</li> <li>3 Impresoras \$ 45 c/u</li> <li>1 fax \$115</li> <li>3 teléfonos \$ 60</li> <li>Fotocopiadora \$600</li> <li>6sillas para escritorio \$ 65 c/u</li> <li>12 Sillas para visitas \$ 25 c/u</li> <li>4 Archivos \$55 c/u</li> <li>Papelería \$ 150 mensuales</li> <li>4 Extintores \$ 35 c/u</li> <li>Artículos de limpieza \$ 50 mensuales</li> <li>Otros \$ 75</li> </ul>	La inversión inicial en equipos de oficina será recuperable mensualmente, la inversión inicial considerando lo listado al lado es de \$ 4,530, considerando esta inversión amortizable en un año	\$377.5

RUBRO	DETALLE	CARACTERISTICAS	COSTO MENSUAL APROXIMADO US\$
-------	---------	-----------------	-------------------------------

<b>Equipamiento</b>	<p><b>Equipo y material didáctico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 Pupitres \$ 35 c/u</li> <li>• 5 Pizarrones \$80 c/u</li> <li>• 2 Proyectores de diapositivas \$ 150 c/u</li> <li>• Libros, Revistas Catálogos \$ 350</li> <li>• Varios \$ 100</li> </ul>	Al igual que el equipo de oficina estos serán amortizables en un año, consideramos una inversión inicial de \$ 1,230	\$102.5
	<p><b>Equipos de taller</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparatos de soldadura eléctrica con electrodo revestido \$ 1,356</li> <li>• Aparatos de soldadura TIG con sus accesorios \$2,154.46</li> <li>• Aparato de soldadura MIG con sus accesorios \$ 1,966.20</li> <li>• Equipos completos de seguridad para soldadores \$ 39.12</li> <li>• Accesorios para soldadura oxiacetilénica. \$ 322.21</li> <li>• Pulidora 9" \$311.32</li> <li>• Taladros de banco con sus accesorios \$ 689.30</li> <li>• Prensa de banco \$ 95.00</li> <li>• Mesas de trabajo \$ 300.00</li> <li>• Calibradores \$ 204.00</li> <li>• Cizallas \$ 816.88</li> <li>• Limas \$17.50</li> <li>• Sierras \$ 7.49</li> <li>• Prensa hidr. 10 TON. \$447.20</li> <li>• Dobladora \$781.33</li> <li>• Escuadras \$25.00</li> <li>• Cepillos de alambre \$10.00</li> <li>• Compresor 10 HP \$4,367.45</li> <li>• Tijeras \$ 26.56</li> </ul>	La inversión inicial en equipos de taller será recuperable mensualmente, la inversión inicial considerando lo listado al lado es de \$ 13,937.02, considerando esta inversión amortizable en un año	\$ 1,161.42

RUBRO	DETALLE	CARACTERISTICAS	COSTO MENSUAL APROXIMADO US\$
-------	---------	-----------------	-------------------------------

<b>Personal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Director (gerente) \$800</li> <li>• 1 Secretaria \$ 250</li> <li>• 1 Ordenanza \$ 200</li> <li>• 1 Guardia \$ 200</li> <li>• 1 Instructor \$ 450</li> <li>• 2 Inspectores \$ 550</li> </ul>	Esta sería la planilla mensual del centro, a esto hay que sumarle los aguinaldos	\$3,000.00
<b>Suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrodo de distintos tipos \$ 203.00</li> <li>• Bobinas de material de aporte para MIG \$ 28.82</li> <li>• Oxígeno con cilindro \$239.18</li> <li>• Acetileno con cilindro \$231.30</li> <li>• Argón con cilindro \$361.00</li> <li>• CO2 \$243.40</li> <li>• Tiza \$ 5.00</li> </ul>	Insumos necesarios mensualmente	El costo total de los suministros será \$ 1,311.70. Estos se consideran como costo mensual.
<b>Equipo de laboratorio<sup>32</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayos X y Revelador \$3,500</li> <li>• Equipo de prueba por Partículas magnéticas \$ 800</li> <li>• Ultrasonido \$ 1,500</li> </ul>	La inversión inicial en equipos de laboratorio será recuperable mensualmente, la inversión inicial considerando lo listado al lado es de \$ 5,800, considerando esta inversión amortizable en tres años.	\$161.11

A continuación se muestran los costos mensuales en los que incurriría el centro de exámenes de calificación, donde se consideran las instalaciones, equipos de oficina y taller, personal, suministros y equipos de laboratorio. Se considera al mismo tiempo un porcentaje por imprevistos del 5% y un margen de ganancias del 30% que el centro recibirá por cada examen realizado.

<b>COSTO MENSUAL DEL CENTRO DE EXAMENES DE CALIFICACIÓN</b>	
Costos variables	\$2,086.70
Costos fijos	\$7,927.53
Imprevistos 5%	\$571.71
<b>Sub-total</b>	<b>\$10,514.94</b>
Margen de ganancia 30%	\$3,154.48
<b>Total</b>	<b>\$13,669.42</b>

<sup>32</sup> Precios tomados de [www.cosmos.com.mx](http://www.cosmos.com.mx)

Considerando todo lo anterior podemos decir que:

- **El total de los costos fijos y variables mensualmente para el centro de pruebas calificación y certificación sería de de \$10,514.94.**
- **En base al supuesto inicial de una demanda de 50 certificaciones mensuales, el costo por cada certificación sería de \$ 273.39.**
- **El monto de la inversión inicial para la implementación del centro de exámenes de calificación es la suma de los costos variables y costos fijos e imprevistos lo cual es de \$10,514.94, esto multiplicado por 12, considerando un respaldo de fondos durante 12 meses. Por lo que los fondos necesarios para que este opere en este periodo de tiempo es de \$126,179.28.**

Si se realiza un préstamo a una entidad bancaria para montar el centro de exámenes de calificación, se debe considerar ciertos factores para la aprobación de este, los factores generales son:

- Si es una sociedad la que requiere el préstamo es requisito que esta se encuentre legalmente establecida por un periodo mínimo de 2 (dos) años y que tenga record crediticio o experiencia demostrable en el manejo de cuentas.
- El interés de un préstamo para el montaje de una empresa es de entre 12% y 13%.
- Considerando los fondos necesarios para la operación del centro durante 12 meses, una cuota mensual a ser pagada en un préstamo bancario es de \$4,100.
- La cuota mensual por el pago del préstamo se debe de considerar también en los costos fijos en lo que incurrirá el centro de exámenes de calificación.

## CONCLUSIONES GENERALES

- En el presente documento se propone una alternativa para el establecimiento de una entidad certificadora de mecánicos soldadores en el país, la cual formaría parte de un sistema nacional de formación y certificación de mecánicos soldadores, la entidad encargada de las funciones de certificación sería el Comité de Evaluación y certificación a través de los centros de exámenes de calificación. Sin embargo se determinó que previo a la incorporación de la certificación en el sistema se debe establecer un sistema nacional de formación para mecánicos soldadores; esto con el objetivo de preparar a los aspirantes a obtener una certificación por parte de un organismo nacional.
  
- Según nuestra investigación los principales procesos de soldadura utilizados en la industria salvadoreña son la soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW), la soldadura por arco con gas protector (GMAW y GTAW) y la soldadura oxiacetilénica como complementaria de los mismos; por lo que los cursos de formación propuestos se orientaron en la formación de estos procesos.
  
- Los cursos de formación propuestos involucran tanto teoría como práctica, lo que pretende que el soldador tenga una formación integral
  
- En vista de la necesidad de formación profesional en el campo de la soldadura que se determinó en nuestro diagnóstico, se propuso la creación de un Sistema Nacional de Formación de mecánicos soldadores, el cual está formado por las siguientes entidades:
  - Consejo Nacional de Formación de mecánicos soldadores
  - Comité de evaluación y calificación
  - Comisiones sectoriales
  - Centros de exámenes de calificación
  - Centros de Formación

- Una vez establecido el Sistema Nacional de Formación de mecánicos soldadores, se puede incorporar la función de certificación como se mencionó anteriormente, con lo que el sistema vendría a ser un Sistema Nacional de Formación y Certificación de mecánicos soldadores.
  
- Las certificaciones emitidas por el Comité de Evaluación y Certificación serían de carácter nacional, respaldadas por el Consejo Nacional de Formación y Certificación.
  
- Para la implementación del centro de exámenes de calificación hemos considerado una inversión inicial de \$126,179.28 donde se consideran los equipos, infraestructura, y personal necesario para la operación del mismo durante un año. Todo esto en base a un supuesto de 50 certificaciones demandadas por mes.

## RECOMENDACIONES

- Para conocer con exactitud el monto inicial de la inversión para el establecimiento del Centro de Calificación de mecánicos soldadores, se debe realizar un estudio de factibilidad económica.
- Una vez establecido el Sistema de Formación y certificación de mecánicos soldadores en el país, este debe establecer vínculos con organizaciones internacionales de soldadura como la AWS.
- La presente investigación establece un precedente respecto a la certificación de mecánicos soldadores, y puede servir como punto de partida para futuras propuestas de establecimiento de este tipo de entidades.
- Una vez establecido el Sistema de Formación y Certificación de mecánicos soldadores, y puestos en marcha los cursos de formación niveles I y II se debe evaluar la posibilidad de incorporar otro nivel de formación con un mayor grado de especialización (Nivel III).

## BIBLIOGRAFIA

1. Normativa para la Acreditación de Programas y Reconocimiento de Centros Colaboradores INSAFORP.
2. Howard B. Cary, MANUAL DE SOLDADURA MODERNA, Tomo 1,2 y 3, Capitulo 4
3. Revista Trimestral del BCR, julio, agosto y septiembre 2002.
4. Henry Horwitz, Soldadura: aplicaciones y práctica [tr. Rafael García Díaz]. México Representaciones y servicios de ingeniería, 1984.
5. AWS QC4-89, Estándar para la Acreditación de Facilitadores de Pruebas.
6. QC7-93 Estándar para la certificación de soldadores por AWS.

### *Paginas WEB visitadas*

1. [www.aws.org](http://www.aws.org)
2. [www.monografias.com](http://www.monografias.com)
3. [www.mtps.gob.sv](http://www.mtps.gob.sv)
4. [www.cosmos.com.mx](http://www.cosmos.com.mx)

# **APENDICES**

## APENDICE 1

### DESARROLLO DEL METODO DE INVESTIGACION DE ENTREVISTAS PERSONALIZADAS

Para el desarrollo del método de entrevistas personales se establecieron los sectores que participan directa e indirectamente en la actividad de la soldadura, estos sectores fueron seleccionados mediante un análisis en base a los que consideramos interviene directa e indirectamente en la soldadura, luego se seleccionaron personas representativas de cada uno de estos sectores. Una vez establecido lo anterior procedimos a elaborar un cuestionario cuyo objetivo era obtener la mayor cantidad de información referente a los procesos de soldadura utilizados en el país por parte de los participantes.

A continuación detallamos el desarrollo de esta investigación:

**Cuadro 1.1 Sectores que participan directa e indirectamente en el área de la soldadura**

<b>SECTOR</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Profesional	Son todos aquellos profesionales que se han especializado en el área de la soldadura y ofrecen consultorías a empresas que lo requieren.
Técnico	Son todos aquellos soldadores que poseen cierto grado de formación técnica.
Formación Profesional	Son todas aquellas instituciones dedicadas a la formación de personal en áreas técnicas.
Industria	Son todas aquellas industrias en las que se utilizan procesos de soldadura en su actividad productiva.
Comercial	Son todas aquellas empresas dedicadas a la venta y distribución de equipos y suministros para soldadura.
Profesional Docente	Son todos aquellos profesionales en el área de la soldadura que se dedican a la docencia.

**Cuadro 1. 2. Personas representativas de los sectores involucrados en el área de la soldadura<sup>33</sup>.**

<b>Sector Representante</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>
Profesional	Ing. Federico Méndez	Consultor empresarial en Soldadura
Técnico	Tec. Juan Bautista	Técnico soldador certificado en soldadura Unidad Productiva Universidad de El Salvador
Formación profesional	Ing. Stanley Palacios	Consultor del área de soldadura del Instituto Salvadoreño de Formación Profesional INSAFORP y diversas empresas Industriales
Industria	Ing. Ángel Guevara	Ing. Mecánico sector de calidad en soldadura planta MONELCA
Comercial	Ing. Fidel Blanco	Ing. Industrial, división de gases OXGASA
Profesional docente	Ing. Francisco de León Torres	Ing. Mecánico , Docente de Universidad de El Salvador

<sup>33</sup> Estas personas fueron seleccionadas de acuerdo a recomendaciones hechas por nuestros asesores.

## CUESTIONARIO PARA LA ENTREVISTA PERSONALIZADA

1. ¿Considera usted que la industria local demanda mecánicos soldadores habilidosos?
2. ¿Considera usted que en el país existe potencial humano para desarrollarse técnica y profesionalmente en área de la soldadura?
3. ¿Cree usted que en el país se respetan las condiciones básicas de seguridad industrial en el área de soldadura?
4. ¿Considera usted que el nivel de formación del mecánico soldador satisface las necesidades de la industria nacional?
5. ¿Qué procedimientos se utilizan actualmente para evaluar a un mecánico soldador?
6. ¿Cuáles son los procesos de soldadura mas comunes y los mas importantes utilizados en el país?
7. ¿Cree que los mecánicos soldadores deben estar certificados?
8. ¿Considera usted importante la existencia de una institución facilitadora de pruebas de certificación?
9. ¿Cuáles considera que deberían de ser las categorías de certificación de mecánicos soldadores a implementar inicialmente por la institución facilitadora?
10. ¿Considera usted importante la creación de una oficina de registro de mecánicos soldadores en el país?
11. A su criterio ¿Cuáles deberían de ser las instancias involucradas en el proceso de certificación de un mecánico soldador?
12. ¿Cuál sería el rol o función que desempeñarían las instancias involucradas en la certificación de soldadores?

## RESPUESTAS DE LAS PERSONAS QUE FUERON ENTREVISTADAS

- 1) ¿Considera usted que la industria local demanda mecánicos soldadores habilidosos?

**Ing. Federico Méndez**

Si, la industria demanda mecánicos soldadores en grandes cantidades, pero más que habilidosos, que sean competentes; los cuales tengan una formación integral, que comprenda la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades y/o destrezas. En el país la mayoría de los mecánicos soldadores desarrollan las habilidades sin adquirir los conocimientos teóricos lo que al final repercute en la calidad de los trabajos.

**Sr. Juan Bautista Perla**

La industria local demanda mecánicos soldadores, no solo habilidosos, sino mecánicos soldadores con una formación integral. Considero que los mecánicos soldadores deben ser formados tanto en los conocimientos teóricos como en los prácticos.

**Ing. Francisco De León**

Sí, la industria demanda mecánicos soldadores. El concepto de habilidad es característico del mecánico soldador promedio; este lo que hace comúnmente es practicar para adquirir las destrezas. En países desarrollados las mismas necesidades que se presentan han dado lugar al desarrollo integral de los soldadores. Una habilidad bien orientada que lleve a la práctica se convierte en una destreza. La industria nuestra no está lo suficientemente desarrollada y diversificada para poder desarrollar destrezas especiales; el conocimiento fortalece la destreza.

Cuando una persona tiene la estructura mental adecuada, las experiencias que va teniendo las analiza, dando lugar a la generación de conocimiento.

La industria generalmente no da lugar a que alguien esté probando, por lo que la persona debe tener una experiencia teórica y práctica previa.

**Ing. Fidel Blanco**

Si se demandan soldadores habilidosos por las empresas, y no solamente habilidosos, sino además que posean conocimientos del área y habilidades técnicas para poder desarrollar cualquier trabajo que respete a la soldadura. La soldadura ha dejado de ser un arte en nuestro país, ahora se trata de ciencia y tecnología y por lo tanto no solo se requiere de un soldador habilidoso, sino del manejo de todas las variables que pueden afectar a un proceso de soldadura como tal.

**Ing. Stanley Palacios**

Si, y no solo habilidosos sino también con conocimientos técnicos fundamentados en estándares nacionales e internacionales.

**Conclusión**

La industria definitivamente necesita mecánicos soldadores habilidosos, pero no basta con que estos sean habilidosos sino se requiere que sean integrales, es decir que posean los conocimientos teóricos y prácticos y además actitudes y aptitudes para desempeñar trabajos de soldadura de calidad, en conclusión el país y la industria necesitan personas con competencias en el área de la soldadura. La mayoría de nuestros mecánicos soldadores poseen las habilidades técnicas pero no poseen los conocimientos teóricos del campo de la soldadura. Además se deben manejar muy bien las variables que pueden influir en un proceso de soldadura

- 2) ¿Considera usted que en el país existe potencial humano para desarrollarse técnica y profesionalmente en área de la soldadura?

**Ing. Federico Méndez**

Si, el país cuenta con un potencial humano para desarrollarse en el área de la soldadura que no incluye solo a los hombres, sino también da espacio a las mujeres; quienes son capaces de desarrollar las habilidades y los conocimientos necesarios para poder trabajar en la

soldadura. Pero este recurso humano no cuenta con el suficiente nivel de profesionalismo que requieren las empresas, por lo que se tiene la materia prima pero no se cuenta con los mecanismos de formación que desarrollen un mecánico soldador según las exigencias del mercado.

**Sr. Juan Bautista Perla**

El recurso humano con el que cuenta este país es bastante alto, y con muy poca preparación técnica y profesional lo que no nos permite ser competitivos. Además se tiene la concepción de que la soldadura solo puede ser desarrollada por el hombre, pero las mujeres tienen las mismas capacidades para desarrollarse en el área de la soldadura, esto mediante programas de formación profesional en esta área.

**Ing. Francisco De León**

El potencial humano no debe ser medido solo en número, sino también en calidad, el personal humano debe ser orientado en su desarrollo profesional, en una serie de categorías que permitan una diversificación de las actividades. Esta clasificación puede ser:

- (a) mecánico soldador ejecutor
- (b) mecánico soldador ejecutor supervisor
- (c) profesional en soldadura

Actualmente el país no cuenta con el suficiente recurso humano capacitado, debido a que el país no cuenta con suficientes industrias que exijan tal recurso y que promuevan la capacitación de las personas; pero esto está cambiando y es una oportunidad para proyectar a futuro un plan de formación de capacidades.

Actualmente se encuentran especialistas en soldadura, pero que no son en la mayoría salvadoreños, de manera que podemos desarrollar nuestras capacidades y los técnicos locales.

**Ing. Fidel Blanco**

Claro que existe potencial humano, y como se plantea, se trata de un potencial que hay que desarrollar y que pueda optar a algún tipo de calificación y porque no, de certificación, que se debe de poseer para desarrollar algún tipo de trabajo especializado o no en el área de la soldadura. Existe en el país personal altamente calificado y que han desarrollado trabajos de soldadura de alta calidad y en algunos casos son personas que son requeridas en otros países para elaborar un proceso por la misma capacidad que poseen y que han demostrado.

**Ing. Stanley Palacios**

Si, por supuesto.

**Conclusión**

El Salvador cuenta con potencial humano altamente grande en cuanto número se refiere y con aptitudes de aprendizaje. No solamente se debe de pensar en el género masculino cuando se habla de soldadura, se debe de incorporar al género femenino, las cuales pueden realizar los mismos trabajos que un hombre y en ocasiones mejor que un hombre. Las empresas en algunos casos no exigen que los mecánicos soldadores cuenten con una preparación de algún tipo que lo califique como soldador, lo cual da lugar a que no se requiera de una institución que sea especialista en formar mecánicos soldadores. El mecánico soldador de nuestro medio no cuenta con el nivel de profesionalismo que requiere en algunos casos, a excepción de algunas personas que han sido preparadas fuera de nuestro país y que en algunos casos se encuentran certificados.

- 3) ¿Cree usted que en el país se respetan las condiciones básicas de seguridad industrial en el área de la soldadura?

**Ing. Federico Méndez**

Existe un problema estructural donde las empresas desconocen las medidas de higiene y seguridad industrial, pero por arte del mecánico soldador se desconocen el uso y el porque utilizar accesorios de seguridad, así mismo las condiciones de seguridad van de acuerdo al proceso. Dependiendo de las condiciones en la que se ejecute el trabajo, los equipos de seguridad adquieren diferente grado de prioridad. En conclusión lo que existe es desconocimiento de las medidas de seguridad, tanto por parte del soldador como del empresario.

**Sr. Juan Bautista Perla**

Respecto a este tema tiene que ver con dos factores: Cultura y dinero. Ya que por un lado no se usan los equipos por criterios personales considerándolos a estos innecesarios y el factor dinero tiene que ver con la inversión que tiene que hacer el empresario para proporcionar los equipos completos de seguridad.

**Ing. Fidel Blanco**

Existen muchos vacíos en las empresas Salvadoreñas en cuanto a la seguridad industrial se refiere, falta de conocimiento en cuanto al uso de los equipos y la cultura de los mismos soldadores que no les gusta utilizar el equipo de seguridad. Algunas empresas si les exigen utilizar el equipo de seguridad a sus soldadores, pero en otros casos no y lo único que le interesa son los resultados y no como se obtengan, a costa de que.

**Ing. Stanley Palacios**

No, debido muchas veces al desconocimientos de dichas normas de seguridad, y si se aplican será en las industrias donde los controles de seguridad son una exigencia.

**Conclusión**

En nuestro país la mayoría de las empresas no exige el uso de equipos de seguridad industrial en soldadura. Esto es un problema cultural y económico, ya que por un lado a los mecánicos soldadores no les interesa utilizar los equipos de seguridad y en otros casos las empresas no les provee de equipo de seguridad a sus empleados. Por otro lado la falta de conocimiento sobre la importancia del uso de equipos de seguridad por parte de los soldadores es influyente en este campo y de los posibles daños a la salud que una persona puede tener a mediano y largo plazo si hace caso omiso al uso de los equipos de seguridad.

- 4) ¿Considera usted que el nivel de formación del mecánico soldador satisface las necesidades de la industria nacional?

**Ing. Federico Méndez**

La poca formación recibida por nuestros mecánicos soldadores cubre solo las necesidades básicas de una industria que demanda calidad, para ello es necesario revisar y analizar la formación de soldadura que se reciben a los diferentes niveles, técnicos, tecnológicos como universitarios. De modo que la formación del mecánico soldador apenas comienza, esto representa que aun existen muchos vacíos, no solo en la persona que ejecuta un procedimiento de soldadura sino también en quien lo supervisa, de modo que falta hacer una estandarización del mecánico soldador, que sea regido bajo normas internacionales.

**Sr. Juan Bautista Perla**

La formación que recibe en el Salvador el mecánico soldador es muy poca o nula en nivel educativo, la soldadura en otros países representa una carrera muy amplia, que permite grados de especialización mientras que en el país apenas se queda al grado de técnico, donde existe poca preparación, además del desconocimiento por parte del soldador. La formación debe ser de manera que el instructor debe ser una persona con amplio cúmulo de experiencias de modo que permita retroalimentar y formar habilidades en el soldador.

**Ing. Francisco De León**

El nivel de formación del mecánico soldador en muchas veces no satisface las necesidades, lo que se debe a todos los niveles de formación se desarrollan las mismas actividades de modo que ha existido mucha confianza por parte de los formadores.

**Ing. Fidel Blanco**

Depende desde el punto de vista del que se vea, ya que si nos enfocamos en los trabajos que se realizan en el país o el mercado nacional, en su mayoría no requiere de personal altamente calificado, pero para poder competir en el mundo globalizado se necesita de un mecánico soldador bien competitivo, especializado, con capacidades.

**Ing. Stanley Palacios**

No, porque los programas de enseñanza de bachillerato, técnicos y universitarios solo enseñan lo más mínimo básico y general de la soldadura, por tanto no existe un mecánico soldador.

**Conclusión:**

El nivel de formación del mecánico soldador se puede decir que esta a un termino intermedio donde se deben de cubrir muchos vacíos que la formación actual no ha tomado en cuenta, de manera que se deben de analizar la formación de los diferentes niveles formativos tanto a nivel técnico, tecnológico y universitario. Además si se quiere llegar a competir con países industrializados es necesario contar con personal altamente capacitado.

- 5) ¿Qué procedimientos se utilizan actualmente para evaluar a un mecánico soldador?

**Ing. Federico Méndez**

Los procedimientos que se utilizan para evaluar un mecánico soldador comúnmente son:

- Observación de la regulación de parámetros del equipo de soldadura
- Inspección visual (generalmente utilizando una lupa)
- Ensayos destructivos
- Ensayos no destructivos, si se trata de un trabajo complejo (líquidos penetrantes, radiografía, ultrasonido, etc.)

**Sr. Juan Bautista Perla**

En el país existe una institución que certifica al mecánico soldador en cada posición; esta institución proporcionaba material didáctico a los aspirantes para que estos adquirieran conocimientos teóricos.

El problema en el país es la falta de ética profesional de algunas instituciones, ya que muchas veces aunque el aspirante repruebe las evaluaciones, éste obtiene la licencia para ejecutar ciertas actividades.

**Ing. Francisco De León**

En el país la práctica de la soldadura se da como parte del programa de una asignatura, en donde la calificación es mas apreciativa que objetiva; evaluando únicamente el aspecto de un cordón, cuando se deberían evaluar aspectos como la selección de los parámetros, la selección del electrodo, la actitud del soldador, etc.

**Ing. Fidel Blanco**

Las empresas actualmente les realizan ciertas pruebas a los mecánicos, soldando piezas en diversas posiciones y la empresa observa como esta persona se desenvuelve en el proceso. Cada empresa tiene su propio método de evaluación de los mecánicos y lo que facilita la aprobación de la prueba es si la persona posee algún tipo de calificación previa o certificación vigente y que además de esto la prueba sea satisfactoria para las necesidades de la empresa.

**Ing. Stanley Palacios**

Pienso que ninguno sistemático, solo las referencias de trabajos anteriores.

**Conclusión:**

Para evaluar a un mecánico soldador, no existen en el país procedimientos estandarizados, que permitan conocer y verificar si realmente posee los conocimientos y las habilidades necesarias para realizar el trabajo de una forma profesional, los procedimientos que comúnmente las empresas emplean para evaluar a los aspirantes a una plaza de soldador son:

Observación de la regulación de parámetros del equipo de soldadura

Inspección visual (generalmente utilizando una lupa)

Ensayos destructivos

Ensayos no destructivos, si se trata de un trabajo complejo (líquidos, penetrantes, radiografía, ultrasonido, etc.)

6.- ¿Cuáles son los procesos de soldadura mas comunes y los mas importantes en el país?

**Ing. Federico Méndez**

Los más importantes son los más comunes, hasta hace unos años la concepción era Soldadura acetileno y electrodo revestido, soldadura blanda, pero últimamente ha alcanzado un grado comercial, no como se esperaba, pero tenemos los más usados comercialmente como:

- a- Electrodo revestido
- b- Oxiacetileno
- c- MIG
- d- TIG
- e- Electrodo tubular
- f- Corte con plasma
- g- Arco sumergido

**Sr. Juan Bautista Perla**

A excepción de unas pocas empresas que usan proceso MIG MAG para la elaboración de puertas troqueladas, los procesos mas comercializados son Electrodo revestido y soldadura oxiacetileno

**Ing. Francisco de León.**

Las más comunes y las más importantes son

- a- Electrodo revestido
- b- La soldadura de gas
- c- Soldadura MIG
- d- TIG

Actualmente existen muchos talleres que ya cuentan con soldadores MIG y TIG los cual ya prestan servicios de este proceso y demuestra que esta creciendo comercialmente.

**Ing. Fidel Blanco**

Los procesos más comunes son:

- Soldadura con electrodo convencional (revestido)
- Soldadura Oxiacetilénica.
- TIG
- MIG

Los procesos importantes no necesariamente son los más comunes, todo dependerá del país donde se aplican los procesos y lo que para ese país influye en la economía ese proceso.

**Ing. Stanley Palacios**

Los que conozco son de soldadura por arco eléctrico AC/DC, TIG, MIG/MAG y Autógena.

**Conclusión:**

Los procesos más comunes son hasta ahora en la industria los siguientes:

- 1.- Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido
- 2.- Soldadura oxiacetilénica
- 3.- Soldadura MIG.
- 4.- Soldadura TIG.

7.- ¿Cree que los mecánicos soldadores deben ser certificados?

**Ing. Federico Méndez**

Sería lo ideal, pero antes de estar certificados los soldadores deberían estar calificados y luego certificados, pero la certificación si es importante y para hablar de certificación es hablar de estándar en competencias, en procesos, es decir que el soldador debe estar en capacidad para una habilidad específica

**Sr. Juan Bautista Perla**

Certificado es lo ideal, pero para certificar es necesario una formación adecuada, aunque en el Salvador el mecánico soldador, su nivel de educación llega a noveno grado, de modo que existe poca formación en conocimiento, una certificación implica un examen practico y uno teórico donde el soldador debe tener grado de análisis y conocimiento previamente ya desarrollado

**Ing. Francisco De León**

Actualmente el soldador, tiene la destreza de soldar pero desconoce muchos aspectos involucrados, ya sea de pruebas, fallas y conocimiento de procesos.

El mecánico soldador debe estar certificado, y considerando que la certificación debe ser establecida en un nivel de categorías de mecánicos soldadores, de modo que permita hacer carrera en el área de la soldadura. Estas categorías deberían ser autorizadas por entes legales capaces y con suficiente autoridad, como CONACYT, luego una institución como INSAFORP que de supervisión de la certificación de soldadores, una institución que certifique mecánicos soldadores, una institución de registro de personas que están habilitadas para realizar trabajos de soldadura.

**Ing. Fidel Blanco**

Claro que los mecánicos deben de tener una certificación y de estarla renovando continuamente la certificación. No sirve de nada que se realicen proyectos en el país de gran inversión y que involucren procesos de soldadura, sino podemos participar de ellos, ya que no se cuenta con suficiente personal certificado en el área.

**Ing. Stanley Palacios**

Si, porque es una manera de reconocerle sus competencias.

**Conclusión:**

Hablar de certificación se entiende que el soldador debe estar antes calificado de manera que debe ser competente donde no solo tenga habilidad sino también que tenga conocimientos sobre aspectos relacionados con la soldadura pero también esa competencia debe ser solo para un proceso específico, así también cuando se habla de certificación se debe entender varios tipos de certificación dentro de la categoría de soldadores.

8.- ¿Considera Ud. importante la existencia de una institución facilitadora de pruebas de certificación?

**Ing. Federico Méndez**

Certificar es apostar a un poco mas en consideración de una calificación, donde el soldador adquiera un mayor nivel de conocimientos, certificación implica que debe haber pruebas no destructivas sobre las piezas soldadas, conocimiento por parte del soldador de fallas, una entidad facilitadora, requiere una planificación que tenga autorización internacional.

**Ing. Francisco De León**

Una entidad de este tipo da fe de la formación recibida, Tal vez no debe ser avaladora de pruebas de certificación sino facilitadora de la certificación pero para ello debe cumplir requisitos para ser autorizada por instituciones internacionales involucradas en soldadura, se dice facilitadora porque lo que hace es facilitar sus recursos, procesos y personal de modo que administre pruebas de certificación, y que se encargue de dirigirlas a la institución internacional inscrita para que sea ella quien determine y autorice la certificación,

Una de las funciones que debe tener es que mantenga un registro de las personas certificadas, esto no se tiene hasta el momento de manera que si es conveniente que exista.

**Ing. Fidel Blanco**

Si, es muy importante la existencia de una entidad de este tipo, además debe de pensarse en una institución que realice las pruebas de soldadura a las probetas y que garantice que los mecánicos evaluados realicen una buena unión.

**Ing. Stanley Palacios**

Si, pero antes se debe definir todo un sistema de certificación y no solo pensar en quien debe certificar, ya que la certificación es parte de un sistema y la certificación como tal no lo es todo.

**Conclusión:**

Si hablamos de certificación se debe entender que debemos de contar con la institución que brinde la certificación, pero para hablar de una certificación para nuestro mecánico soldador, debe ser reconocida a nivel internacional, por lo que debemos considerar una institución donde su función sea la de facilitar la certificación de una institución internacional, de modo que solo sea una facilitadora de la institución internacional, donde facilite los recursos de equipo, asesoría, personal y registro de los soldadores certificados y sea la entidad internacional quien avale la certificación.

9.- ¿Cuáles considera que deberían de ser las categorías de certificación de mecánicos soldadores a implementar inicialmente por la institución facilitadora?

**Ing. Fidel Blanco**

Se podrían considerar tres categorías:

1. Soldadura de tuberías en las cuatro posiciones y con procesos MIG, TIG y electrodo revestido.
2. Soldadura estructural. Placas y en tres posiciones, excluyendo la sobre cabeza.
3. Soldadura Principiante. Que es para los ayudantes o principiantes y que solo sueldan en la posición plana.

**Ing. Stanley Palacios**

Eso lo establece la norma técnica de competencia y no la institución facilitadora.

**Conclusión:**

Para iniciar la certificación de mecánicos soldadores, será con dos categorías dentro de las que se consideran un mecánico soldador y un inspector supervisor. De manera que tendríamos:

- a- *Soldador operador*: Un persona que ejecute, lo que garantice la primera operación, pero si no se considera la inspección y evaluación de la ejecución bajo normas internacionales no aseguramos la operación.
- b- *Un supervisor*: es la persona que supervise y asesore al mecánico soldador ejecutor y avale las actividades realizadas, debe tener un nivel académico podría ser de técnico hacia arriba y el operador, un nivel de sexto grado hasta técnico operativo

Ambos deben ser certificados en un proceso de soldadura y cada tipo de junta, lo cual no le da facultad de desarrollar otros procesos.

10.- ¿Considera Ud. Importante la creación de una oficina de registro de soldadores en el país?

**Ing. Fidel Blanco**

Sí se requiere que exista un registro, facilitaría las contrataciones, aunque en el medio ya se conocen los mecánicos soldadores. ITEM en su momento llevo un registro de mecánicos soldadores en el país.

**Ing. Stanley Palacios**

Que se entienda por registro de soldadores, una base de datos de quien es soldador o quienes han cursados cursos de soldadura, con el fin de tener una bolsa de trabajo.

**Conclusión:**

Si sería importante la creación de una oficina que registre los mecánicos soldadores, de manera que sirva de referencia del personal y que se encargue de actualizar el personal que esta disponible en el área de la soldadura. Así también esta oficina debe ofrecer las funciones de vinculación del personal de soldadura con las empresas que ofertan servicios de soldadura.

11.- A su criterio ¿Cuáles deberían de ser las instancias involucradas y su función respectiva en el proceso de certificación de un mecánico soldador?

**Ing. Fidel Blanco**

Debe de existir una entidad internacional acreditadora como la AWS o la DIN que avale las evaluaciones a los mecánicos, una institución reconocida por su trayecto como una Universidad o un Instituto Técnico que prepare a las personas en el área, una institución que realice las pruebas a las probetas realizadas.

**Ing. Stanley Palacios**

Un consejo Consultivo (integrado por el sector laboral, empresarial y gubernamental) y una comisión técnica de normalización (integrado por especialistas del sector productivo pertinente y empresarios).

**Conclusión:**

Debe existir un sector normalizador quien debería tropicalizar normas internacionales, luego un mecanismo supervisor quien se encargara de evaluar y coordinar los centros de formación, un buen supervisor y buen vigilante, para certificar se necesita un institución al margen de la anteriores, sería una entidad local que funcionaria de facilitadora de una organización internacional, se dice facilitadora porque su función será de facilitar recursos, personal, equipo para realizar la certificación, además tendrá la función de garantizar a los soldadores certificados en el país y que están certificados a nivel internacional, y luego los centros de formación serian distintas instituciones formativas.

## APENDICE 2

### LISTA DE EMPRESAS AGREMIADAS A LA ASOCIACIÓN DE INDUSTRIAS METALMECANICAS Y METALURGICAS DE EL SALVADOR (ASIMETAL)

NOMBRE DE LA EMPRESA	ACTIVIDAD COMERCIAL O GIRO	DIRECCIÓN
ACAVISA DE C.V.	Suministro de equipos y accesorios para la industria	25 Av. Sur #763 San Salvador
Aceros de Centroamérica S.A. de C.V.	Comercialización de hierro para la construcción	Bldv. Pynsa, Ciudad Merliot
Aguilar Fiallos S.A. de C.V.	-----	Urb. Vía del Mar, La Libertad
Aicsa de C.V.	Fabricación y reparación de piezas para la industria	Calle 15 de Sep., Barrio Candelaria San Salvador
Alumicentro de El Salvador S.A. de C.V.	Puertas y Ventanas de Aluminio	Final 25 Av. Norte y Bldv. Los Héroes
ALCAM S.A. de C.V.	Fabricación de utensilios de cocina, aluminio y acero inoxidable	2ª. Av. Norte y 39 Cl. Oriente #225, Col. La Rábida.
ALDECA S.A. de C.V.	Industria Básica de Metal no Ferroso / Aluminio	Km. 7½ Bldv. Del ejercito Nacional, Soyapango
Aluminios de El Salvador S.A.	Fabricación y comercialización de utensilios de cocina	Bldv. del Ejercito Nacional
ALINTER	Utensilios y baterías de cocina	Carretera a los Planes de Renderos
ALUMISOL	Fabricación de productos de aluminio	15 Av. Sur #1114. Bo. Sta. Anita San Salvador
Automotriz Ever	Reparación de Piezas industriales	Col. Altos de Piedra, Cl. Principal y Av. Esmeralda
Boira de Centroamérica S.A. de C.V.	Elaboración de sierras	Carretera Panamericana Km. 14, Santa Tecla
Bondanza Industrial S.A.	Fabricación de Maquinaria y Equipo Industrial	Cl. Gerardo Barrios #1
CABOGAR S.A. de C.V.	Fabricación de Escobas Plásticas	Km. 7½ Carretera a Santo Tomas, San Salvador
Cast Products S.A. de C.V.	Fabricación de operadores para ventana	Km. 2 ½ Carretera a Tonacatepeque
CORINCA S.A. de C.V.	Fundición y comercialización de hierro y acero	Entrada a Quezaltepeque
CORTIMETAL S.A. de C.V.	Cortinas metálicas enrolladas, portones y mallas	Carretera Troncal del Norte Km. 12, Apopa
Closets Elegante S.A.	Puertas de Metal, Carretillas, Estantería	Bldv. del Ejercito, Cl. Claper, Soyapango
DISSUELA	Fabricación de moldes para inyección de suelas	Calle L-3 Av. L-E Pol. H-14 Antiguo Cuscatlán San Salvador
Electrodepósitos de Centroamérica	Cromado y galvanizado de piezas industriales	Carretera Antiguo a Soyapango, Pje. Pacas Soyapango
Estructuras Metálicas Sánchez	Estructuras Metálicas	3ª. Av. Sur #603 San Miguel
Extractores S.A.	Servicios de Ventilación	Final 2ª. Cl. Pte. #15 Bis, Residencial Don Bosco, Santa Tecla, La Libertad
FAVISA	Producto de aluminio y vidrio	41ª. Calle Pte. Pje. Colombia, Col. Vairo, S.S.
Ferromecánica S.A. de C.V.	Montajes mecánicos y fabricación de maquinaria	2ª. Av. Norte Pje. Visad # 110 Bo. San Miguelito San Salvador
GALVANISSA	Industrias Diversas	Bldv. Los Próceres, Edificio Galvanissa, San Salvador
Servicios Industriales Argueta	Fabricación y reparación de piezas industriales	Av. Cuscatlan #736 y Bldv. Venezuela
H. Baron S.A. de C.V.	Reconstrucción de motores y mecánica industrial	Bldv. Venezuela y 21 Av. Sur #1205, S. S.
HECASA S.A. de C.V.	Fabrica de Muebles y Accesorios mayormente metálicos	Bldv. del Ejercito, Km. 5½ Cl. Claper, Soyapango
Hierros y Bronces S.A. de C.V.	Fundición y Fabricación de Piezas	Bldv. del Ejercito y Cl. Antigua

		Claper #4-5 Soyapango
IMACASA DE C.V.	Fabricación de Herramientas y equipo agrícola	Final Cl. La Libertad Pte. Santa Ana
INCO S.A. de C.V.	Fabricante y comercialización de productos de aluminio y vidrio	Final 1ª. Av. Nte. Soyapango
Industrias El Éxito S.A. de C.V.	Utensilios de cocina de acero inoxidable	C. El Volcán, Pje. Palacios, Lote # 5, Col. Zacamil, S.S.
Industria Mecánicas Especializadas	Fabricación de contenedores de basura, pasarelas y juegos mecánicos	Av. Cuba # 1118, Bo. San Jacinto, S.S.
Industrias Mecánicas RAF S.A. de C.V.	Servicios de mantenimiento industrial, construcción de moldes y fundición	Col. Maraly, Cl. Principal Block A #11, Soyapango
Industrias Mecánicas 2000 S.A.	Reconstrucción de equipo industrial, mantenimiento, perforación de pozos	Carretera Panamericana Km. 10 ½ Ilopango
Industria Metálicas Fernando e Importaciones Centroamericanas S.A. de C.V.	Industria	Cl. San Antonio Abad #7 Residencial Monte Fresco, S.S.
Marengo Ventiladores	Fabricación de Ventiladores	Jardines de Merliot
INDUMETSA	Servicio a la construcción	Km. 8½ Cl. A los Planes de Renderos S.S.
Industrias Readí S.A. de C.V.	Servicio y comercialización de Productos de Metal Mecánica	12 Av. Sur # 132, San Salvador
Inversiones Calma S.A. de C.V.	Laminación y transformación de palanquilla en hierro angular y polines	Paseo General Escalón # 4711
Inversiones Intercontinentales S.A. de C.V.	Producción de Hierro para la construcción	Bldv. Pynsa, Ciudad Merliot
Manufacturing Tool Company S.A.	Fabricación de Herramientas de mano	21 Av. Sur, San Salvador
Maquinas y Estructuras	Mantenimiento Industrial, Estructura Metálica	4ª. Cl. Ote. #3-3 Lourdes Colon
Master de Centroamérica	Fábrica de mobiliario de Oficina	20 Av. Norte # 2044, Col. Panamá, S.S.
Matrickeria Industrial Roxy S.A de C.V.	Diseño y fabricación de moldes	Bldv. Venezuela
Matrisa S.A. de C.V.	Piezas metálicas para la industria	5ª. Av. Norte # 3-18, Santa Tecla
Mayprod S.A. de C.V.	Suplidores de maquinaria, equipos y productos	Venta de maquinas y herramientas CNC.
Mecánica e Industria Salvadoreña S.A. de C.V.	4ª. Av. Norte Block C # 4, Ilopango	Piezas de metal, moldes, troqueles, estructuras metálicas
Mecánica Industrial S.A.	Reparación y reconstrucción de piezas	Plan de la Laguna, Antiguo Cuscatlan
Metales Troquelados S.A. de C.V.	Envases metálicos industriales	Cl. Antigua al Cantón El Matazano Edf. Pins # 264
Metalurgia Sarti	Fundición de Hierro para la Industria	Km.29½ Autopista a Santa Ana, San Juan Opico, La Libertad
MHL S.A. de C.V.	Servicios especializados en fabricación de implementos de acero inoxidable, hierro, bronce y aluminio	Av. Monseñor Arnulfo Romero y Pje. Viaud # 106
M.J. Inter. S.A. de C.V.	Industria Metal Mecánica	Tanques, bandas transportadoras, contenedores, etc.
Moldes Industriales de Centroamérica S.A. de C.V.	Elaboración de Moldes	-----
Monolit de Centroamérica S.A. de C.V.	Fabrica y comercio de materiales de construcción	Km. 9½ Carretera al puerto de la Libertad
Montajes Profesionales Industriales S.A. de C.V.	Trabajos de Reparación y fabricación en acero inoxidable	Cl. Delgado y 24 Av. Sur # 1226 Barrio Lourdes S.S.
Motor Service S.A. de C.V.	Servicios de Reparaciones Automotrices y reparación de maquinas industriales	6ª. Cl. Pte. # 1315 S.S.
Industrias metálicas Richard	Fabricación de estantería metálica, góndolas y mobiliario	Col. Santa Lucia # 2 Final Cl. Palmira #77 Soyapango
Proyectos y Servicios Electromecánicos S.A. de C.V.	Fabricación de piezas del área metal mecánica	4ª. Cl. Ote. # 5-12 Santa Tecla, La Libertad
SERVAMI	Fabricación de Todo tipo de pernos en acero inoxidable	Pje. De Sola 2, # 631, Col. Ferrocarril S.S.

SOLAIRE S.A. de C.V.	Fabricación de productos de aluminio y vidrio	Km. 2½ Carretera a Tonacatepeque, El Limón, Soyapango
Tacoplast, Talleres	Fabricación de Moldes para la industria del plástico	Km. 14 Carretera a Occidente, Santa Tecla
Taller Biollo	Fundición de piezas industriales	10ª Cl. Ote. # 486, Bo. La Vega San Salvador
TARE S.A. de C.V.	Taller de mecánica en general, reparación de piezas industriales, fabricación de piezas.	Av. Barcelona Pje. YSKL 6-7, San Ramón
Taller de Servicios Diversificados	Fabricación de piezas de precisión, fabricación y reparación de piezas industriales.	Col. El Rosal Sur, Cl. Los Almendros # 27 S.S.
Taller de García	Estructuras metálicas	1ª Cl. Ote. Col. Santa Marta, Santa Ana
Taller Guevara	Reparación y reconstrucciones de piezas industriales	Final Av. 29 de Agosto y C. Francisco Menéndez # 328 S.S.
Taller Industrial Chiquillo	Reparación y reconstrucción de piezas industriales	Bo. San Jacinto, Av. Los Diplomáticos y Cl. Bolívar # 447 S.S.
Taller Industrial Paniagua	Reparación y Reconstrucción de piezas industriales	2 Cl. Pte. # 7-3, Santa Tecla
Taller Jerusalén	Reparación y Reconstrucción de piezas industriales	Final Cl. Gerardo Barrio, Res. Los Ángeles # 2-A S.S.
Taller José Benjamín Díaz	Estructuras metálicas	15 C. Pte. # 201 San Miguel
Talleres Moldtrot	Fabricación de piezas y maquinaria industrial	25 Av. Sur # 416
Talleres Muñoz S.A. de C.V.	Servicios de reparación de Piezas	Km. 99 ½ Carretera Panamericana Col. Santa María, Ahuachapan
Taller Orellana	Reparación y reconstrucción de piezas industriales	18 Cl. Poniente # 930 S.S.
Talleres Pacas	Reparación de Piezas Industriales	4a. Av. Norte y 29 C. Pte. Santa Ana Carretera a Acajutla 200 mts. Del ISSS
Taller Palmeras	----	
Taller Sarti S.A. de C.V.	Fabricación de cortinas, puertas, estructuras, etc.	Cl. Gerardo Barrios # 1265 S.S.
Técnicos mecánicos S.A. de C.V.	Servicios de reparación de piezas industriales y matriceria	23 C. Ote. # 243 S.S.
Tecnimotores S.A. de C.V.	Fabricación, Reparación y reconstrucción de piezas	Km. 64½ Carretera salida a Sonsonate
Torogoz S.A. de C.V.	Fabricantes de Trofeos	Cl. San Antonio Abad # 2105, S.S.
TRICO S.A. de C.V.	Fabricación DE Cajas conductoras y sus accesorios	Cl. Circunvalación, Col. Santa Lucia, Ilopango S.S.
Unimetal S.A. de C.V.	Fabricación de Lamina Alum	Km. 2 ½ Carretera a Tonacatepeque, El Limón, Soyapango

## APENDICE 3

### LISTADO DE EMPRESAS DEL SECTOR METALMECANICO QUE UTILIZAN PROCESOS DE SOLDADURA EN SU ACTIVIDAD PRODUCTIVA (SOCIAS DE ASIMETAL Y OTRAS).

Ítem	Empresa	Actividad Comercial	Teléfono	Encargado	Correo electrónico	Productos Terminados
1	Automotriz Ever		26621646			Puertas, Balcones, estructuras metálicas, Reparación de Piezas.
2	BONDANZA INDUSTRIAL S.A (BONINZA)	Fabricación de Maquinaria y Equipos Industriales	22220642 22220919	Carlos Vladimir Bondanza (Gerente de Producción )		Fabricación de Piñones, corte y rolado, doblado de lamina
3	CLOSETS ELEGANCE S.A	Puertas de Metal, Estantería, Carretillas	22777299 22271438	Ing. Edgardo Edmundo Ortiz		Puertas de Metal de diferentes Tamaños , carretillas de metal, estantería
4	CLOSETS PANTRIES SANTA MONICA S.A		22789532	Gabriel Hernández		Closets de metal combinados con durapanel.
5	Estructuras Metálicas Sánchez	Estructuras Metálicas Sánchez	26613235	Antonio Sánchez Navarro		Puertas Balconez
6	EXTRACTORE S S.A	Servicios de Ventilación	22297533 22297534 22291564	Sergio Pineda Martínez		Extractores de Aire, ventiladores y reimpulsores, sopladores y ducteria
7	FERROMECA NICA S.A DE C.V	Montajes Mecánicos y fabricación de Maquinaria y Equipo	22260939 22267047	Ing. Herbert Serrano	femesa@lycos.com	Maquinaria y Equipos, Tanques, torres para celulares, fabricación de maquinaria y equipos de beneficio de café, secadores, pulpería, pernos de anclaje.
8	Servicios Industriales Argueta SERINAR (Gerardo Antonio Argueta Sánchez, )	Fabricación y Reparación de Piezas Industriales	22224957 22810148 22224957	Gerardo Antonio –argueta Sánchez	serinar@telesal.net	Maquinas llenadotas, montaje de maquinaria, fabricación de repuestos industriales, trabajos en acero inoxidable.
9	H. BARON S.A de C.V	Reconstrucción de Motores y Mecánica Industrial.	22226111 22223610 22713520	Lic. Jorge Tovar	HBARON.COM gerardo@es.com.sv	Moldes de Inyección, de soplado, troqueles de todo tipo y maquinaria en general.
10	HERRAMIENTAS CENTROAMERICANAS S.A DE		22777299 22271438	Ing. José Luis Morales		Fabrica de muebles y accesorios mayormente

	C.V (HECASA)					metálicos.
Ítem	Empresa	Actividad Comercial	Teléfono	Encargado	Correo electrónico	Productos Terminados
11	ELEMENTOS AGRICOLAS CENTROAMERICANOS S.A DE C.V (IMACASA S.A DE C.V)	Fabricación de herramientas y equipo agrícola	24473077 24478814	Ing. Julio Roberto Gochez	imacasa@es.com .sv www.imacasa.com	Machetes, hachas, barras, azadones, piochas, chuzos, palas, cuchillos, rastrillos, espátulas
12	Industrias Consolidadas S.A de C.V INCO S.A de C.V	Fábrica y comercialización de productos de aluminio y vidrio.	22771000 22770077	Ing. Jaime Argueta	Inco@es.com.sv www.inco.es.com	Ventanas, puertas, fachadas, escaleras, exhibidores, trabajos en vidrio, herrajes para puerta
13	Industrias Mecánicas Especializadas	Fabricación de contenedores de basura, pasarelas, juegos mecánicos.	22702932 22370635 22702932	Pablo Iván Barrera		Contenedores de basura, pasarelas y juegos mecánicos de metal.
14	INDUSTRIAS MECANICAS RAF S.A DE C.V	Servicios de mantenimiento industrial, construcción de moldes y fundición	22272573 22776390	Ricardo Aquino Fuente		Moldes de fundición de bronce y aluminio.
15	INDUSTRIAS MECANICAS 2000 S.A	Reconstrucción de equipo industrial a equipos industriales, perforación de pozos	22950334	Félix Antonio cruz		Perforación de pozos y servicios de mantenimiento industrial.
16	INDUSTRIAS METALICAS ALED S.A DE C.V		22424444 22424255			
17	INDUSTRIAS METALICAS (INDUMETAL)		22722247			
18	INDUSTRIAS METALICAS S.A DE C.V (INDUMETSA)		22735027 22734793 22081805			
19	MASTER DE CENTROAMERICA		22767646 22767681 22765216			
20	MATRISA S.A DE C.V		22288287 22281882			
21	MECANICA E INDUSTRIA SALVADOREÑA S.A DE C.V		22950835 22950651			
22	MECAMICA INDUSTRIAL S.A		22434615 22432053			
23	MHL S.A		22250422			
24	MJ INTER S.A DE C.V		22160052 22161750			
25	MONTAJES INDUSTRIALE		22223243 22223261			

	S PROFESIONAL ES S.A DE C.V					
Ítem	Empresa	Actividad Comercial	Teléfono	Encargado	Correo electrónico	Productos Terminados
26	INDUSTRIAS METALICAS RICHARD RICHARD		22945932 22940619			
27	SERVAMI (SERVICIOS VARIOS DE MECANICA INDUSTRIAL)		22711449 22225148			
28	TALLER DE RECTIFICACIONES S.A DE C.V (TARE S.A DE C.V)		22748329 22840741 22846810			
29	TALLER DE SERVICIOS DIVERSOS DIVERSIFICADOS		22980870 22980620 22453635			
30	TALLER GARCIA		24517272			
31	TALLER GUEVARA		22701027 22701230			
32	TALLER INDUSTRIAL CHIQUILLO		22701649 22701672 22705723			
33	TALLER INDUSTRIAL PANIAGUA		22288484			
34	TALLER JERUSALEM		22212335			
35	TALLER JOSE BENJAMIN DIAZ		26813238			
36	TALLERES MOLDTROK		22210462 22219849			
37	TALLERES MUÑOZ S.A DE C.V		24430306			
38	TALLERES PALMERAS		24513763			
39	TALLERES SARTI S.A DE C.V		22812022 22221252			
40	INDUSTRIAS READI S.A DE C.V		22226817 22229848			
41	MANUFACTURING TOOL COMPANY S.S (MATCO S.A)		22714033 22711750			
42	MAQUINAS Y ESTRUCTURAS (MAE)		23182527 23187892 23187893			
43	DYMEL			Ing. Cesar Linares	cesar.linares@dy mel.com.sv	Montajes Electromecánicos
44	MONELCA		22448764	Ing. Ángel Guevara	aguevara@monel ca.com.sv	Montajes Electromecánicos

45	AEROMAN S.A de C.V					Servicios de mantenimiento de aviones
<b>Ítem</b>	<b>Empresa</b>	<b>Actividad Comercial</b>	<b>Teléfono</b>	<b>Encargado</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Productos Terminados</b>
46	ARCO Ingenieros					Servicios de soldadura
47	Campos Peñáte		22135500	Arq. Eduardo Campos		Estructuras para anuncios publicitarios
48	SIMAN Constructores			Ing. Mariano Díaz		Montajes Estructurales
49	OXGASA		22343231	Ing. Fidel Blanco	Gerencia_soldad ura@oxgasa.net	Venta de equipos de soldadura
50	Talleres TIG		22227778	Sr. Guardado		Mecánica en general
51	Talleres Meléndez		22713370	Sergio Meléndez		Estructuras Metálicas, Mecánica en general
52	SIRVELTSA		22207045 22207685	Sr. Rosbel Clímaco Orellana		Mecánica en general, fabricación de elementos mecánicos

## APENDICE 4

### DISEÑO DE CUESTIONARIO.

#### PROPUESTA DE CREACION DE UNA ENTIDAD CERTIFICADORA DE MECANICOS SOLDADORES EN EL SALVADOR

**La presente encuesta tiene como objetivo conocer la situación actual de los procesos de soldadura en la industria metal-mecánica, para determinar si existe en el país, la oportunidad de establecer una entidad certificadora de mecánicos soldadores**

1) Nombre de la empresa:

\_\_\_\_\_

2) Razón social:

\_\_\_\_\_

3) ¿Qué procesos de soldadura utilizan en su empresa?

	Soldadura por arco con electrodo revestido		Arco sumergido
	TIG		Oxiacetilénica.
	MIG		Soldadura por puntos.
	Otros		

4) ¿Cuáles de estos procesos utilizan con más frecuencia?

	Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido		Arco sumergido
	TIG		Oxiacetilénica.
	MIG		Soldadura por puntos.
	Otros		

5) ¿En que actividades utilizan los procesos de soldadura?

	Actividades de mantenimiento.
	Actividades de producción.
	Montajes electromecánicos

6) ¿Con cuantos mecánicos soldadores cuenta su empresa?

Menos de 5
Entre 5 y 10
Mas de 10

7) ¿Qué tipo de contrato tienen los soldadores en su empresa?

	Contratados a tiempo completo.
	Sub-contratados.

8) ¿Qué tipo de formación han recibido sus mecánicos soldadores?

	Empírica.
	Técnica.

	Vocacional
	Profesional.
	Ninguna

9) ¿Cuáles de los siguientes equipos de seguridad utiliza en los procesos de soldadura?

	Careta		Botas
	Guantes		Mascarilla
	Delantal		Otros
	Gafas		Ninguno

10) ¿Cuáles de los siguientes ensayos se realizan en las uniones soldadas?

	Inspección visual		Radiografía
	Inspección con lupa		Tracción
	Líquidos penetrantes		Torsión
	Partículas magnéticas		Fatiga
	Ultrasonido		Otros
	Ninguno		

11) ¿En que lugar se llevan a cabo los ensayos en las uniones soldadas?

	En el lugar de trabajo por el personal de la empresa
	En el lugar de trabajo, por subcontratistas
	En un laboratorio especializado
	No aplica

12) ¿Cuántos accidentes se han registrado por el uso de los procesos de soldadura en el transcurso de este año?

	<10
	>10 y <50
	>50
	Ninguno

13) ¿Cuáles considera a su criterio las causas de los accidentes ocurridos?

	Desconocimiento de los operarios		Descuido de los Operarios
	Falta de equipos de seguridad industrial		Otros

14) ¿Al momento de contratar un mecánico soldador, que procedimientos realizan para evaluar sus habilidades?

	Uso y operación efectiva de parámetros del equipo		Ensayos no destructivos por líquidos penetrantes
	Inspección visual		Ensayos no destructivos por partículas magnéticas
	Ensayos destructivos sobre la junta soldada		Otros
	Ensayos no destructivos por ultrasonido		Ninguno

15) ¿Qué ventajas, a su criterio ofrece la certificación de soldadores?

	Disminución de accidentes		Calidad de los productos
	Disminución de los reprocesos		Mejores oportunidades de mercado
	Aumento en la productividad		Otros

Ninguno	
---------	--

16) ¿Cuentan sus mecánicos soldadores con algún tipo de certificación en las siguientes áreas?

Según normas para hojas metálicas
Según normas Para tuberías
Según normas para Recipientes a presión
Otras
Ninguna

17) ¿Con que nivel de certificación cuentan los mecánicos soldadores en su empresa?

Nivel principiante
Experto
Avanzado
Otros
ninguna

18) ¿Bajo que normas están certificados los mecánicos soldadores de su empresa?

normas AWS (Asociación Americana de la Soldadura)
Normas DIN ( Instituto Alemán de Normas)
Normas UNE (Normas Españolas)
Otros
Ninguna

19) ¿Tiene su empresa conocimiento de la existencia de instituciones certificadoras de mecánicos soldadores en el país?

Si
No

20) ¿Qué tipo de capacitación se imparte a los mecánicos soldadores en su empresa?

Capacitación sobre nuevos procesos en soldadura
Capacitación en seguridad industrial
Capacitación sobre nuevos equipos en soldadura
Cursos de especialización
Otras
Ninguna

21) ¿Con que frecuencia se capacita el personal de soldadura?

Trimestral
Semestral
Anual
Otros
Ninguno

22) ¿Qué entidad imparte las capacitaciones?

	La misma empresa
	Empresas proveedoras de equipos de soldadura
	Otras
	Ninguna

23) ¿En los últimos años la empresa ha promovido la certificación a sus mecánicos soldadores?

	Si
	No

24) ¿Qué la motivo?

	Crecimiento de la empresa
	Exigencias del mercado
	Otras
	No aplica

25) ¿Qué institución otorga la acreditación?

---



---



---

26) ¿Ha existido la necesidad de contratar con servicios especializados de soldadura en su empresa?

	Si
	No

27) ¿Considera oportuno la creación de una entidad con garantía internacional encargada de certificar mecánicos soldadores a través de programas progresivos de capacitación de manera que el mecánico soldador se tecnifique y responda a las necesidades de la industria nacional?

	Si
	No

28) ¿Haría uso de los servicios de una entidad de formación y certificación de mecánicos soldadores en el país?

	Si
	No

29) ¿Cuáles serían las ventajas que a su juicio se obtendrían en la industria nacional con el establecimiento de una entidad certificadora de mecánicos soldadores?

	Mano de obra calificada y certificada
	Registro de soldadores calificados por procesos
	Otros
	ninguna

## APENDICE 5

### EMPRESAS QUE CONTRIBUYERON LLENANDO LA ENCUESTA

Ítem	Empresa
1	Industrias Mecánicas RAF S.A. de C.V
2	INDUMEC 2000
3	Industrias Mecánicas ALED S.A. de C.V
4	MATCO S.A.
5	Montajes Electromecánicos de Centroamérica (MONELCA)
6	Inversiones Óptimas (GRUPO BARON)
7	Talleres TIG
8	MEINSAL
9	Industrias READI S.A. de C.V.
10	DYMEL S.A. DE C.V.
11	Talleres Muñoz
12	Talleres TIG
13	Talleres Meléndez
14	Campos Pénate Arquitectos
15	SIRVELTSA
16	Rodio Swiss-Boring
17	M.J. Inter S.A. DE C.V.
18	MATRISA S.A. DE C.V.
19	AEROMAN
20	SIMAN CONSTRUCTORA

## APENDICE 6

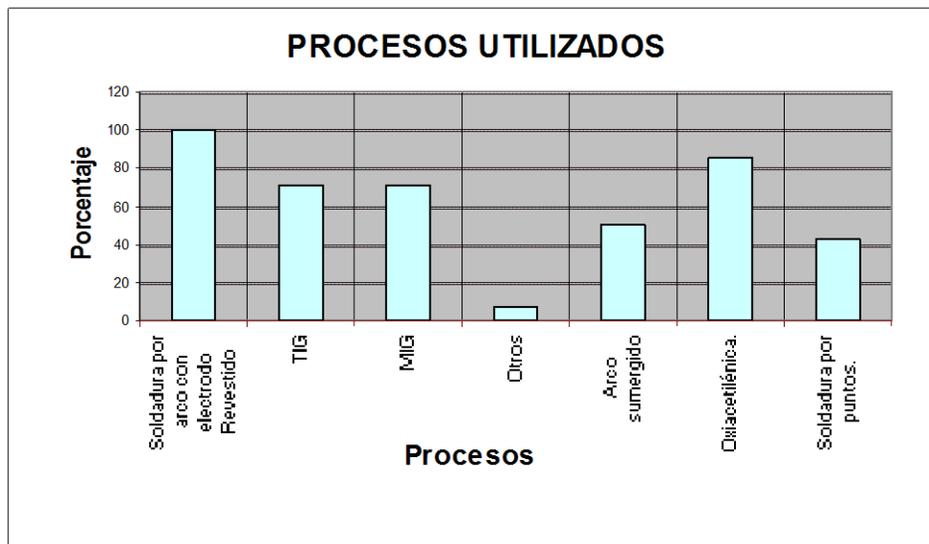
### RESULTADOS DE ENCUESTAS DEL METODO DE INVESTIGACION DETERMINISTICO

**La presente encuesta tiene como objetivo conocer la situación actual de los procesos de soldadura en la industria metal-mecánica, para determinar si existe en el país, la oportunidad de establecer una entidad certificadora de mecánicos soldadores**

#### TABULACIÓN ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA

1) ¿Que procesos de soldadura utilizan en su empresa?

Actividad	porcentaje	Actividad	porcentaje
Soldadura por arco con electrodo Revestido	100	Arco sumergido	50
TIG	71.4285714	Oxiacetilénica.	85.7142857
MIG	71.4285714	Soldadura por puntos.	42.8571429
Otros	7.14285714		



**ANÁLISIS:** Esto demuestra que las empresas metalmecánica del país, aun siguen utilizando prioritariamente procesos de soldadura de arco eléctrico con electrodo revestido y soldadura oxiacetilénica y utilizando muy poco los procesos de soldadura especiales como soldadura por arco y gas (GTAW GMAW).

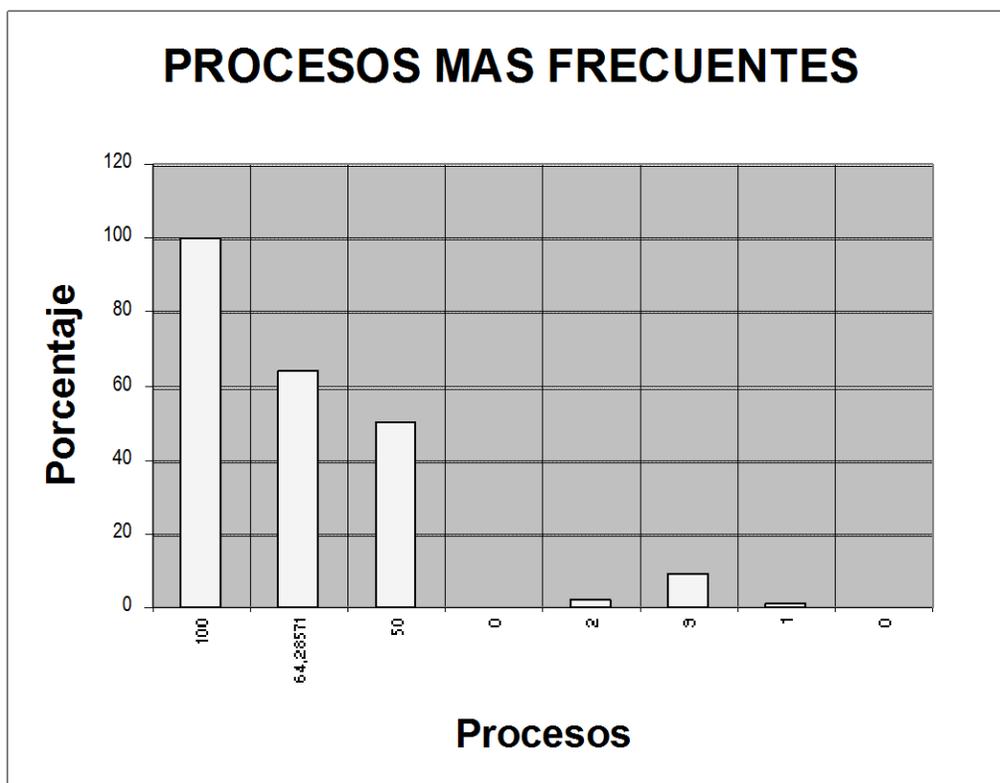
**CONCLUSIÓN:** Los resultados de la investigación demuestran que los procesos de soldadura más utilizados en las empresas metalemeccánicas del país son en orden de importancia son:

- Soldadura por arco eléctrico por electrodo revestido (SMAW).
- Soldadura oxiacetilénica

- Soldadura arco gas (GTAW, GMAW)

2) ¿Cuáles de estos procesos utilizan con más frecuencia?

Porcentaje	Actividad	Actividad	Porcentaje
100	Soldadura por arco eléctrico con electrodo Revestido	Arco sumergido	14.2857143
64.2857143	TIG	Oxiacetilénica.	64.2857143
50	MIG	Soldadura por puntos.	7.14285714
0	Otros		0



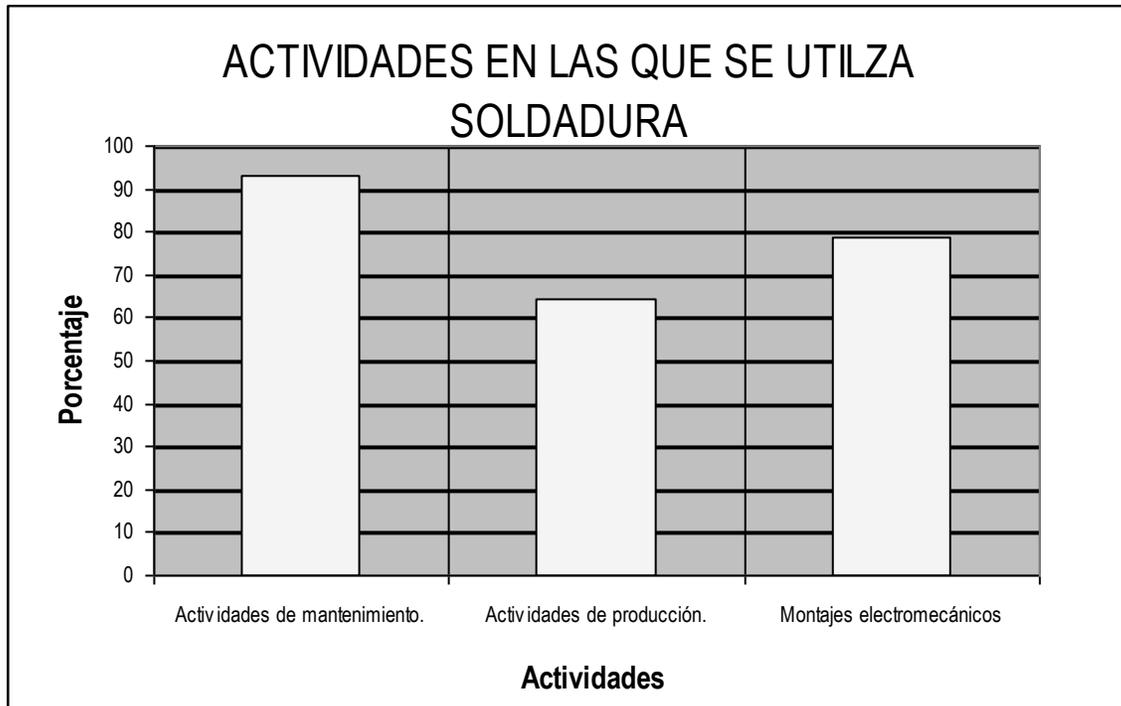
**ANÁLISIS:** Estos resultados confirman que los procesos de soldadura predominantes son los citados anteriormente, por lo que constituyen los procesos claves a desarrollar.

**CONCLUSIÓN:** Los resultados de la encuesta indican que los procesos de soldadura usados con mayor frecuencia en las empresas del sector metalmeccánico son:

- Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW).
- Soldadura de tungsteno y gas (GTAW)
- Soldadura oxiacetilénica
- Soldadura arco y gas (GMAW)

3) ¿En que actividades utilizan los procesos de soldadura?

Porcentaje	Actividad
92.85714286	Actividades de mantenimiento.
64.28571429	Actividades de producción.
78.57142857	Montajes electromecánicos

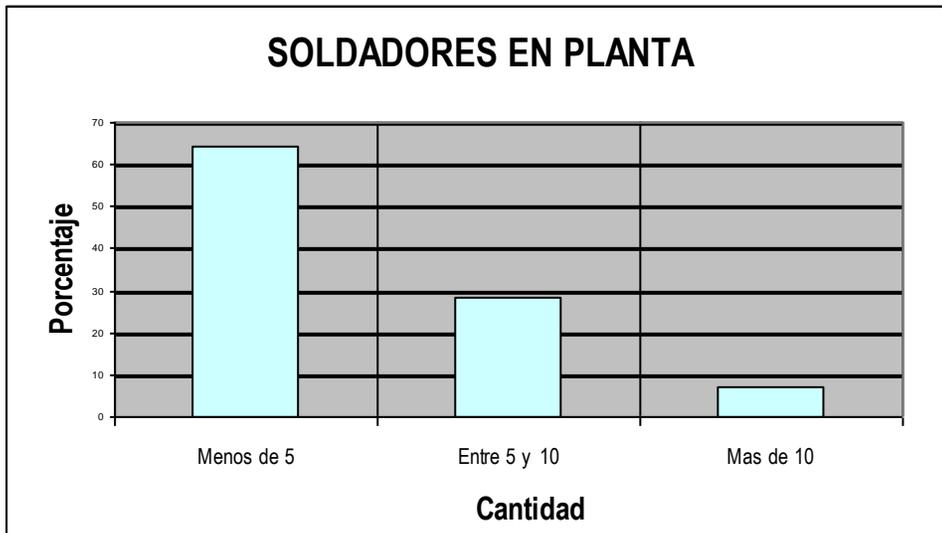


**ANÁLISIS:** Esto se debe que la Mayoría de las empresas metalmecánicas del país se dedican a prestar servicios a otras empresas del sector industrial y en muy pocos casos a la producción en masa de artículos de uso final.

**CONCLUSIÓN:** Los resultados indican que las actividades realizadas por empresas metalmecánica en donde estas más utilizan procesos de soldadura son en Actividades de mantenimiento y montaje electromecánico y en un segundo orden actividades de producción.

4) ¿Con cuantos mecánicos soldadores cuenta su empresa?

porcentaje	Actividad
64.28571429	Menos de 5
28.57142857	Entre 5 y 10
7.142857143	Mas de 10

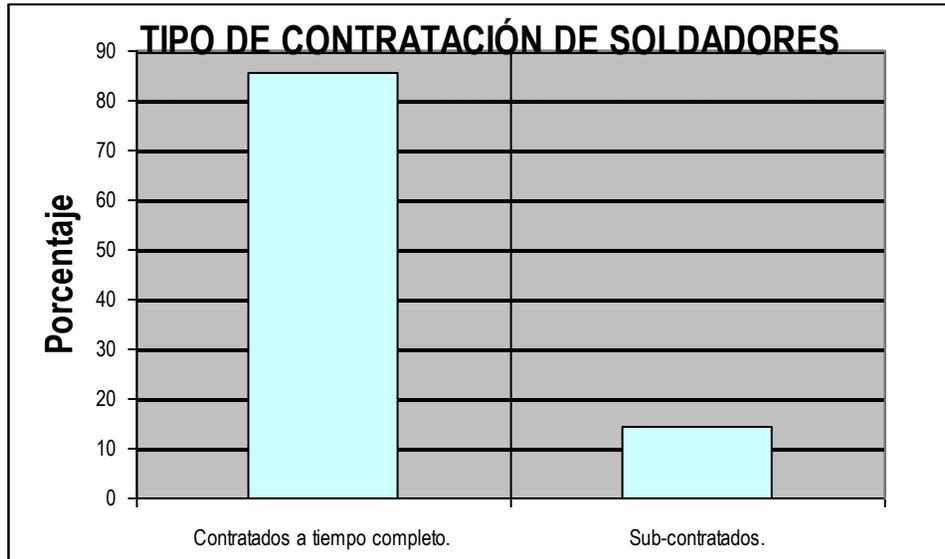


**ANÁLISIS:** Esto se debe a que como se dijo anteriormente, las actividades de soldadura que realiza la empresa metalmecánica del país, son principalmente actividades de mantenimiento y montajes, los que por lo general se llevan a cabo por terceros. Este tipo de servicios depende de la demanda de servicios que tenga la empresa, los cuales no son constantes ni afines. Lo que no permite una estabilidad laboral.

**CONCLUSIONES:** Los resultados que la mayoría de empresas encuestadas cuentan con menos de cinco mecánicos soldadores a su servicio.

5) ¿Qué tipo de contrato tienen los soldadores en su empresa?

porcentaje	Actividad
85.71428571	Contratados a tiempo completo.
14.28571429	sub.-contratados.

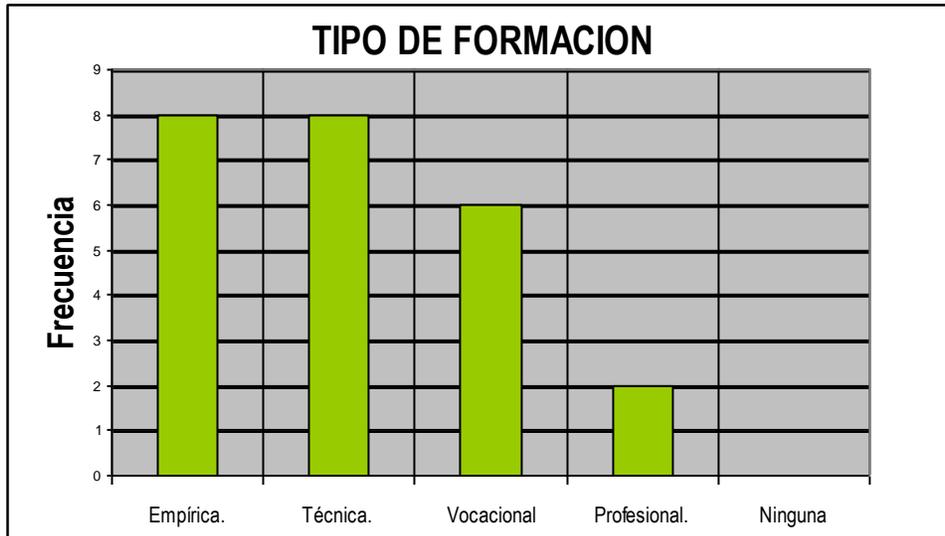


**ANÁLISIS:** La Razón por la cual el porcentaje de soldadores a tiempo completo es mayor que el de los subcontratados radica en que, como se concluyo en la pregunta cuatro, el número de soldadores con que cuentan las empresas metalmecánica es muy pequeño generalmente menor de 5 mecánicos soldadores en planta y cuando la demanda de servicios se incrementa las empresas hacen uso de subcontrataciones, en base a un banco de datos de mecánicos soldadores que han trabajado anteriormente con ellos.

**CONCLUSIÓN:** La mayoría de empresas encuestadas cuentan con mecánicos soldadores a tiempo completos, pero hacen uso de sub-contrataciones.

6) ¿Qué tipo de formación han recibido sus mecánicos soldadores?

porcentaje	Actividad
71.42857143	Empírica.
57.14285714	Técnica.
57.14285714	Vocacional
14.28571429	Profesional.
0	Ninguna

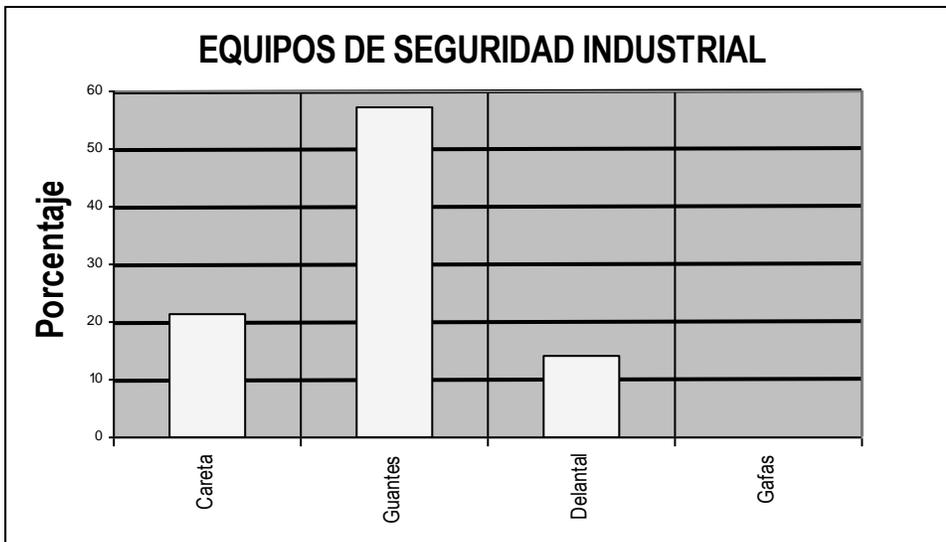


**ANÁLISIS:** Esto demuestra que las mayorías de mecánicos soldadores en el país no cuentan con una formación técnica- profesional en soldadura, lo que nos permite identificar la posibilidad de potenciar estos recursos (los soldadores) a través de programas de formación técnica profesional orientada primordialmente al sector que cuenta con formación empírica.

**CONCLUSIÓN:** Los resultados de la encuesta indican que la formación empírica es predominante en los mecánicos soldadores en las empresas metalmecánicas del país seguida de la formación técnica y vocacional y en muy pocos casos se cuenta con una formación profesional

7) ¿Cuáles de los siguientes equipos de seguridad utiliza en los procesos de soldadura?

porcentaje	Actividad	porcentaje	Actividad
100	Careta	21.42857143	Botas
100	Guantes	57.14285714	Mascarilla
92.85714286	Delantal	14.28571429	Otros
78.57142857	Gafas	0	Ninguno

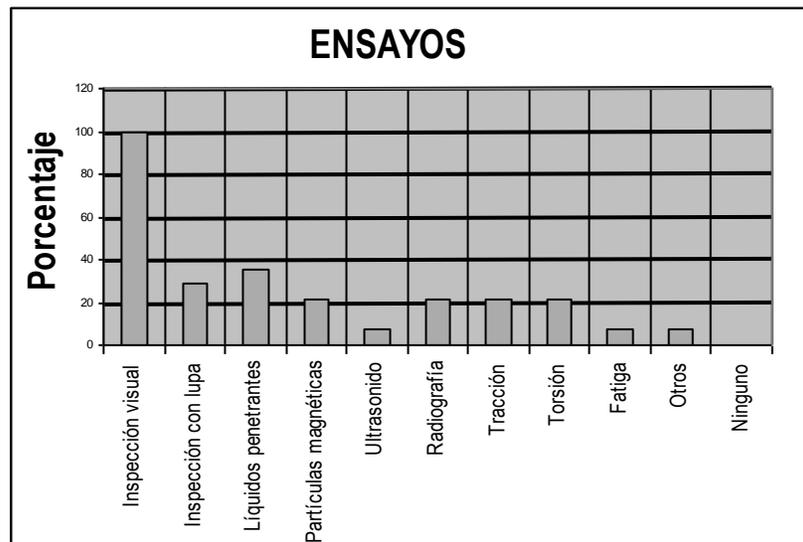


**ANÁLISIS:** La Gran mayoría de la empresa metalmecánica hace uso de equipos básicos de seguridad industrial en soldadura.

**CONCLUSIÓN:** Las Empresas del sector metalmecánico hacen uso de guantes, careta, industrial, delantal, gafas como equipos de seguridad industrial.

8) ¿Cuáles de los siguientes ensayos se realizan en las uniones soldadas?

porcentaje	Actividad
100	Inspección visual
28.57142857	Inspección con lupa
35.71428571	Líquidos penetrantes
21.42857143	Partículas magnéticas
7.142857143	Ultrasonido
21.42857143	Radiografía
21.42857143	Tracción
21.42857143	Torsión
7.142857143	Fatiga
7.142857143	Otros
0	Ninguno



**ANÁLISIS:** Este resultado indica que las empresas del sector metalmecánico utilizan principalmente ensayos no destructivos, como la inspección visual, que no requieren mayor análisis y de equipo sofisticado, además que el uso de ensayos no destructivos reducen los costos de prueba de las piezas soldadas.

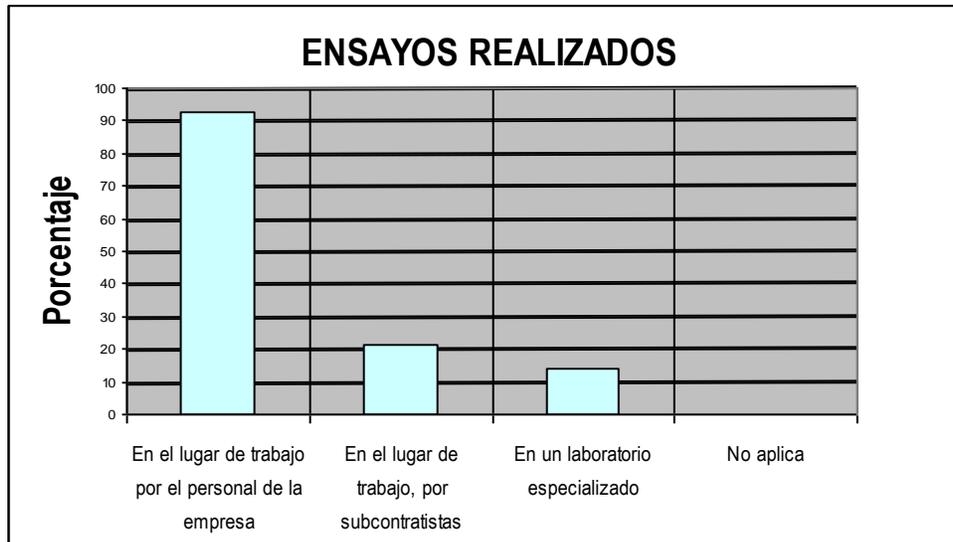
**CONCLUSIÓN:** Los principales ensayos realizados a las piezas soldadas por las empresas metalmecánica del país son principalmente:

Inspección visual

- Líquidos penetrantes
- Inspección con lupas
- Radiografía
- Tracción
- Torsión

9) ¿En qué lugar se llevan a cabo los ensayos en las uniones soldadas?

porcentaje	Actividad
92.85714286	En el lugar de trabajo por el personal de la empresa
21.42857143	En el lugar de trabajo, por subcontratistas
14.28571429	En un laboratorio especializado
0	No aplica

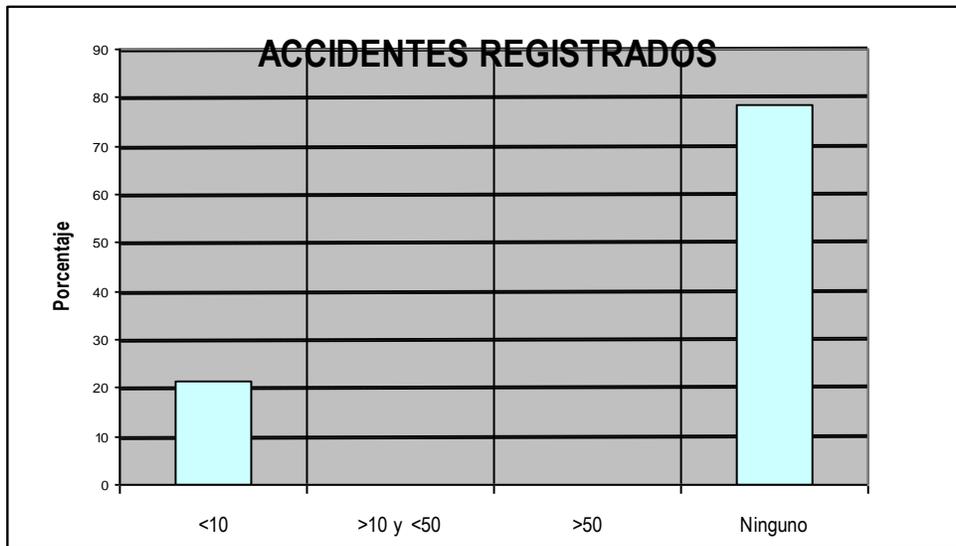


**ANÁLISIS:** Lo anterior indica que los análisis de calidad a las piezas soldadas se realizan por el mismo personal de la empresa, en muy pocos casos se hace uso de servicios especializados en ensayos de soldadura, dependiendo esto de los requerimientos que el cliente o usuario exija.

**CONCLUSIÓN:** Según los resultados de la encuesta, los ensayos de las juntas soldadas son realizados en mayor parte por el mismo personal de la empresa y en el lugar de trabajo, y en menor porcentaje se hace uso de personas o empresas externas.

10) ¿Cuántos accidentes se han registrado por el uso de los procesos de soldadura en el transcurso de este año?

porcentaje	Actividad
21.42857143	<10
0	>10 y <50
0	>50
78.57142857	Ninguno

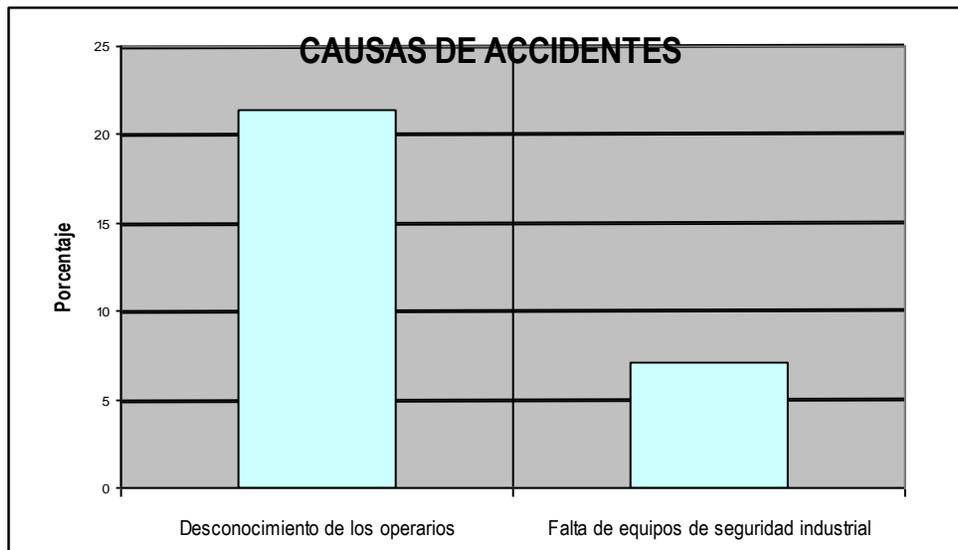


**ANÁLISIS:** El uso de equipos básicos de seguridad industrial en el área de la soldadura reduce ampliamente la posibilidad de accidentes en la aplicación de procesos de soldadura, como lo demuestra los resultados de la pregunta 9.

**CONCLUSION:** Según los datos registrados por la encuesta, las empresas metalmecánicas reportan una frecuencia menor a 10 accidentes por el uso de equipos de soldadura.

11) ¿Cuáles considera a su criterio las causas de los accidentes ocurridos?

porcentaje	Actividad	porcentaje	Actividad
0	Desconocimiento de los operarios	21.42857143	Descuido de los Operarios
0	Falta de equipos de seguridad industrial	7.142857143	Otros

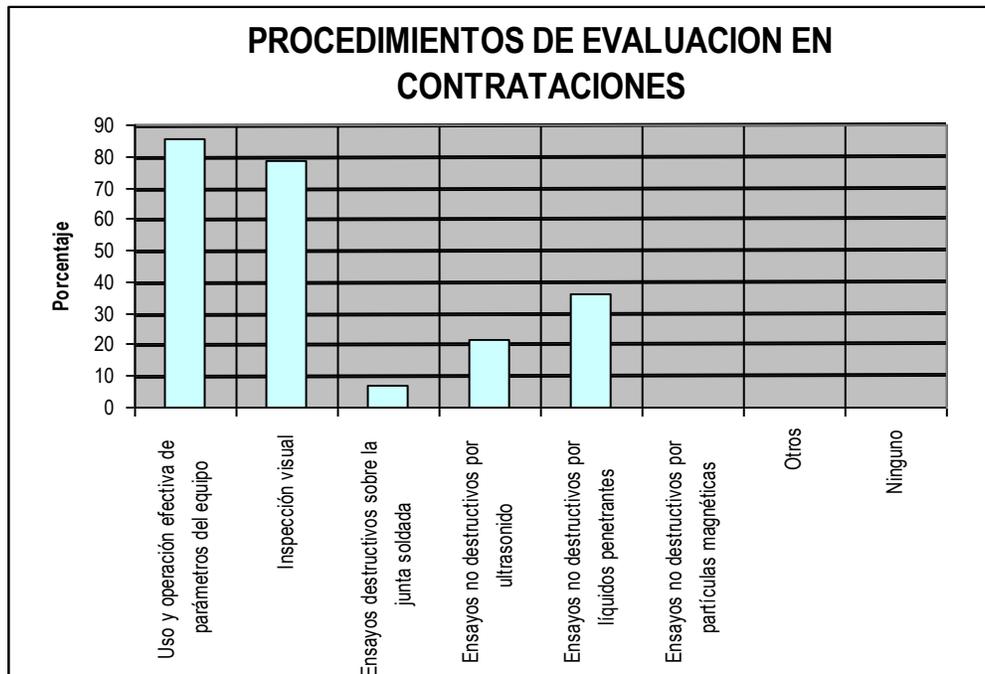


**ANÁLISIS:** Muchas veces las empresas proporcionan los equipos de seguridad pero los operarios no hacen uso de estos por lo que se exponen a potenciales accidentes.

**CONCLUSIÓN:** Según los resultados de la encuesta, los accidentes registrados por el uso de equipos de soldadura son causados por descuidos de los operarios.

12) ¿Al momento de contratar un mecánico soldador, que procedimientos realizan para evaluar sus habilidades?

porcentaje	Actividad	porcentaje	Actividad
85.71428571	Uso y operación efectiva de parámetros del equipo	36.36363636	Ensayos no destructivos por líquidos penetrantes
78.57142857	Inspección visual	0	Ensayos no destructivos por partículas magnéticas
7.142857143	Ensayos destructivos sobre la junta soldada	0	Otros
21.42857143	Ensayos no destructivos por ultrasonido	0	Ninguno



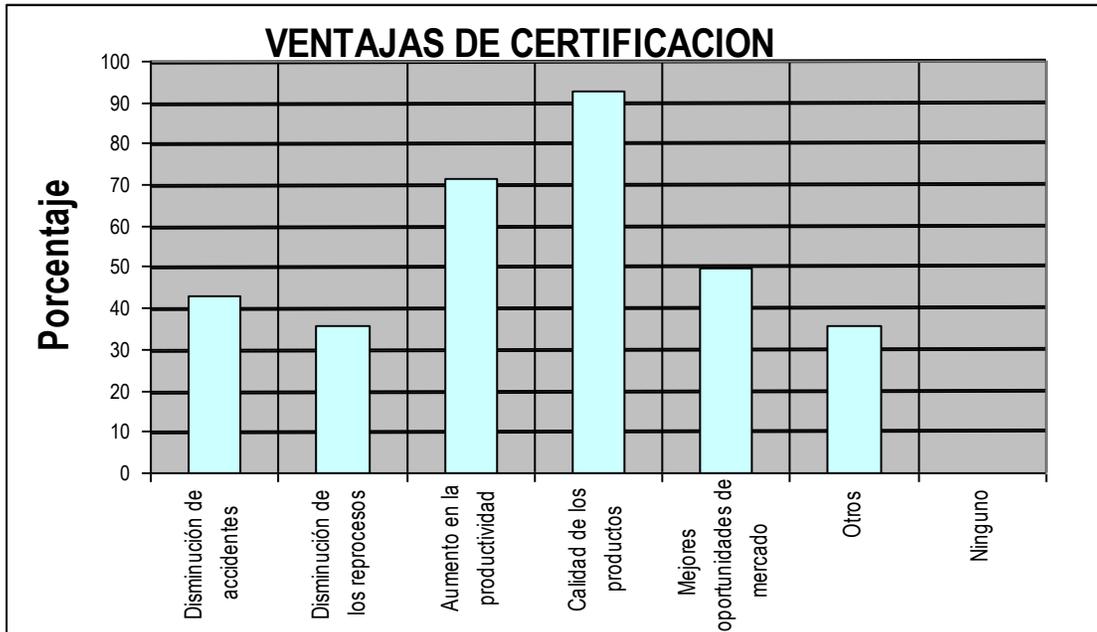
**ANÁLISIS:** De lo antes dicho se puede decir que las empresas no cuentan con una estandarización de los requisitos de evaluación de los mecánicos soldadores y que cada una tiene su propio método de evaluación.

**CONCLUSIÓN:** Los resultados de la encuesta indican que los procedimientos que utilizan las empresas metalmecánicas con mayor frecuencia para comprobar las habilidades de un mecánico soldador son:

- Uso y operación efectiva de parámetros del equipo.
- Inspección Visual

Y en muy pocos casos ensayos no destructivos como líquidos penetrantes y ultrasonido y ensayos destructivos.

13) ¿Qué ventajas, a su criterio ofrece la certificación de soldadores?



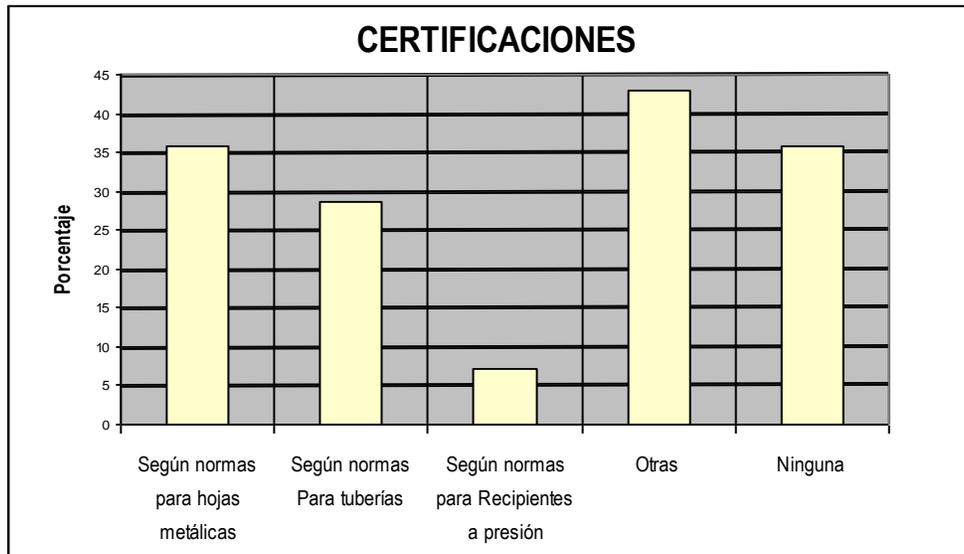
porcentaje	Actividad
42.85714286	Disminución de accidentes
35.71428571	Disminución de los reprocesos
71.42857143	Aumento en la productividad
92.85714286	Calidad de los productos
50	Mejores oportunidades de mercado
35.71428571	Otros
0	Ninguno

**ANÁLISIS:** Las empresas del sector metalmecánica conocen de las ventajas de la certificación de mecánicos soldadores.

**CONCLUSIÓN:** Los resultados de la encuesta indican que las empresas conocen algunas ventajas sobre la certificación de los mecánicos soldadores.

14) ¿Cuentan sus mecánicos soldadores con algún tipo de certificación en las siguientes áreas?

porcentaje	Actividad
35.71428571	Según normas para hojas metálicas
28.57142857	Según normas Para tuberías
7.142857143	Según normas para Recipientes a presión
42.85714286	Otras
35.71428571	Ninguna

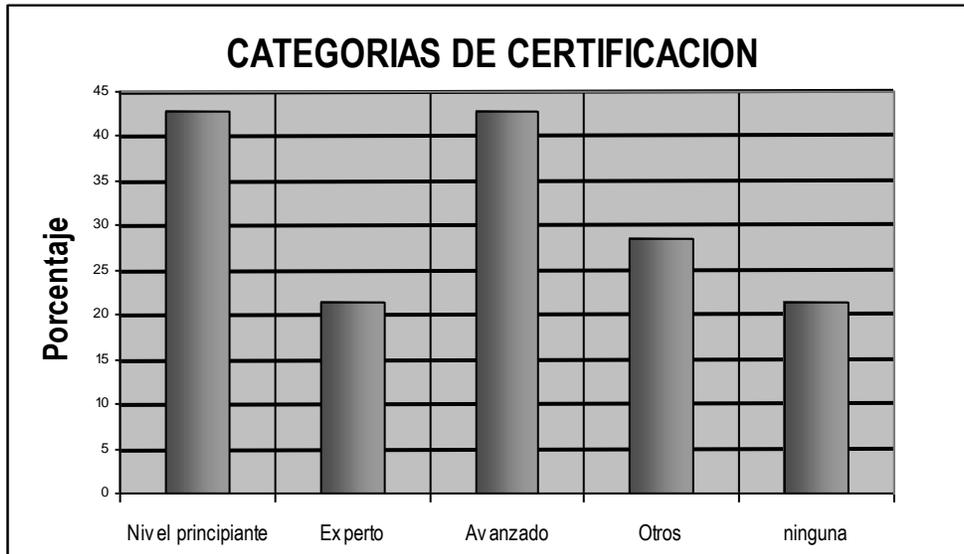


**ANÁLISIS:** Existen empresas del sector metalmecánico que cuentan entre su personal con mecánicos soldadores certificados, siendo estas la minoría del sector

**CONCLUSIÓN:** La encuesta indica que las empresas que cuentan con mecánicos soldadores certificados se encuentran bajo las normas de hojas metálicas, tuberías, recipientes a presión y otras.

15) ¿Con que nivel de certificación cuentan los mecánicos soldadores en su empresa?

porcentaje	Actividad
42.85714286	Nivel principiante
21.42857143	Experto
42.85714286	Avanzado
28.57142857	Otros
21.42857143	ninguna



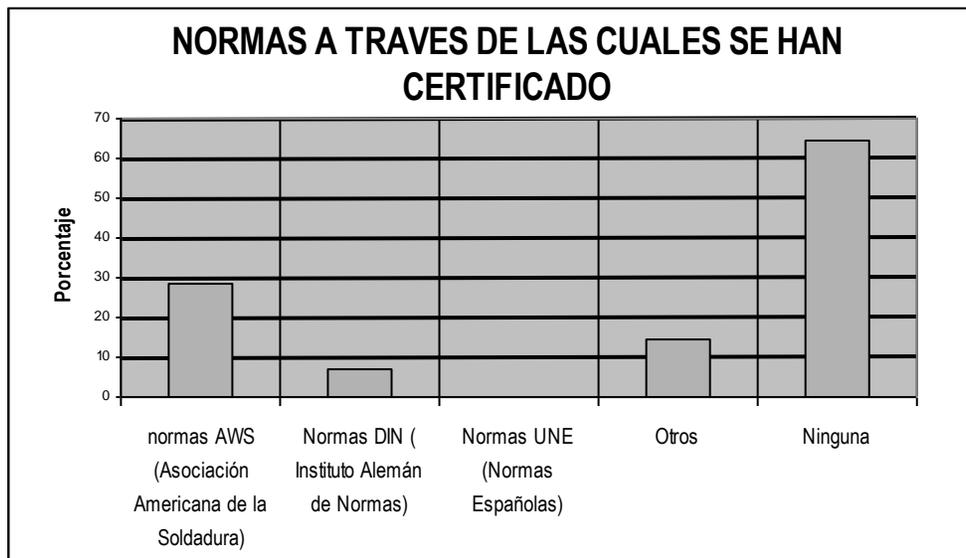
**ANÁLISIS:** De aquellos soldadores con algún tipo de certificación, la mayoría la tienen en el nivel principiante, esto posiblemente debido a que las exigencias del mercado no demandan un mayor nivel de especialización, y cuando si lo requiere se sub-contratan dichos servicios, siendo estos muy bien cotizados debido a la poca oferta de mano de obra para este tipo de trabajo.

Lo que representa que la certificación de mecánicos soldadores representa una oportunidad para ampliar las categorías restantes.

**CONCLUSIÓN:** Los soldadores certificados con los que cuentan algunas empresas, poseen en su mayoría certificación en el nivel principiante, y muy pocos cuentan con certificaciones en otros niveles

16) ¿Bajo que normas están certificados los mecánicos soldadores de su empresa?

porcentaje	Actividad
28.57142857	normas AWS (Asociación Americana de la Soldadura)
7.142857143	Normas DIN ( Instituto Alemán de Normas)
0	Normas UNE (Normas Españolas)
14.28571429	Otros
64.28571429	Ninguna

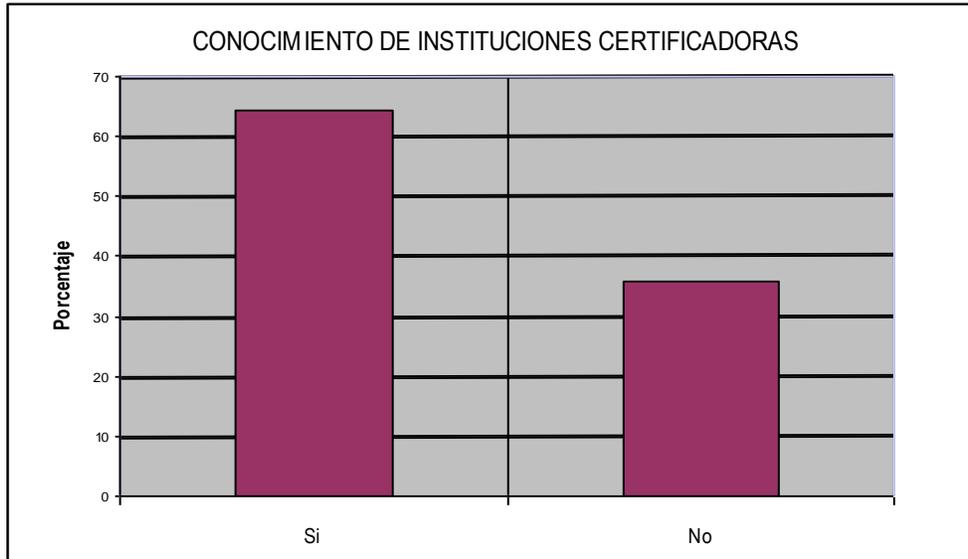


**ANÁLISIS:** Las pocas empresa metalmecánica que tienen certificados a los mecánicos soldadores son bajo normas de la sociedad americana de soldadura (AWS), esto debido a la influencia norteamericana que tiene nuestro país así como por su posición geográfica.

**CONCLUSIÓN:** Los resultados indican que los soldadores certificados de las empresas metalmecánicas son bajo normas regidas por la asociación americana de soldadura (AWS)

17) ¿Tiene su empresa conocimiento de la existencia de instituciones certificadoras de mecánicos soldadores en el país?

porcentaje	Actividad
64.28571429	Si
35.71428571	No

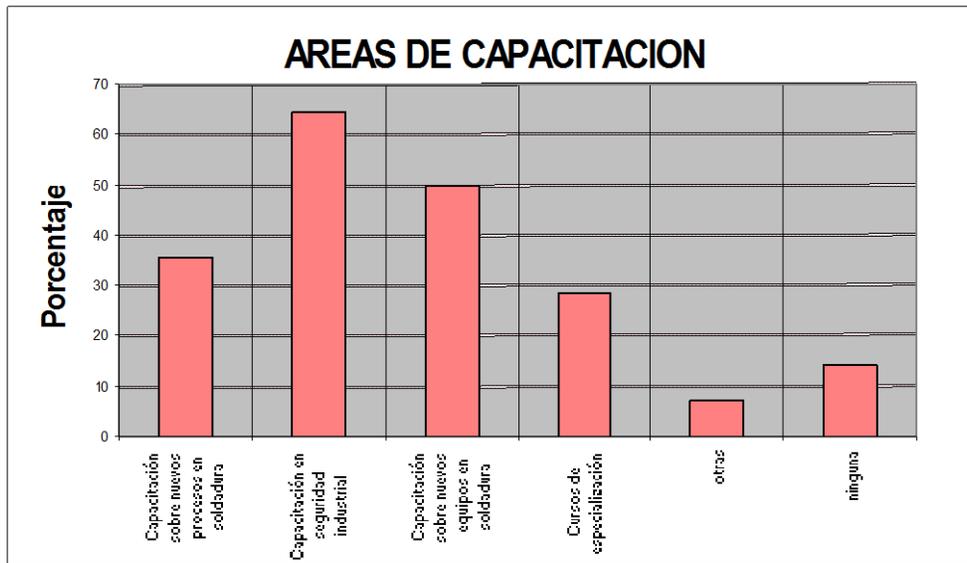


**ANÁLISIS:** Existe confusión entre empresas metalmecánica sobre instituciones certificadoras, ya que en el país existen algunas entidades que se dedican a dar un respaldo técnico sobre los procesos de soldadura.

**CONCLUSIÓN:** Los resultados indican que muchas empresas metalmecánicas conocen de la existencia de instituciones certificadoras

18) ¿Qué tipo de capacitación se imparte a los mecánicos soldadores en su empresa?

porcentaje	Actividad
35.71428571	Capacitación sobre nuevos procesos en soldadura
64.28571429	Capacitación en seguridad industrial
50	Capacitación sobre nuevos equipos en soldadura
28.57142857	Cursos de especialización
7.142857143	otras
14.28571429	ninguna

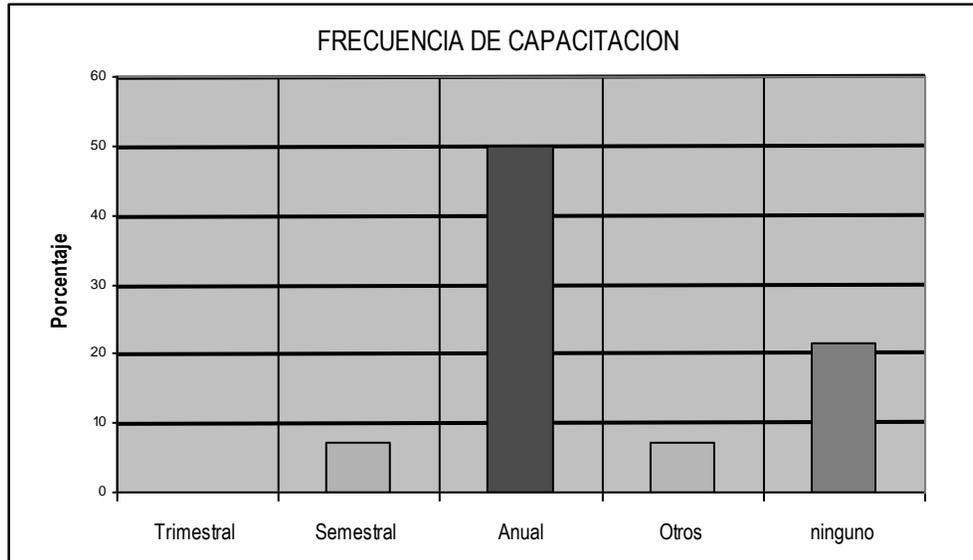


ANÁLISIS: Las empresas metalmecánicas están desarrollando capacitaciones al personal.

CONCLUSIÓN: Según los resultados, las empresas metalmecánicas brindan capacitación al personal en soldadura en áreas de nuevos procesos, seguridad industrial, nuevos equipos, cursos de especialización.

19) ¿Con que frecuencia se capacita el personal de soldadura?

porcentaje	Actividad
0	Trimestral
7.142857143	Semestral
50	Anual
7.142857143	Otros
21.42857143	ninguno

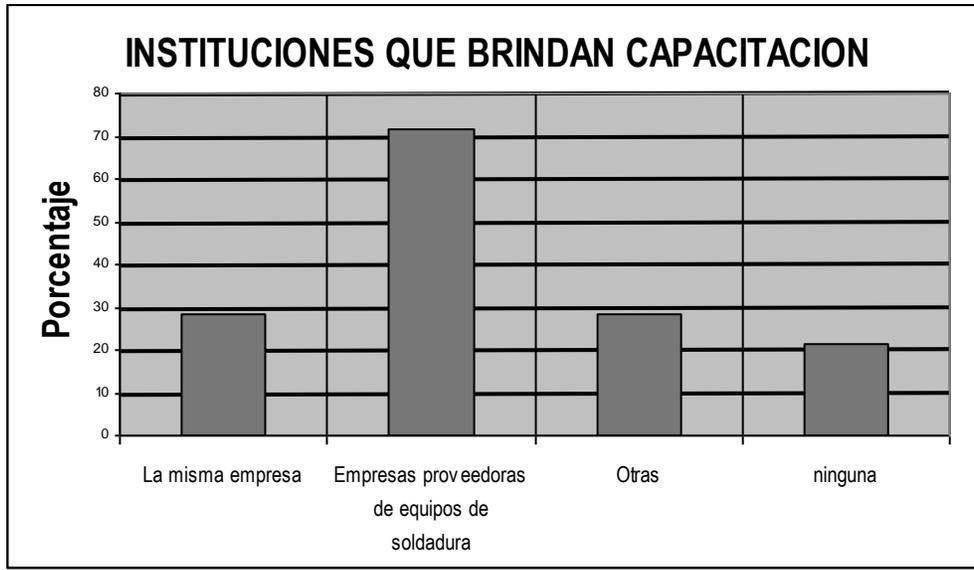


**ANÁLISIS:** si bien es cierto que las empresas brindan capacitación al personal de soldadura, la frecuencia de estas capacitaciones es muy baja. Y en algunos casos no se toma en cuenta la capacitación del personal por parte de algunas empresas.

**CONCLUSIÓN:** Según los resultados, las empresas metalmecánicas ofrecen capacitación al personal de soldadura anualmente

20) ¿Qué entidad imparte las capacitaciones?

porcentaje	Actividad
28.57142857	La misma empresa
71.42857143	Empresas proveedoras de equipos de soldadura
28.57142857	Otras
21.42857143	ninguna



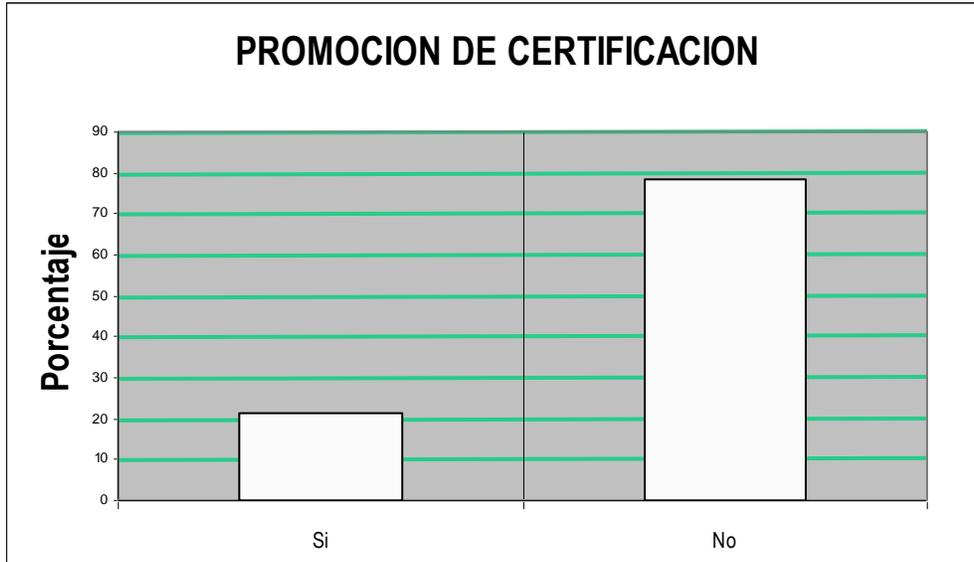
**ANÁLISIS:** Las Capacitaciones son desarrolladas generalmente por las mismas empresas proveedoras de equipos de soldadura, y resulta ser un valor agregado de la venta de los equipos, de ahí que la frecuencia de capacitación sea anual.

Asimismo capacitaciones especializadas son desarrolladas por instituciones encargadas de la formación profesional (INSAFORP).

**CONCLUSIONES:** Los resultados indican, que las capacitaciones desarrolladas al personal de soldadura son impartidas por instituciones proveedoras de equipos de soldaduras. Así como de instituciones encargadas de la formación profesional

21) ¿En los últimos años la empresa ha promovido la certificación a sus mecánicos soldadores?

porcentaje	Actividad
21.42857143	Si
78.57142857	No

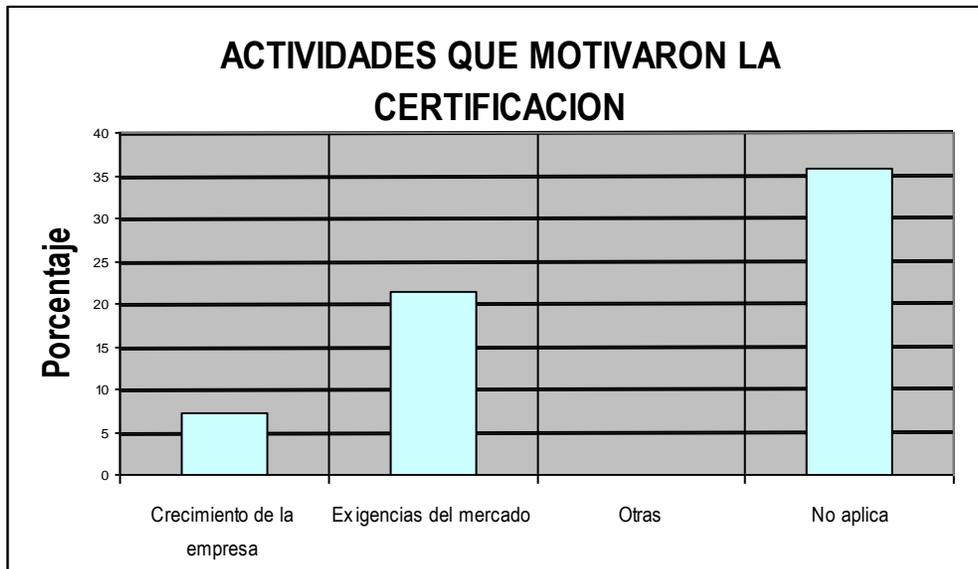


**ANÁLISIS:** A Pesar de que la mayoría empresas metalmecánicas conocen las ventajas de la certificación, han promovido poco o nulo actividades relacionadas a certificar mecánicos soldadores. Pero un pequeño grupo que han conocido las ventajas y se han certificado, de manera que cuentan con mayores ventajas que las hace (empresas con mecánicos certificados) mas competitivas.

**CONCLUSIÓN:** Según los resultados, las empresas metalmecánicas no promueven la certificación del personal de soldadura

22) ¿Qué la motivo?

porcentaje	Actividad
7.142857143	Crecimiento de la empresa
21.42857143	Exigencias del mercado
0	Otras
35.71428571	No aplica



**ANÁLISIS:** Las pocas empresas metalmeccánicas que han certificado a algunos mecánicos soldadores, han sido motivadas como resultado de las exigencias que imponen los sistemas de calidad

**CONCLUSIÓN:** Los resultados de la encuesta indican que las pocas empresas que cuentan con mecánicos soldadores fueron motivadas por las exigencias del mercado.

23) ¿Qué institución otorga la certificación?

ITEM, Universidad Don Bosco, CIE de Guatemala.

Los resultados de esta pregunta confirman que existe cierto desconocimiento por parte de las empresas respecto a lo que es en sí una certificación, esto no en todas, ya que algunas empresas conocen muy bien dicho proceso

24) ¿Ha existido la necesidad de contratar con servicios especializados de soldadura en su empresa?

porcentaje	Actividad
64.28571429	Si
35.71428571	No

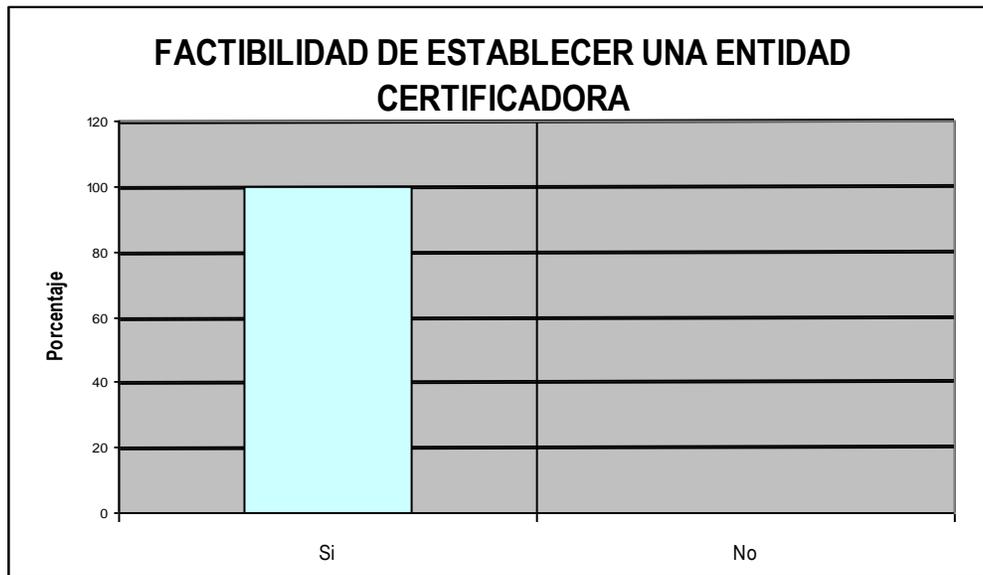


**ANÁLISIS:** Esto manifiesta que en muchas empresas no se cuenta con la suficiente especialización en soldadura como para hacer frente a ciertos trabajos, que requieren un mayor nivel de especialización, por lo que las empresas deben recurrir a sub-contratar dichos servicios.

**CONCLUSIÓN:** Los resultados de esta pregunta indican que en la mayoría de las empresas ha existido la necesidad de contratar servicios especializados en soldadura.

25) ¿Considera oportuno la creación de una entidad con garantía internacional encargada de certificar mecánicos soldadores a través de programas progresivos de capacitación de manera que el mecánico soldador se tecnifique y responda a las necesidades de la industria nacional?

porcentaje	Actividad
100	Si
0	No

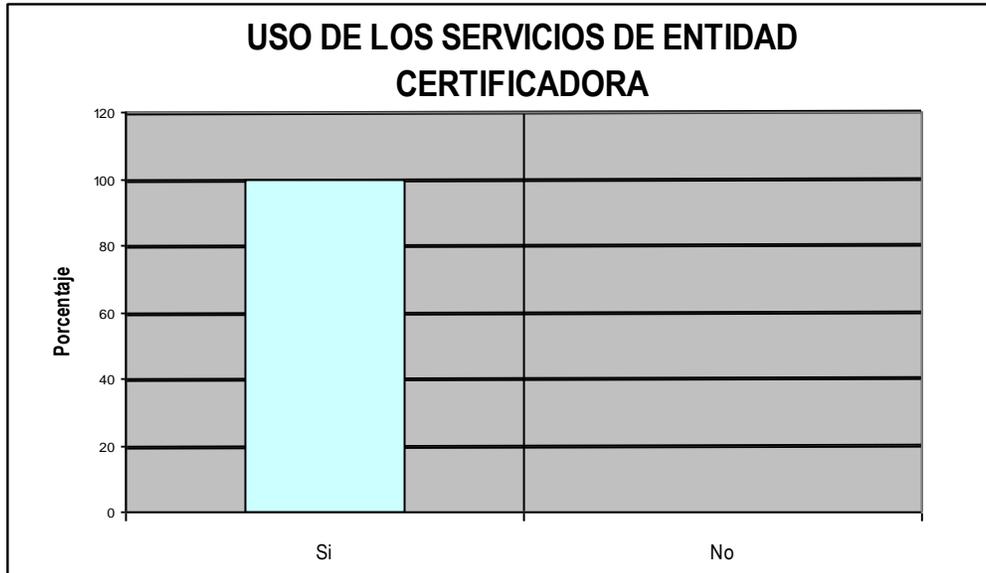


**ANÁLISIS:** ya que las empresas conocen los beneficios de la certificación de los soldadores, consideran que sería conveniente contar con una entidad que se encargue de facilitar el proceso en el país.

**CONCLUSIÓN:** El total de las empresas consideran oportuna la creación de una entidad certificadora de mecánicos soldadores en el país

26) ¿Haría uso de los servicios de una entidad de formación y certificación de mecánicos soldadores en el país?

porcentaje	Actividad
100	Si
0	No

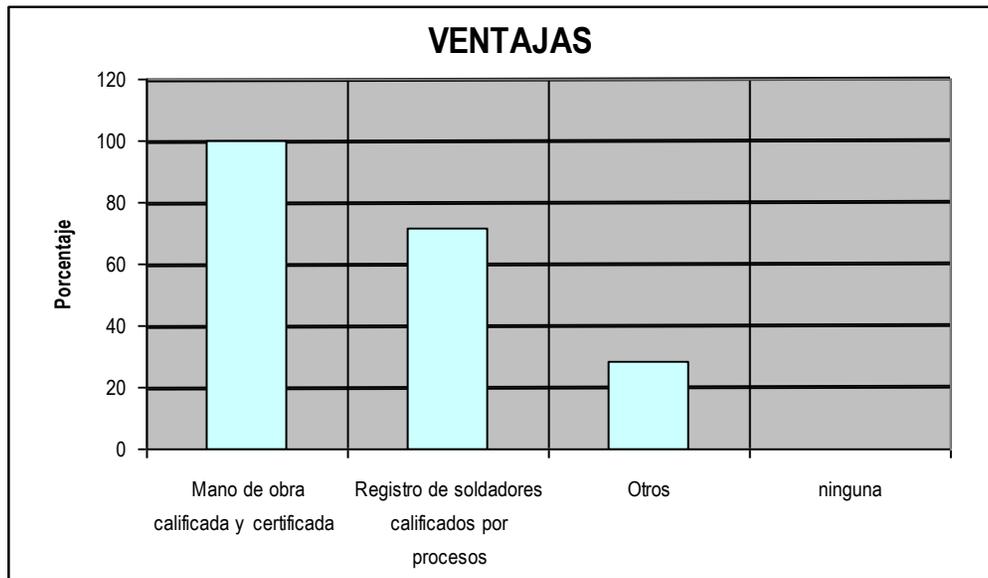


**ANALISIS:** El total de empresas muestra un notable interés en hacer uso de los servicios que presta una entidad certificadora de mecánicos soldadores en el país, por lo que podríamos como una primera conclusión establecer que si sería factible el establecimiento de dicha entidad.

**CONCLUSIÓN:** El total de empresas encuestadas muestran interés en hacer uso de los servicios que prestaría una entidad certificadora de mecánicos soldadores en el país.

27) ¿Cuáles serían las ventajas que a su juicio se obtendrían en la industria nacional con el establecimiento de una entidad certificadora de mecánicos soldadores?

porcentaje	Actividad
100	Mano de obra calificada y certificada
71.42857143	Registro de soldadores calificados por procesos
28.57142857	Otros
0	ninguna



**ANÁLISIS:** Esto demuestra que las empresas metalmecánicas, conocen las ventajas sobre la certificación de los mecánicos soldadores, y que la existencia de una entidad que certifique mecánicos mantendrá un registro del personal certificado.

**CONCLUSIONES:** La mayoría de las empresas encuestadas coinciden en que uno de los grandes beneficios de contar con una entidad certificadora de mecánicos soldadores sería el aumento de mano de obra calificada y certificada, lo cual a su vez implica mejoras considerables en la producción y el mercado, en seguida también un 50% considera que sería una ventaja el registro nacional de mecánicos soldadores manejado por la misma entidad.

**APENDICE 7**

**CURSO DE FORMACIÓN DE  
SOLDADORES NIVEL I**

**LIBRO DE TEXTO**

# **CONTENIDO**

## **UNIDAD I: TEORIA DE LA SOLDADURA**

- 1.1 Los Procesos de Soldadura
- 1.2 Fundamentos de la metalúrgica

## **UNIDAD II. FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD**

- 2.1 Efecto de la corriente eléctrica
- 2.2 Fundamentos del circuito eléctrico

- 2.3 Fuentes de Corriente para Soldadura
- 2.4 Accesorios para soldar – Mantenimiento

## **UNIDAD III. PROCESOS DE SOLDADURA POR ARCO MANUAL SMAW**

### **UNIDAD IV**

### **SIMBOLOS DE SOLDADURA**

### **UNIDAD V**

### **DEFECTOS DE LA SOLDADURA Y SUS POSIBLES CAUSAS**

- 5.1 Efecto de soplado
- 5.2 Tendencia el endurecimiento al soldar

### **CAPITULO VI**

### **PRACTICAS DE SEGURIDAD EN SOLDADURA**

# UNIDAD I: TEORIA DE LA SOLDADURA

## 1.1 Los Procesos de Soldadura

La soldadura es en realidad un proceso metalúrgico, por eso entender como los metales se comportan durante su producción y fundición es conocer los fundamentos de la soldadura. La mayoría de los procesos de soldadura, al igual que en la fundición de los metales, requieren la generación de altas temperaturas para hacer posible la unión de los metales envueltos. El tipo de fuente de calor es básicamente lo que describe el tipo de proceso, Ej. : Soldadura autógena (gas), soldadura de arco (eléctrica). Uno de los principales problemas en soldadura, es el comportamiento de los metales ante la combinación de los agentes atmosféricos y los cambios en su temperatura. El método de proteger el metal caliente del ataque de la atmósfera es el segundo de los mayores problemas a resolver. Las técnicas desarrolladas desde "Protección por fundente" (Flux Covering), hasta la de Protección por gas Inerte, son mas que escudos protectores en muchos casos pero eso es básicamente para lo que fueron creados. En algunas instancias la atmósfera es removida toda usando sistemas de vacío.

Algunos de estos procesos han sido desarrollados para algunas aplicaciones específicas mientras otros se mantienen muy flexibles cubriendo un amplio rango de actividades en la soldadura. Aunque la soldadura es usada principalmente para unir metales similares y hasta partes metálicas no similares es también muy usada, de manera muy notable, para reparar y reconstruir partes y componentes averiados o gastados. Existe, también, un crecimiento notable en el uso de diferentes aplicaciones para tratar las superficies con una capa de alto endurecimiento (hardfacing) de partes nuevas, que provee una superficie altamente resistente a la corrosión, abrasión, impactos y desgaste. Introducido en las últimas décadas del siglo 19, el proceso de arco se mantiene como el mas usado de todos los grupos de las técnicas de soldadura. Como el mismo nombre lo sugiere, es un arco eléctrico que se establece entre las partes a ser soldada y un electrodo metálico. La energía eléctrica, convertida en calor, genera una temperatura en el arco cerca de 7,000 grados centígrados (10,000 F), causando la fundición de los metales y después la unión. El equipo puede variar en tamaño y complejidad, siendo la diferencia principal entre el proceso de arco, el método usado para separar la atmósfera o crearla y el material consumible empleado para ser aportado al proceso.

Entre los procesos de Arco se incluyen la soldadura de electrodo cubierto, conocido como MAA/SMAW (Manual Metal Arc/ Shielded Metal Arc Weldng), GMAW (Gas Metal Arc Welding) o tambien conocido como MIG (Metal Inert Gas) y el sistema de alta deposicion por Arco Sumergido SAW (Submerged Arc Welding).

Existen Otras variantes como la PAW (Plasma Arc Welding) Soldadura por Plasma, EW (Electro Slag) y la soldadura (sin arco eléctrico) por fricción FSW (Friction Stir Welding) que forman parte de los nuevos avances tecnológicos que se adelantan en los

procesos de soldaduras para crear alternativas adaptadas a los procedimientos de alta producción y limitaciones especiales de ciertos procesos o materiales.

## 1.2 Fundamentos de la metalúrgica

### 1.2.1 Origen y elaboración de los Metales

Los metales se encuentran en depósitos naturales en la capa terrestre; a estos depósitos se les conoce como minerales. La mayoría de los minerales en estado natural están contaminados con impurezas, las cuales deben ser removidas o eliminadas mediante procesos químicos o mecánicos para purificarlos. De manera excepcional, algunos metales se encuentran puros en estado natural.

Los metales que se extraen de los minerales son denominados como metales vírgenes o primarios y a los que se obtienen de la chatarra se les denomina metales secundarios.

Existen minerales ferrosos y no ferrosos, la metalúrgica ferrosa se refiere exclusivamente al hierro y la metalúrgica no ferrosa se refiere a la tecnología de todo el resto de los metales.

#### Minerales ferrosos



El hierro (Fe), es el más importante y el más usado de todos los metales. En el mundo se produce un tonelaje 20 veces mayor de hierro que de todo el resto de los metales. Algunas de las razones de esta preponderancia son que: en el mundo existen grandes depósitos de mineral ferroso de alta ley, el mineral ferroso es relativamente fácil de reducir y también que el hierro combinado con el carbón forma una importante cadena de aleaciones útiles.

Entre los minerales ferrosos más importantes tenemos:

**Hematita**      ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 70.0% Fe

**Magnetita**      ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) 72.4% Fe

**Taconita**      Es un mineral ferroso embebido en una matriz cuarzosa de compuestos silicosos y es la propia fuente de la Hematita y la Magnetita; su contenido de Fe es de aproximadamente 30%.

#### Tipos de Aceros

## Clasificación de los Aceros

Existen cuatro grandes clasificaciones de aceros básicos: Aceros al Carbón, Aceros de Baja Aleación, Aceros de Alta Aleación y Aceros Herramienta.

El Acero es básicamente una aleación de Hierro y Carbón; el carbón es el responsable de la respuesta del acero a los tratamientos de endurecimiento, por esta razón tan importante el principal tipo de acero es el Acero al Carbón común.

**1. Acero al Carbón:** Los aceros al carbón varían desde el 0.005% al 1.80% de contenido de carbón, aceros con contenidos mayores se clasifican como Hierros Colados.

Los aceros al carbón contienen menos del 1.65% de Manganeso, 0.6% de Silicio y 0.6% de Cobre, cabe recordar que además de fabricarse en varios tipos de hornos, los aceros al carbón pueden terminarse o desoxidarse como acero efervescente, semi-efervescente, calmado, semi-calmado y desoxidado al vacío; tanto el tipo de horno usado como el proceso de desoxidación afectan las características y propiedades del acero. Sin embargo, el mayor cambio de propiedades lo determina el contenido de carbón; al aumentar el contenido de carbón también aumenta la resistencia y su dureza.

**2. Aceros de Baja Aleación:** Estos aceros contienen pequeñas cantidades de elementos específicos de aleación para obtener mejoras considerables en sus propiedades. Estos elementos de aleación se pueden incorporar en el acero por varias razones: mejorar propiedades mecánicas, aumentar o disminuir su respuesta a los tratamientos térmicos, mejorar su resistencia a la corrosión, etc.

El acero de baja aleación se define primero como un acero en el cual el contenido máximo especificado para los elementos de aleación excede uno o más de las siguientes cantidades: (Mn - 1.65%), (Si - 0.6%) y segundo como un acero con un contenido definido de elementos de aleaciones tales como Al, Ni, Mo, Ti, W, V, Zr y otras aleaciones, un gran número de estas aleaciones pueden ser agrupadas en las cuatro aplicaciones siguientes:

- a) Acero para construcción.
- b) Acero automotriz, aviación y maquinaria.
- c) Acero para baja temperatura.
- d) Acero para alta temperatura.

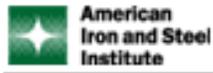
**3. Acero de Alta Aleación:** Cuando el contenido Cr, Ni o Mn en el acero es 10% o mayor se le considera como acero de alta aleación, entre los aceros de alta aleación más importantes se encuentran:

- a) Aceros Austenítico al manganeso..
- b) Aceros Inoxidables.
- c) Aceros resistentes al calor.
- d) Aceros Herramienta.

Por los altos niveles de elementos de aleación, se recomienda tomar precauciones y cuidado especial cuando se sueldan aceros de alta aleación.

## Especificaciones de los Aceros.

Varias sociedades de normas son responsables de las especificaciones químicas de los aceros, las normas más importantes y conocidas son las establecidas por:



**AISI** Instituto Americano del Hierro y el Acero.



**SAE** Sociedad de Ingenieros Automotrices.



**ASTM** Sociedad Americana de Pruebas y Materiales.



**ASME** Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

El sistema de clasificación que estas sociedades de normas han establecido se basa en un número de 4 dígitos en el cual los primeros 2 dígitos representan la composición química de la aleación y los 2 dígitos finales representan el contenido aproximado de carbón, algunas variantes se pueden representar en letras según:

**L** = Plomo.

**B** = Boro.

**E** = Horno Eléctrico.

**H** = Endurecimiento Garantizado.

<b>Clasificación según el Carbón y Aleación</b>	<b>Especificación N°</b>
Acero al Carbón	10XX
Acero al Carbón Resulturizado	11XX
Acero al Carbón Refosforizado y Resulturizado.	12XX
Acero al Manganeso.	13XX
Acero al Níquel	2XXX
Acero al Níquel - Cromo	31XX
Acero al Alto Níquel - Cromo	33XX
Acero al Carbón - Molibdeno	40XX
Acero al Cromo - Molibdeno	41XX
Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno	43XX
Acero al Níquel - Molibdeno	46XX
Acero al Alto Níquel - Molibdeno	48XX
Acero al Bajo Cromo	50XX
Acero al Cromo	51XX
Acero al Carbón - Cromo	52XXX
Acero al Cromo - Vanadio	61XX
Acero al Bajo Níquel - Cromo - Molibdeno	86XX
Acero para Resortes al Silicio - Manganeso	92XX
Acero al Níquel - Cromo - Molibdeno	93XX
Acero al Boro	BXX
Acero al Boro - Vanadio	XXBVXX

Tabla 1.1 Clasificación de los acero según el porcentaje de carbono y aleación

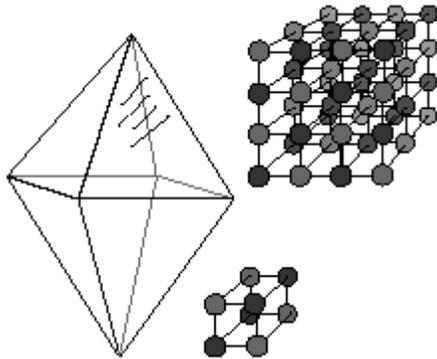
<b>Clasificación de los Aceros Especiales</b>	<b>Especificación N°</b>
Acero Herramienta Endurecidos al Agua	WX
Acero Herramienta Resistentes a Impacto	SX
Acero Herramienta Endurecidos al Aceite	OX
Acero Herramienta Endurecidos al Aire	AX
Acero Herramienta Alta Temperatura	HXX
Acero Herramienta Alta Velocidad (W)	TX
Acero Herramienta Alta Velocidad (Mo)	MX
Aceros para Moldes o Matrices	PX
Acero Inoxidable al Cromo - Níquel - Manganeso	2XX
Acero Inoxidable al Cromo - Níquel	3XX
Acero Inoxidable al Cromo	4XX
Acero Resistente al Calor - Bajo Cromo	5XX

Tabla 1.2 Clasificación de los aceros especiales

La Sociedad americana de Pruebas y Materiales (ASTM) publica especificaciones y pruebas de materiales cubriendo materiales ferrosos y no ferrosos, también la Sociedad Americana de Soldaduras (AWS) publica sus especificaciones, pero esta última se concentra especialmente en soldadura y sus procesos.

## Estructura Cristalina de los Metales.

Cuando un metal en estado líquido es enfriado, sus átomos se agrupan en siguiendo un patrón regular de cristalización, entonces decimos que el metal se ha solidificado o cristalizado. Todos los metales se solidifican como materiales cristalinos y cada material posee su propio patrón de cristalización en el caso de los metales este patrón permanece inalterable mientras este en estado sólido.



Las formas más comunes de estructuras cristalinas en metales son la Red Cúbica Centrada, Red cúbica de Caras Centradas y la Red Hexagonal Compacta, otras estructuras cristalinas encontradas en los metales son la Cúbica simple, Tetragonal, Romboidal, Ortorromboidal y sus variantes.

Fig.1 Formas cristalinas mas comunes

La estructura cristalina de los metales es responsable de muchas de las principales propiedades de los mismos. A medida que el metal en estado líquido se solidifica, se forman pequeños grupos de átomos que van formando las redes o cadenas cristalinas creando centros de cristalización o Granos a través de toda la masa del metal y orientándose en todas direcciones; esta cristalización se multiplica uniendo los grupos entre si y el proceso de solidificación termina, a la superficie de contacto entre un cristal y otro se le denomina "limite" o "Borde" del grano.

El proceso de enfriamiento afecta el tamaño y posición de los granos y consecuentemente afecta también las propiedades del metal.

## Propiedades de los Metales

Las propiedades de los metales se pueden dividir en tres grandes categorías:

- Propiedades Mecánicas
- Propiedades Físicas
- Propiedades Corrosivas (o químicas)

Las Propiedades Mecánicas se pueden listar de la siguiente forma:

**Resistencia Máxima a la tensión (Ultimate Tensil Strength):** Carga máxima que soporta el metal antes de fracturarse.

**Deformación (Strain):** La cantidad de deflexión experimentada por el metal al aplicársele una carga.

**Resistencia a la Fatiga (Stress):** Resistencia de un metal o material a la tensión bajo carga dinámica o cíclica.

**Modulo de Elasticidad (Modulus of Elasticity):** La relación de fatiga a deformación. Entre mas alto el modulo de elasticidad, mas fuerte el metal.

**Región Elástica (Elastic Region):** Donde la fatiga esta directamente relacionada con la deformación y el metal regresa a su forma original al quitar la carga.

**Región Plástica (Plastic Region):** La región donde el metal deformado ya no regresa a su forma original.

**Limite Elástico (Yield Strength):** El limite de comportamiento elástico del metal.

**Endurecimiento por Deformación (Strain Hardening):** La habilidad de un metal de aumentar su resistencia debido a deformación plástica.

**Dureza (Hardness):** La resistencia de un metal a la deformación plástica; para medir la dureza se utilizan los procedimientos Brinell, Vickers y Rockwell.

**Elongación por Doble (Bend Elongation):** Es la separación entre marcas al doblar una probeta en un arco de 180°

**Impacto (Toughness):** La habilidad de un metal para resistir la fractura al aplicar una carga bajo condiciones desfavorables de absorción de energía y deformación plástica.

**Temperatura de Transición de Energía (Energy Transition Temperature):** La temperatura a la cual el tipo de fractura de un metal cambia de Dúctil a Frágil.

**Fractura (Fracture):** La ruptura o separación de un metal en dos o mas partes. Hay dos tipos de fractura: Por esfuerzo cortante y Fractura Fragilizada; en la primera se nota una deformación plástica antes de la fractura y en la segunda esa deformación plástica no ocurre u ocurre en grado mínimo. La fractura por esfuerzo cortante tiene una apariencia sedosa o fibrosa, mientras que la fractura fragilizada tiene una apariencia granular o cristalina.

## **Propiedades Físicas**

**Densidad (Density):** Relación Peso / volumen.

**Conductividad Térmica (Thermal Conductivity):** La relación de comportamiento en como se transmite el calor en la masa metálica.

**Coefficiente de Expansión (Coefficient of Expansion):** La relación de cambio dimensional de un metal sujeto a cambio de temperatura.

## Propiedades Corrosivas

Las propiedades corrosivas de un metal determinan el grado de ataque por reacción química o electroquímica del medio que lo rodea. Debido a que la resistencia a la corrosión es muy importante al planear el servicio de una estructura soldada, es necesario conocer que aleaciones son resistentes a los distintos ataques corrosivos. Es importante hacer notar que el metal de soldadura, el metal base y la zona de calor afectada por el calor (HAZ) pueden comportarse de manera muy particular cada una en un medio de corrosivo determinado.

### Efecto de algunos de los elementos de aleación en los aceros.

**Carbón (C):** Es el elemento de aleación más efectivo, eficiente y de bajo costo. En aceros enfriados lentamente, el carbón forma carburo de hierro y cementita, la cual con la ferrita forma perlita. Cuando el acero se enfría más rápidamente, el acero al carbón muestra endurecimiento superficial. El carbón es el elemento responsable por la alta dureza y alta resistencia del acero.

**Manganeso (Mn):** Esta presente en casi todas las aleaciones de acero y constituye uno de sus elementos indispensables. El Manganeso es un formador de austenita y al combinarse con azufre previene la formación de sulfuro de hierro en los bordes del grano, el cual es altamente perjudicial durante el proceso de laminación. El Manganeso se usa para desoxidar y aumentar la capacidad de endurecimiento del acero.

**Silicio (Si):** Es un formador de ferrita y se usa para desoxidar, también aumenta la capacidad de endurecimiento mejorando las propiedades mecánicas del acero.

**Cromo (Cr):** Es un formador de ferrita y aumenta la profundidad de endurecimiento; también aumenta la resistencia a altas temperaturas y a la corrosión. El Cromo es un elemento principal de aleación en aceros inoxidable y debido a su capacidad de formar carburos se utiliza en revestimientos o recubrimientos duros de gran resistencia al desgaste.

**Níquel (Ni):** Es el principal formador de austenita, este elemento aumenta la tenacidad y resistencia al impacto, por eso es el elemento más efectivo para mejorar la resistencia del acero a las bajas temperaturas. El níquel también se utiliza en los aceros inoxidables para aumentar la resistencia a la corrosión. El níquel presenta propiedades únicas para soldar Hierros Colados.

**Molibdeno (Mo):** Aumenta fuertemente la profundidad de endurecimiento del acero, así como su resistencia al impacto, por eso es el elemento más efectivo para mejorar la resistencia del acero a las bajas temperaturas, reduciendo, además, la pérdida de resistencia por templeado. Los aceros inoxidables austeníticos contienen molibdeno para mejorar la resistencia a la corrosión.

**Vanadio (V):** Promueve la formación de grano pequeño y reduce la pérdida de resistencia durante el templado; además, aumenta la capacidad de endurecimiento, también es un formador de carburos que imparten resistencia al desgaste en aceros herramientas.

**Cobre (Cu):** Mejora la resistencia a la corrosión de aceros al carbón.

**Fósforo (P):** Se considera un elemento perjudicial en los aceros, ya que reduce la ductilidad y la resistencia al impacto. Sin embargo, en algunos aceros se agrega deliberadamente para aumentar su resistencia a la tensión y mejorar la maquinabilidad.

**Azufre (S):** También se considera como elemento perjudicial en las aleaciones de acero. Sin embargo, en ocasiones se agrega hasta 0.25% de azufre para mejorar la maquinabilidad. Los aceros altos en azufre son difíciles de soldar y en su presencia en la soldadura genera porosidad.

**Boro (B):** Se utiliza básicamente para aumentar la capacidad de endurecimiento cuando el acero está totalmente desoxidado. Una pequeña cantidad de boro, (0.001%) tiene un efecto marcado en el endurecimiento del acero, el boro también se combina con el carbón para formar carburos que imparten al acero características de revestimiento duro.

**Columbio (Nb) (Ta):** Se utiliza básicamente en aceros inoxidables austeníticos con el objeto de estabilizar los carburos. Debido a que el carbón disminuye la resistencia anticorrosiva en los inoxidables al agregar Columbio, el cual tiene mayor afinidad con el carbón que el cromo, este queda libre para cumplir con su función anticorrosiva.

**Titanio (Ti):** También se utiliza para estabilizar y desoxidar acero. Sin embargo, pocas veces se usa en soldadura, ya que el metal de soldadura no se transfiere eficientemente.

**Tungsteno (W):** Se utiliza para impartir gran resistencia a alta temperatura. El Tungsteno también forma carburos los cuales son excepcionalmente duros, impartiendo al acero una gran resistencia al desgaste para aplicaciones de revestimiento duro o en acero herramienta.

**Cobalto (Co):** Es un elemento poco común en los aceros, ya que disminuye la capacidad de endurecimiento. Sin embargo, este elemento encuentra su uso en aplicaciones donde se requiere un revestimiento duro para servicio a alta temperatura, ya que produce una gran cantidad de solución sólida endurecedora cuando se disuelve en ferrita o austenita.

**Plomo (Pb):** Es un ejemplo de elemento casi insoluble en Hierro. Se agrega plomo a muchos tipos de acero para mejorar la maquinabilidad.

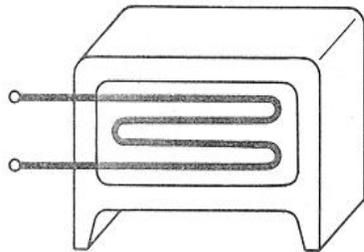
**Nitrógeno (N):** Se agrega en ocasiones al acero para promover la formación de austenita. También puede agregarse a aceros inoxidables para reducir la cantidad de Níquel. El Nitrógeno afecta las propiedades mecánicas del acero.

**Aluminio (Al):** Se usa principalmente como desoxidante en la elaboración de acero. El Aluminio también aminora el crecimiento del grano al formar óxidos dispersados y nitruros

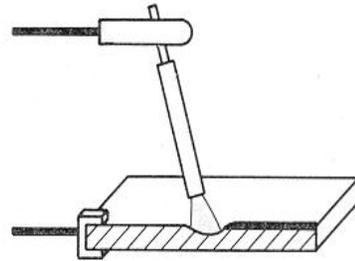
# UNIDAD II. FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD

## EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA

### EFFECTO TERMICO

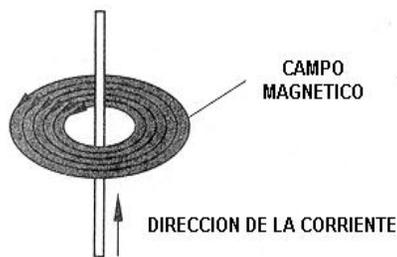


CALENTAMIENTO POR RESISTENCIA



ARCO ELECTRICO

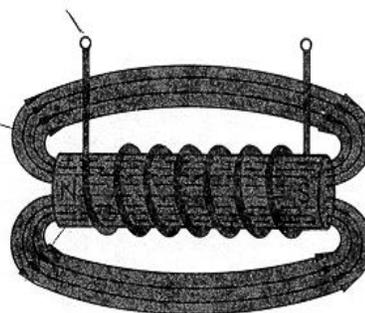
### EFFECTO MAGNETICO



CONDUCTOR DE CORRIENTE

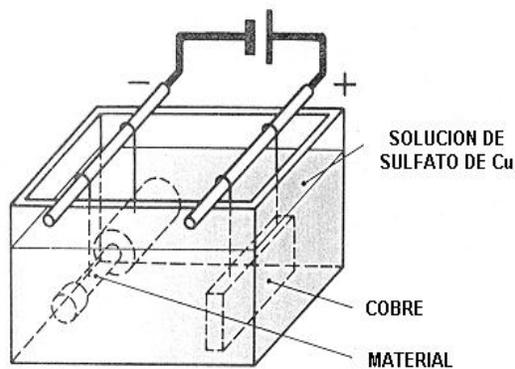
CAMPO  
MAGNETICO

DIRECCION DE LA CORRIENTE

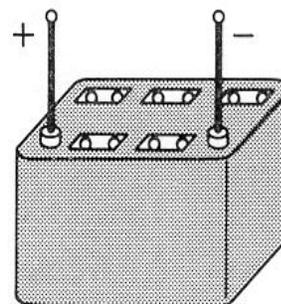


ELECTROIMAN

### EFFECTO QUIMICO



BAÑO GALVANICO



ACUMULADOR

Figura 2.1 Efectos de la corriente electrica

## 2.1 Efecto de la corriente eléctrica

No existe casi sector alguno en la vida pública o privada que no esté ampliamente electrificado: éste rige también para la actual técnica de soldadura. Las máquinas de soldar reciben su energía eléctrica de las redes públicas o de grupos generadores accionados por motores Diesel u otro (obras sin suministro de corriente). Los equipos eléctricos pequeños pueden operarse también con corriente de baterías o acumuladores.

En la aplicación práctica de la electrotecnia, la corriente puede presentarse o convertirse en diversas formas de energía.

a). **Efecto Calorífico**

La forma más sencilla de conversión de corriente en calor la encontramos en equipos de calefacción eléctricos, por ej: hornos calefactores, hervidor sumergible, calentador de agua, horno de fundición, horno de recocado, horno de templado, horno de arco eléctrico.

b). **Efecto Iluminoso**

Para fines de iluminación se convierte la corriente en calor y luz, mediante lámparas incandescentes, lámparas fluorescentes, arco eléctrico.

c). **Efecto Magnético**

En todo conductor atravesado por una corriente eléctrica se forma un campo magnético. Las fuerzas originadas de esta forma se aprovechan en motores, imanes elevadores, generadores.

d). **Efecto Químico:**

En efecto químico de la corriente eléctrica se aproveche en la galvanotecnica, en las baterías y acumuladores.

e). **Efecto Termoeléctrico**

Para fines de medición se utiliza la generación de un voltaje termoeléctrico.

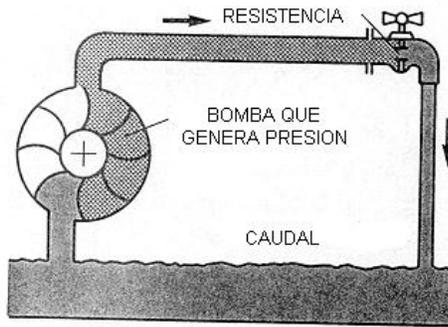
## 2.2 Fundamentos del circuito eléctrico

Por lo general, la instalación completa de un circuito eléctrico es una unión interrumpida de materiales conductores de la electricidad (conductores de cobre).en estos circuitos se intercalan consumidores de mayor resistencia. En la soldadura eléctrica, el arco se presenta como fenómeno luminoso muy brillante entre el electrodo y la pieza de trabajo. El arco surge debido a que el aire, que se vuelve conductor mediante la formación de partículas cargadas eléctricamente, se calienta fuertemente por el efecto de la corriente eléctrica. La formación de partículas cargadas eléctricamente mediante la aplicación de energía se denomina ionización.

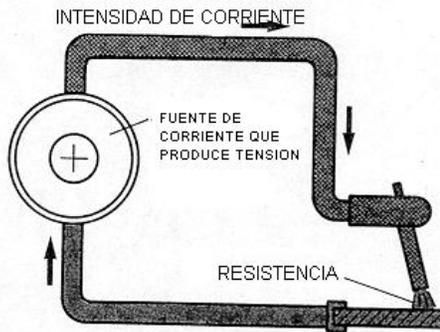
# FUNDAMENTO DE ELECTRICIDAD

## EL CIRCUITO

COMPARACION CIRCUITO DE AGUA



CIRCUITO ELECTRICO



DENOMINACION EN EL CIRCUITO		SIMBOLOS	UNIDAD
DENOMINACION			
PRESION	TENSION	—	Voltios
CAUDAL	INTENSIDAD DE CORRIENTE	—	Amperios
RESISTENCIA A LA CIRCULACION	RESISTENCIA ELECTRICA	—	Ohmios

Figura 2.2 analogía de un circuito hidráulico y uno eléctrico

## LA LEY DE OHM

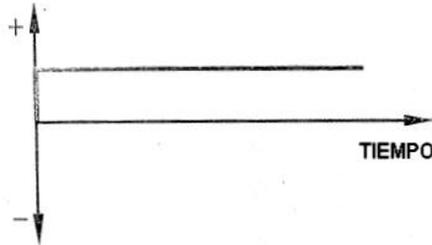
$$\text{INTENSIDAD DE CORRIENTE} = \frac{\text{TENSIÓN}}{\text{RESISTENCIA}}$$

$$I = V/R$$

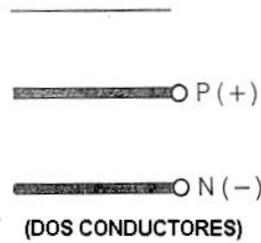
FUNDAMENTOS DE ELCTRICIDAD

TIPOS DE CORRIENTE

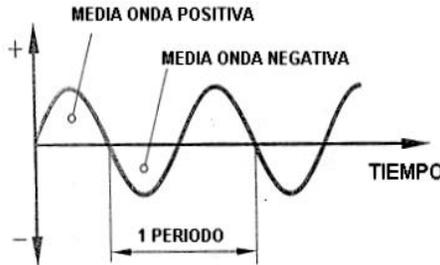
CORRIENTE CONTINUA (G, -)



DIRECCION DE LA CORRIENTE



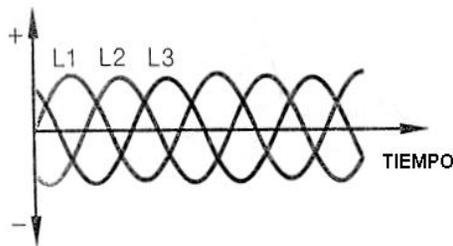
CORRIENTE ALTERNA (W, ~)



DIRECCION DE LA CORRIENTE



CORRIENTE TRIFASICA (D, 3~)



TRES CORRIENTES ALTERNAS

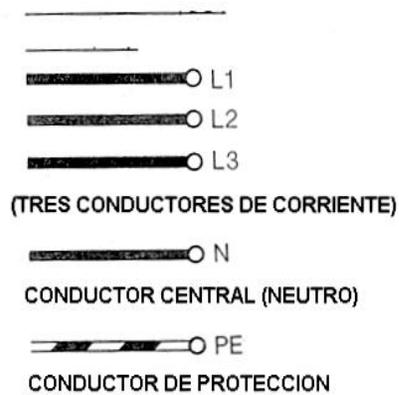


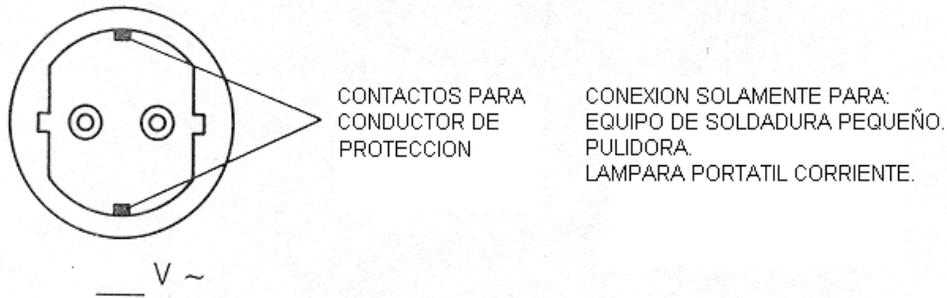
Figura 2.3 Tipos de corriente eléctrica

Corriente continúa

La batería del auto, por ej., suministra corriente continua pura. Por lo tanto, la misma tiene también un polo positivo y uno negativo. Lamentablemente, la transmisión de corriente continua a grandes distancias de lugar a pérdidas considerables además, su voltaje no se puede transformar.

Debido a que el transformador de soldadura es más económico en cuanto a su adquisición y operación, no requiriendo prácticamente mantenimiento, frecuentemente prescindimos de las ventajas de la corriente continua.

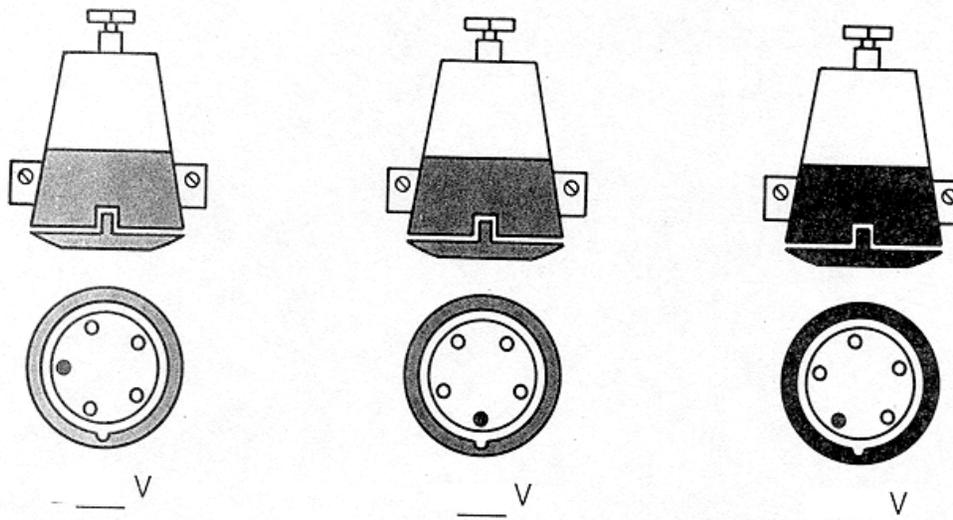
### CONEXION A LA RED DEL EQUIPO DE SOLDADURA



PROHIBIDO ENCHUFE INTERMEDIO MULTIPLE!  
NO OBSTANTE UTILIZAR ENCHUFES DE MESA O SEMEJANTES.

### ENCHUFES PARA CORRIENTE TRIFASICA

Enchufe para corriente trifásica con sistema de cinco conductores



La sección transversal del conductor y la corriente nominal del enchufe determinen el cortacircuito admisible.

Unicamente el \_\_\_\_\_ debe conectar enchufe (hembra y macho) a la red.

Figura 2.4 Tipos de enchufes para equipos de soldadura

## Conexión a la Red

Al escuchar la palabra “Electricidad” se piensa también frecuentemente en el peligro que suponen los equipos eléctricos. La Electricidad puede resultar nociva y hasta mortal para las personas y animales. Por lo tanto, la energía eléctrica tiene que transportarse sin peligros hasta el lugar de aplicación. Los conductores tienen que tener capacidad para soportar las cargas.

Los diferentes circuitos requieren dispositivos de protección, tales como elementos de protección contra sobrecorriente, fusibles e interruptores automáticos.

El tipo y las dimensiones de los dispositivos de enchufe dependen de la potencia de conexión y de las condiciones de servicio del equipo portátil.

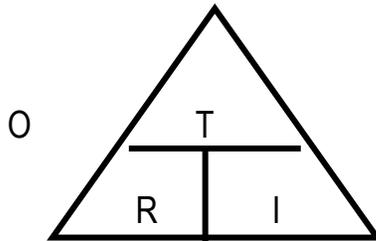
Todos estos dispositivos deberán satisfacer las precisas disposiciones en todos los países.

Los conductores y los dispositivos de enchufe se identifican mediante colores.

Los dispositivos de enchufe solamente deberán hacer juego en forma inconfundible para la misma clase de corriente y voltaje. De esta forma se evita el peligro para las personas y deterioros de equipos. Todos los tomacorrientes deberán contar con un contacto de protección. En el contacto de protección se conecta el conductor amarillo/verde. Los equipos pequeños conectar en el tomacorriente con contacto de protección.

### ***LÍNEA CARACTERÍSTICA DEL ARCO VOLTAICO***

$$T = R \cdot I$$



Por ejemplo:  **$R = 0,2 \Omega$**

Teniendo un valor determinado para la Resistencia y variando la corriente se puede calcular T:

$$T = R \cdot I$$

$$T = 0,2 \cdot 100 = \_ \text{ Voltios.}$$

$$T = 0,2 \cdot 200 = \_ \text{ Voltios.}$$

$$T = 0,2 \cdot 300 = \_ \text{ Voltios.}$$

## DIAGRAMA T – I

El ejemplo para  $R = 0,2 \Omega$  permite representar el diagrama T –I :

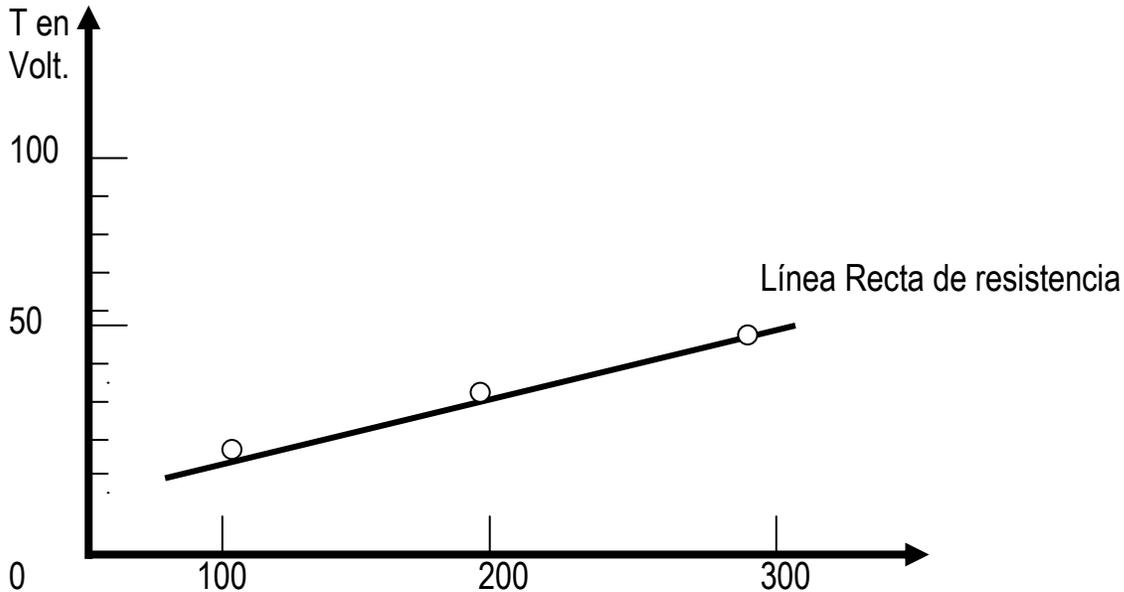


Figura 2.5 Diagrama Tensión Corriente, la resistencia se presenta como una línea recta. La línea recta de Resistencia.

## Ley de Ohm

Al conectar un “consumidor” a una fuente de voltaje se obtienen un circuito. La magnitud de la corriente depende del voltaje. El amperaje es tanto mayor cuanto mayor se elija el voltaje. Al hacerlo, la resistencia tiene que permanecer constante. Un voltaje más alto significa un mayor exceso de electrones en el polo negativo y una mayor falta de electrones en el polo positivo.

Con ello, la tendencia de los electrones a la igualación es mayor. Así es fácil de comprender que la corriente también aumente. Un voltaje tres veces mayor origina una corriente tres veces mayor.

Por lo tanto, el amperaje  $I$  es proporcional al voltaje  $T$

$$I \sim T$$

La fórmula de esta relación es

$$I = G \cdot T$$

$G$  es una corriente, un factor de proporcionalidad.

Sin embargo,  $G$  no es otra cosa que la conductibilidad eléctrica. Pero esta es la inversa de la resistencia. Por lo tanto, podemos escribir.

$$I = 1/R \cdot T \text{ o bien } I = T/R$$

Esta relación se denomina Ley de Ohm. En general, la Ley de Ohm dice:

En un circuito cerrado, el amperaje  $I$  es proporcional al voltaje  $T$ , siempre que la resistencia o conductividad existente en este circuito no cambie de valor.

La ley de Ohm expresa la relación entre amperaje, voltaje y resistencia en un circuito.

Si se conocen dos de las tres magnitudes (amperaje, voltaje y resistencia), entonces se puede calcular la tercera.

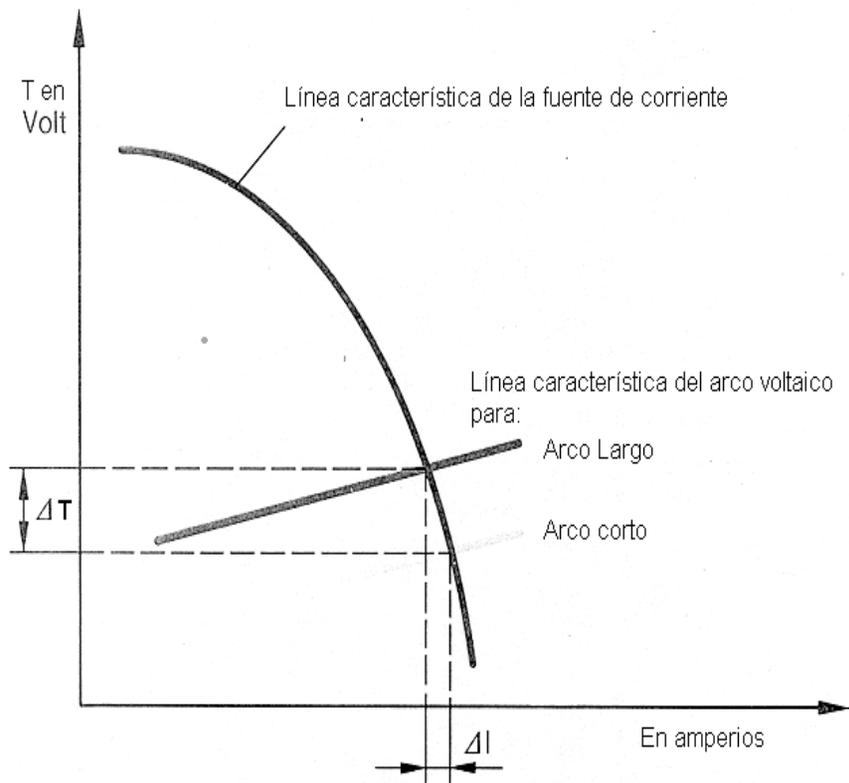
La ley de Ohm se aplica en tres formas.

$$I = T/R \qquad T = I.R$$

Las relaciones entre voltaje y amperaje con resistencia constante se puede representar también gráficamente en el diagrama  $T - I$ . la resistencia se representa como línea recta, como “recta de resistencia”. En la soldadura, el arco representa una resistencia que varía al variar la longitud del arco. Con arco largo, la línea característica “se desplaza” hacia arriba; con arco corto, hacia abajo.

## LINEA CARACTERISTICA DE LAS FUENTES DE CORRIENTE ELECTRICA

Línea Característica \_\_\_\_\_

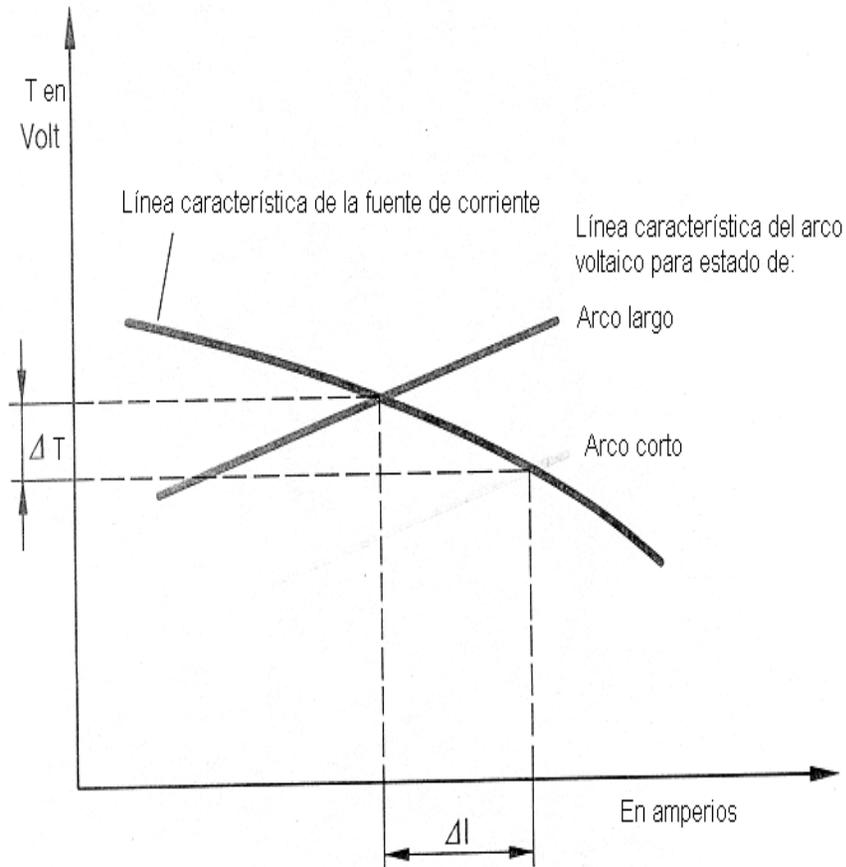


Para la soldadura eléctrica con electrodo revstido se utilizan fuentes de corriente eléctrica con curva característica de pendiente descendente (caída fuerte).  
Ventaja: Para estado de arco corto o largo la intensidad de corriente tiene \_\_\_\_\_ variación.

Figura 2.6 Línea característica de las fuentes de corriente eléctrica

## LINEA CARACTERÍSTICA DE LAS FUENTES DE CORRIENTE

Línea característica \_\_\_\_\_



Para la soldadura de arco metálico y gas protector (GMAW) se utiliza fuentes de corrientes con línea característica de débil caída.

VENTAJA: Para estado de arco corto o largo la variación de la corriente es \_\_\_\_\_ a través de lo cual la misma máquina de soldadura regula la longitud del arco (Regulación Interna).

Figura 2.7 Línea característica de las fuentes de corriente eléctrica para arco corto

## **Curvas características de corriente**

A las fuentes de corriente para soldadura hay que presentar una serie de requerimientos, por Ej.:

1. Ajuste de corriente en pasos finos
2. Voltaje de vacío suficientemente alto para cebado del arco, a prueba de cortocircuito
3. Reacción rápida a los cambios en el arco, es decir, adaptación sin inercia a los valores de soldadura ajustados al variar el arco.

Los equipos para soldadura eléctrica manual deberán tener una curva característica de fuerte caída (aclaración de voltaje en vacío y longitud del arco en el diagrama de curva característica)

En la soldadura manual no se puede evitar un cambio continuo de la longitud del arco. Si un equipo posee una curva característica de fuerte caída, la variación del amperaje  $\Delta I$  es escasa, mientras que la del voltaje es grande.

En la soldadura metálica con gas protector se emplean equipos con curva característica de débil caída (curva característica “constante”). Con avance constante del alambre, el amperaje varía fuertemente al variar la longitud del arco. Restableciéndose con ello la longitud original del arco.

## **Transformador de soldadura**

El transformador de soldadura es de constitución más sencilla que el convertidor. Esencialmente no es otra cosa que un núcleo de hierro con dos bobinados, es decir, un equipo estático que no incluye partes giratorias. Con ello, el mantenimiento es también muy sencillo. Un transformador está conectado cuando se le ha embornado a la red.

## FUENTES DE CORRIENTE PARA LA SOLDADURA

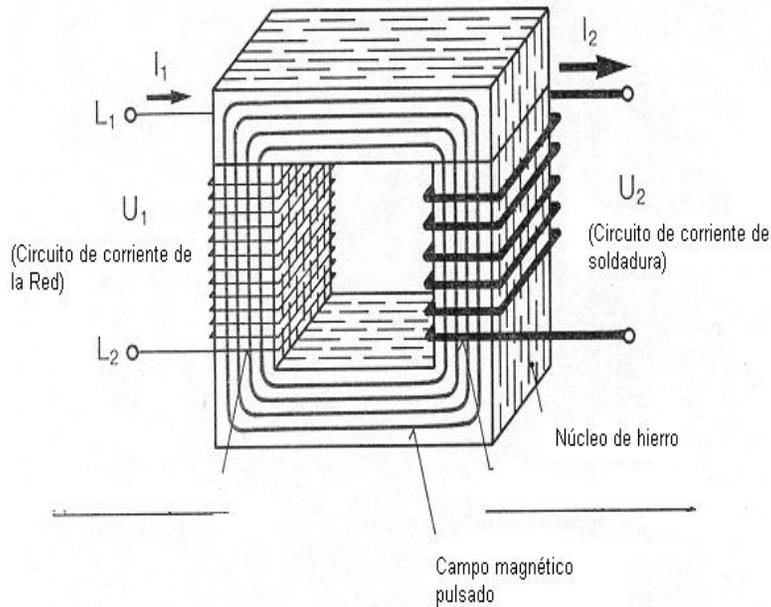
### TIPOS:

Transformador de soldadura		_____
Rectificador de soldadura	Suministra	_____
Convertidor		_____

### CONDICIONES GENERALES

- Baja tensión de soldadura (15 hasta 100 volt)
- Alta corriente de soldadura (15 hasta 400 amp)
- Corriente de soldadura regulable
- Circuito de corriente a prueba de cortocircuito
- La pequeña variación de la corriente durante la soldadura.

### PRINCIPIO DEL TRANSFORMADOR



El transformador de soldadura suministra corriente alterna.

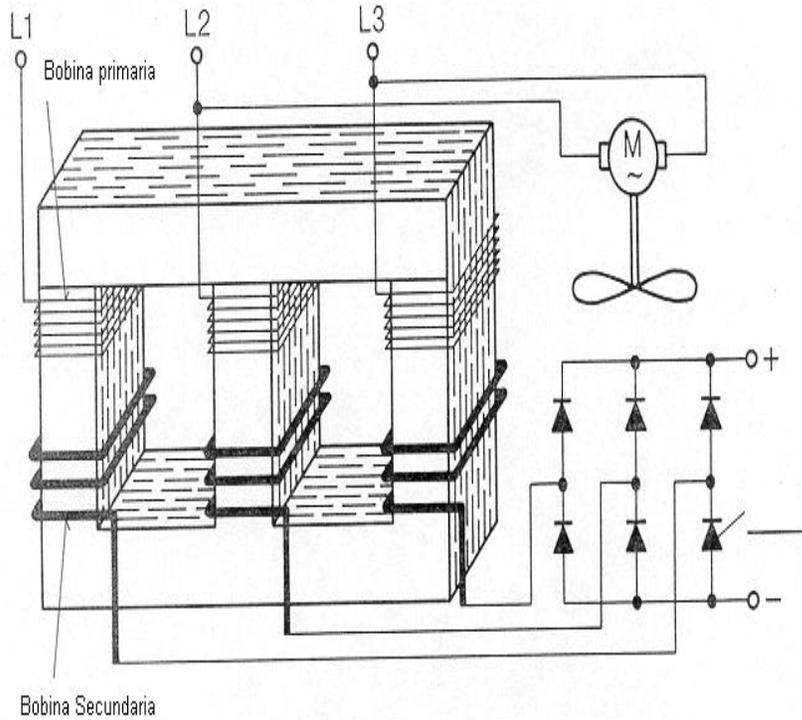
Símbolo del Equipo: 

Figura 2.8 Principio del transformador de corriente

### Rectificador de soldadura

El rectificador de soldadura pertenece al grupo de los transformadores. Consta de un transformador y de un rectificador intercalado en el circuito secundario. Los elementos del rectificador tienen la propiedad de dejar pasar la corriente solamente en un sentido, oponiéndose una gran resistencia en el otro. Por lo tanto, el rectificador de soldadura convierte la corriente alterna en corriente continua

PRINCIPIO DEL RECTIFICADOR DE SOLDADURA



TRANSFORMADOR

RECTIFICADOR CON VENTILADOR

El rectificador de corriente \_\_\_\_\_

El diodo se puede entender como valvula eléctrica de retención.

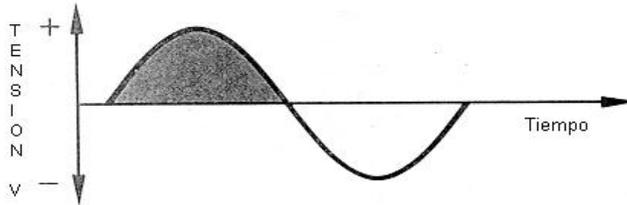
El rectificador produce \_\_\_\_\_

SIMBOLO:

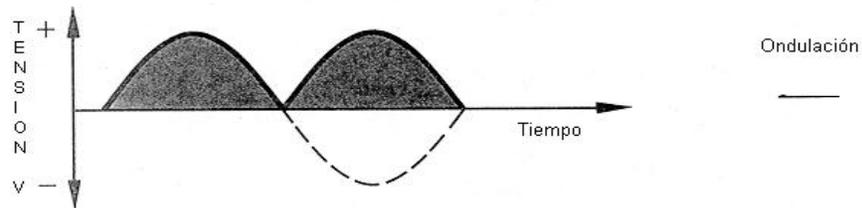
Figura 2.9 Principio del rectificador de soldadura

## EL PRINCIPIO DE LA RECTIFICACION DE LA CORRIENTE ALTERNA Y TRIFASICA

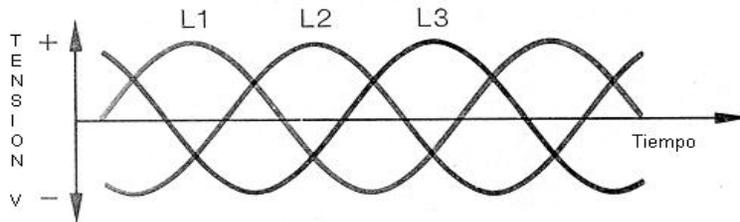
CORRIENTE ALTERNA



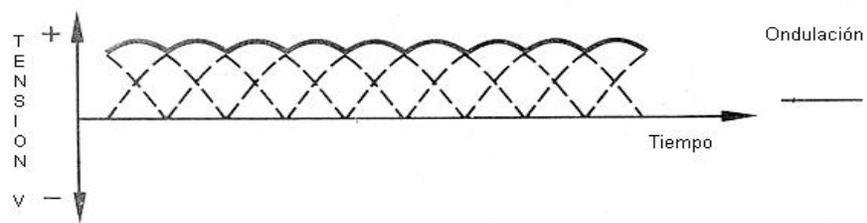
CORRIENTE CONTINUA DE CORRIENTE ALTERNA



CORRIENTE TRIFASICA



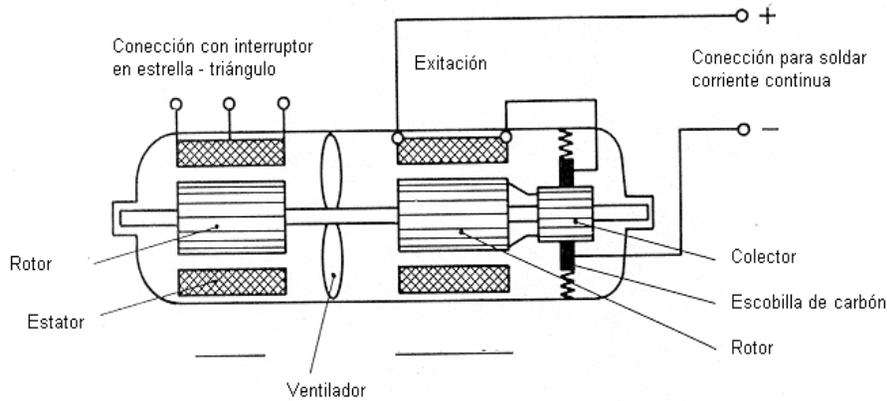
CORRIENTE CONTINUA DE CORRIENTE TRIFASICA



La ondulación \_\_\_\_\_

Figura 2.10 El principio de la rectificación de la corriente

## PRINCIPIO DEL GENERADOR DE SOLDADURA



El interruptor estrella - triángulo ( , ) tiene \_\_\_\_\_  
 Para el arranque \_\_\_\_\_

Grupo de Soldadura:

El motor de accionamiento no es motor eléctrico sino por ejemplo motor Otto o Diesel.

El generador de soldadura e el grupo de soldadura producen corriente continua.

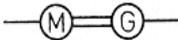
Símbolo: 

Figura 2.11 Principio del generador de soldadura

### Convertidor de Soldadura

El convertidor o generador produce él mismo la corriente de soldadura (corriente continua), mientras que el transformador solamente cambia el voltaje de la corriente de red existente (corriente alterna). El convertidor es un grupo compuesto de máquina de accionamiento y dinamo.

Generalmente se emplea el motor trifásico como máquina de accionamiento. Sin embargo, también se pueden utilizar otros accionamientos, por ej. motor de gasolina o motor Diesel.

Las máquinas accionadas por motores de combustión se utilizan principalmente en obras (construcción de tuberías).

Al efectuar la conexión a la red se deberá observar que el sentido de giro es el correcto, que se indica siempre en el cuerpo de la máquina mediante una flecha.

Los convertidores requieren un cierto mantenimiento. Semanalmente se deberá soplar el bobinado con aire comprimido seco y controlar la lubricación de los cojinetes.

## PLACA INDICADORA DEL FABRICANTE DEL EQUIPO

### PLACA INDICADORA DE POTENCIA - VALORES CARACTERISTICOS PARA SOLDAR

Símbolo para la curva característica de las fuentes de corriente

Símbolo para el procedimiento de soldadura1)

Número de fases

Distinto para  
 ~ corriente alterna  
 — Corriente continua

Frecuencia

Mínima y máxima tensión de marcha en vacío

Margen de regulación

Curva característica con pendiente fuerte

Curva característica descendente plana  
 (Curva característica con tensión constante)

Fabricante y dado el caso la marca

W: Transformador	~ ○ ○ ~	Norm: VDE 0541
Typ: T47 K511		Nr.:

Soldadura 80 A/23 V . . . 420 A/37 V

X	35 %	60 %	100 %
I <sub>2</sub>	420 A	350 A	270 A
U <sub>2</sub>	37 V	34 V	31 V

Entrada

1 ~ 50 Hz	220 V	I <sub>1</sub>	121 A	91 A	68 A
n /min	380 V	I <sub>1</sub>	71 A	53 A	40 A
P <sub>max</sub> kW	V	I <sub>1</sub>	A	A	A

Funcionamiento de la máquina para soldar y además respectivamente la corriente permitida con la tensión de trabajo normalizada para efecto.

Se pueden hacer otras indicaciones adicionales.

Figura 2.12 Interpretación de la placa indicadora del fabricante del equipote soldadura

Toda fuente de corriente para soldadura lleva una placa de característica. Esta incluye datos importantes para el soldador y para el electricista que va a conectar la máquina a la red.

Datos para el soldador:

Clase de corriente con la que se acciona la máquina de soldar, por ej. corriente trifásica o corriente alterna.

Clase de fuente de corriente, es decir, clase de la máquina de soldar, por ej. transformador, rectificador o convertidor.

La clase de construcción se identifica adicionalmente mediante el símbolo.

Datos para el Electricista:

Identificación de la clase de corriente con que se opera el equipo de soldadura, por ej.

Corriente alterna.

Indicación de las fases para conexión del equipo de soldadura a la red, así como frecuencia de la red.

Datos de voltaje y de amperaje deberán tenerse en cuenta para la conexión y protección.

Los trabajos de conexión a la red deberán ser realizados solamente por un técnico electricista.

Aparte de la clase de construcción es la máquina de soldar y de los datos para el electricista se deberán observar aún otros datos, los cuales juegan un papel importante durante la operación de la máquina, por ej.

Datos sobre el procedimiento de soldadura para el que se construyó la máquina, por ej. soldadura eléctrica manual, soldadura WIG, soldadura MIG/MAG y soldadura UP, que se identifican mediante símbolos.

El comportamiento de características de la máquina se representa también mediante un símbolo por ej.

Al soldar con electrodos de diferente diámetro en diferentes posiciones se requieren diferentes ajustes de la corriente. El margen de ajuste se indica en la placa de característica, así como el voltaje en vacío máximo y mínimo. Este es el voltaje en vacío entre los bornes de conexión.

## **2.3 Fuentes de Corriente para Soldadura**

### **Clases de Operación en Soldadura**

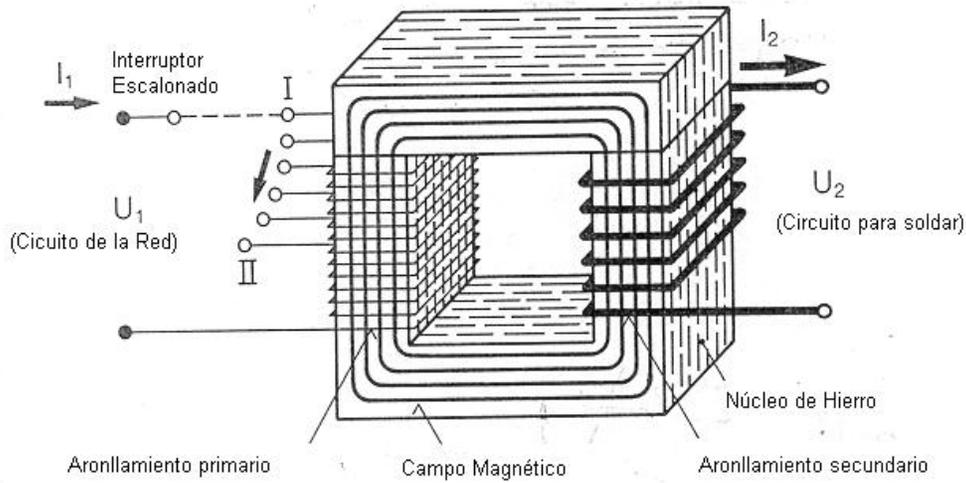
En lo que respecta al tiempo de trabajo, los equipos de soldadura se operan en forma diferente. Los equipos de soldadura automática se deberán poder emplear en servicio permanente (DB), es decir, la máquina se somete durante períodos prolongados al amperaje máximo. Esto se designa como periodo de conexión (ED) al 100%. Por lo tanto, cuando las máquinas construidas para la soldadura manual se emplean con 100% ED se deberán operar solamente con amperaje más bajo (por ej. 270 A). Si la misma máquina se emplea en servicio de soldadura manual nominal (Nenn HSB), el amperaje puede fijarse a un valor más alto (por ej. 350 A). En la soldadura manual nominal se cuenta con un periodo de conexión del 60%, es decir, durante el 40% del tiempo de utilización de hay arco, con lo que la máquina puede enfriar. En la soldadura manual (HSB) se cuenta solamente con un período de conexión del 35%.

En esta clase de operación, la máquina puede someterse a un amperaje de hasta por ej. 425 A.

El periodo de carga, más el periodo de pausa se designa como periodo de juego. Para el periodo de juego se cuenta con un tiempo de 5 minutos, del que se calcula el periodo de carga y el periodo de pausa, según el periodo de conexión requerido.

**TRANSFORMADOR DE SOLDADURA - REGULACION DE LA CORRIENTE PARA SOLDAR**

REGULACION MEDIANTE INTERRUPTOR ESCALONADO



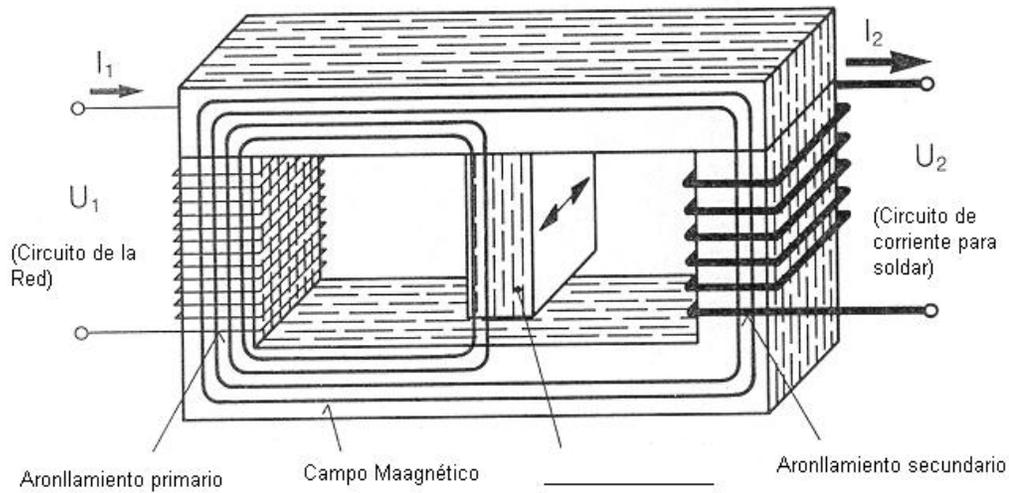
Mediante la derivación del aronllamiento primario:

---



---

REGULACION MEDIANTE NUCLEO DE DISPERSION



Mediante: \_\_\_\_\_

---



---

Figura 2.13 Regulación de la corriente para soldar

## **Control de la corriente de soldadura en el transformador**

Los transformadores para soldadura varían solamente el voltaje de una corriente alterna. No generan una nueva clase de corriente, como en el caso del convertidor de soldadura. El convertidor de soldadura consta de un núcleo de hierro formado por paquetes de chapas. Alrededor del núcleo de hierro se han devanado dos bobinados.

El bobinado delgado de entrada con corriente de red  
El bobinado grueso de salida con corriente de soldadura

Para el control del amperaje de soldadura se utilizan 2 sistemas:

1. Control mediante interruptor escalonado

Aquí se efectúa la derivación del bobinado primario en diferentes puntos, es decir, la longitud del bobinado de entrada puede variarse mediante un interruptor

Escalonado. De esta manera resultan diferentes factores de transformación.

2. Control mediante núcleo de dispersión

En este sistema, el flujo magnético en el núcleo de hierro se varia, mediante un núcleo de hierro se puede variar el flujo magnético en la zona del bobinado secundario, con lo cual se obtiene un amperaje de soldadura variable sin pasos.

### **Fuentes de corriente para soldadura** **Voltaje en vacío Voltaje de trabajo**

En la técnica de soldadura, los conceptos de corrientes y voltaje se completan frecuentemente con datos adicionales, los cuales requieren aclaración.

Voltaje de vacío	Voltaje entre los bornes de conexión en vacío, cuando no hay arco. Es el voltaje máximo que se produce.
Voltaje de trabajo	Voltaje durante la soldadura, Cuando hay arco.
Voltaje de cortocircuito	Voltaje al tocar la pieza con el electrodo (para cebar el arco).
Voltaje de cebado	El voltaje necesario para el cebado del arco.
Voltaje del arco	Voltaje entre el electrodo y la pieza cuando hay arco.

Amperaje de cortocircuito

Amperaje que se produce al tocar la pieza con El electrodo.

Corriente de soldadura Amperaje en el circuito de soldadura cuando hay arco.

Un arco es un corto de aire o de gas, a través del cual fluye la corriente eléctrica. Se dice también que el arco es un conductor eléctrico móvil, ya que el tramo del arco en aire o gas no es rígido como el conductor eléctrico. Al soldar, especialmente en la soldadura manual, la variación de la longitud del arco es inevitable. Dentro de ciertos límites, la fuente de corriente se adapta al arco variable, variando el voltaje de trabajo al variar ligeramente el amperaje.

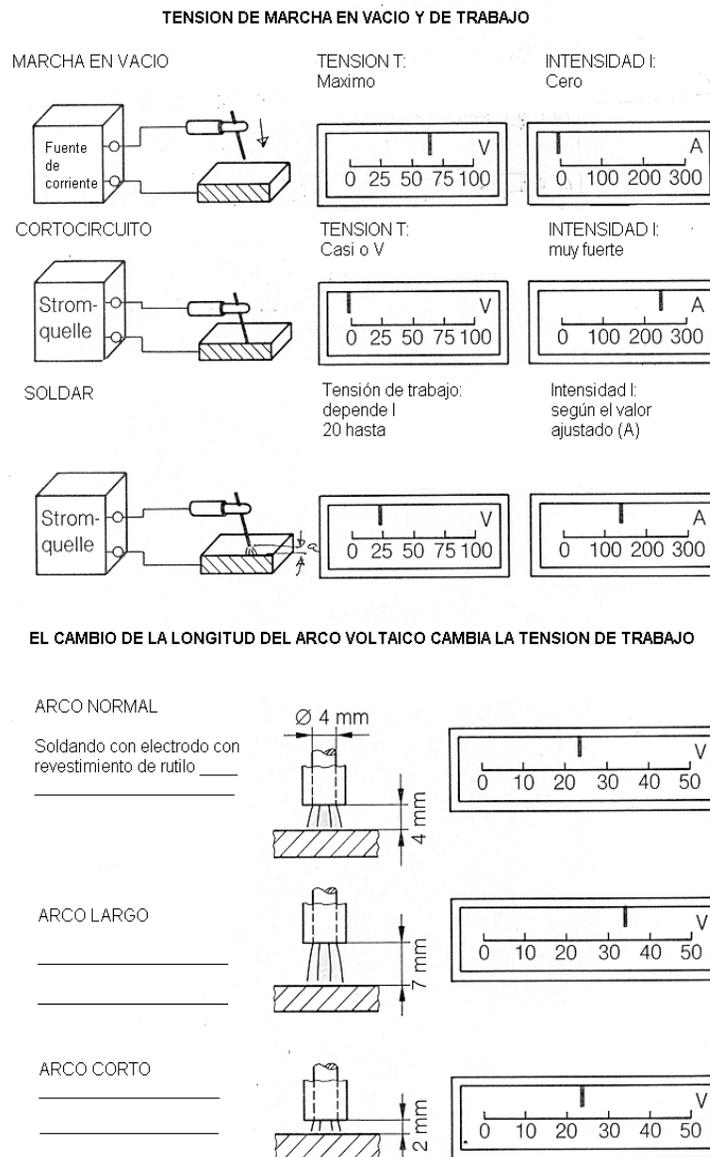


Figura 2.14 Tensión de marcha, en vacío y de trabajo

## 2.4 Accesorios para soldar – Mantenimiento

No solamente el voltaje de red, sino también el voltaje para soldadura, que se considera incorrectamente como no peligroso, puede ocasionar accidentes mortales.

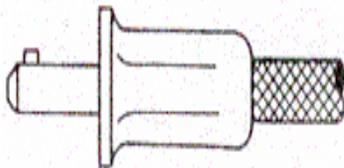
De aquí se desprende por qué en e circuito de soldadura hay que prestar también tanta atención a que el aislamiento sea perfecto. Si se descubre un deterioro en el aislamiento, el soldador deberá encargarse inmediatamente del repuesto o de la reparación de la parte deteriorada. La cinta aisladora normal no es adecuada.

Las partes deterioradas de material aislante de las pinzas y sopletes deberán sustituirse inmediatamente por partes en perfecto estado.

Para su propia seguridad, el soldador deberá prestar continuamente atención a los fallos de aislamiento en su equipo de soldadura.

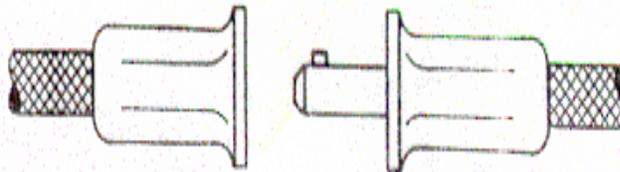
Figura 2.15 ACCESORIOS DE SOLDADURA – EXIGENCIAS Y MANTENIMIENTO

### CONEXIÓN DE LOS CABLES PARA SOLDAR



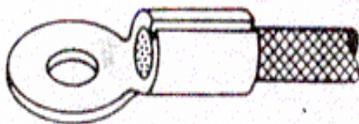
Enchufe

### ALARGAMIENTO

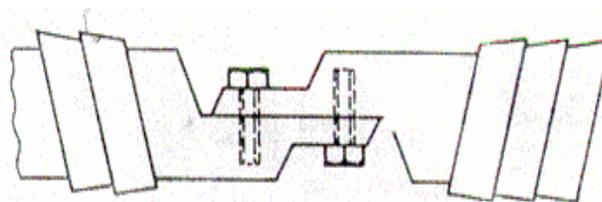


Acoplamiento

Enchufe



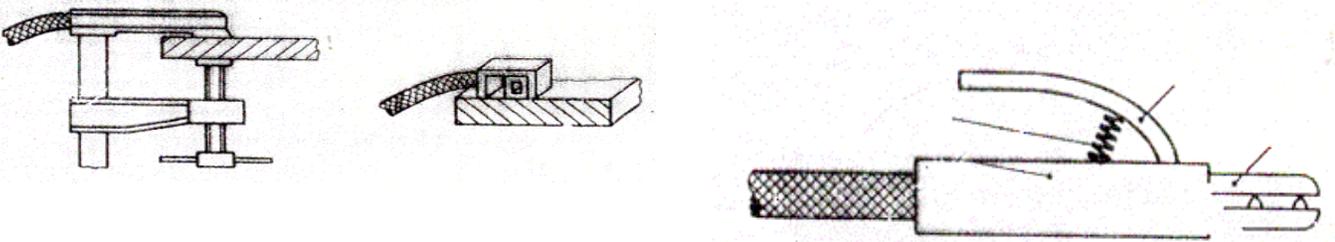
Termina



Terminal

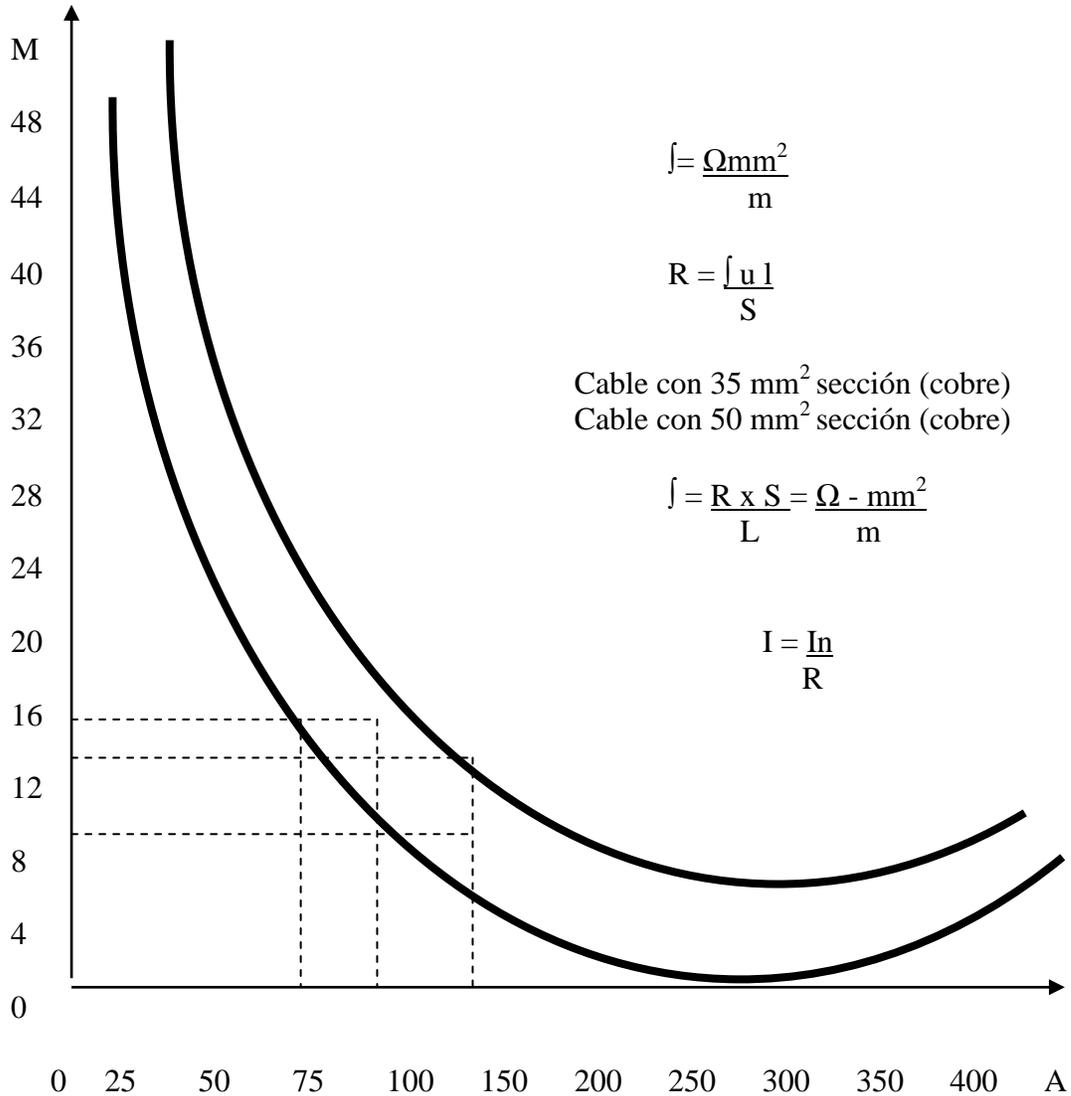
### CONEXIÓN DE LOS CABLES A LA PIEZA

PORTA ELECTRODO



LONGITUD ADMISIBLE DE LOS CABLES PARA SOLDAR

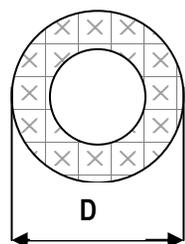
La gráfica demuestra la longitud de los cables (portaelectrodos y piezas), hasta una pérdida de potencia de 6%.



## Corriente de soldadura

Figura 2.16 Grafica para seleccionar la longitud admisible de cables para soldar

### SECCIÓN Y DIÁMETRO DE LOS CABLES DE COBRE



Sección en mm <sup>2</sup> cobre	5	35	50	70	95
Diámetro D en Cm	13,5	14,5	16	18,5	20,5

La longitud de los cables y la corriente de soldadura están relacionadas con la sección del conductor. Cables cortos requieren menor sección, cables largos requieren mayor sección.

### Cable para corriente de soldadura

En un conductor de alambre, los electrones fluyen entre los átomos del metal. El material opone una cierta resistencia al paso de los electrones. Con el fin de mantener el flujo de los electrones hay que aportar un trabajo. Este trabajo se convierte en calor. El conductor se calienta. El calentamiento debe mantenerse dentro de ciertos límites. Los diferentes materiales oponen una resistencia de valor diferente a la corriente eléctrica. Esta resistencia específica y se mide en ohmios para el 1mm<sup>2</sup> de sección y una longitud de 1m ( $\rho$  en  $\Omega \cdot \text{m/m}^2$  a 20 ° C).

El valor de la resistencia aumenta correspondientemente al aumentar la longitud. Se dice que el valor de la resistencia R es proporcional a la longitud del conductor. Si se aumenta la sección del conductor, los electrones tienen a disposición una superficie de flujo mayor. La resistencia es menor.

Para calcular el valor de la resistencia R se necesita todavía la resistencia específica  $\rho$ , siendo entonces.

$$R = \rho \cdot l/q$$

La relación entre la longitud del conductor y su sección con determinados amperajes de soldadura puede deducirse del diagrama anterior para  $q = 35 \text{ mm}^2 / 50 \text{ mm}^2$ .

CONECCION O MANTENIMIENTO DEL TRANSFORMADOR DE SOLDADURA

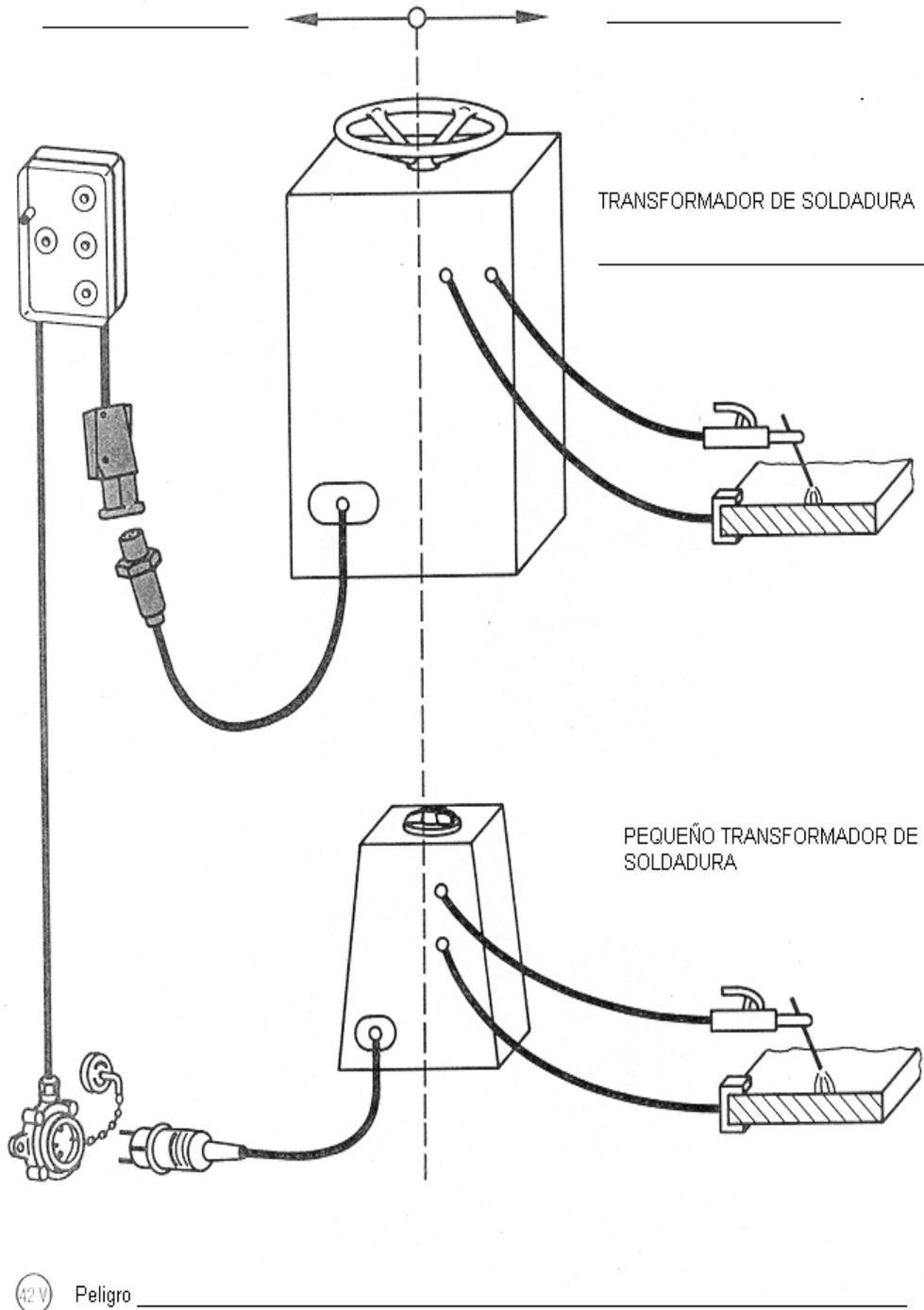
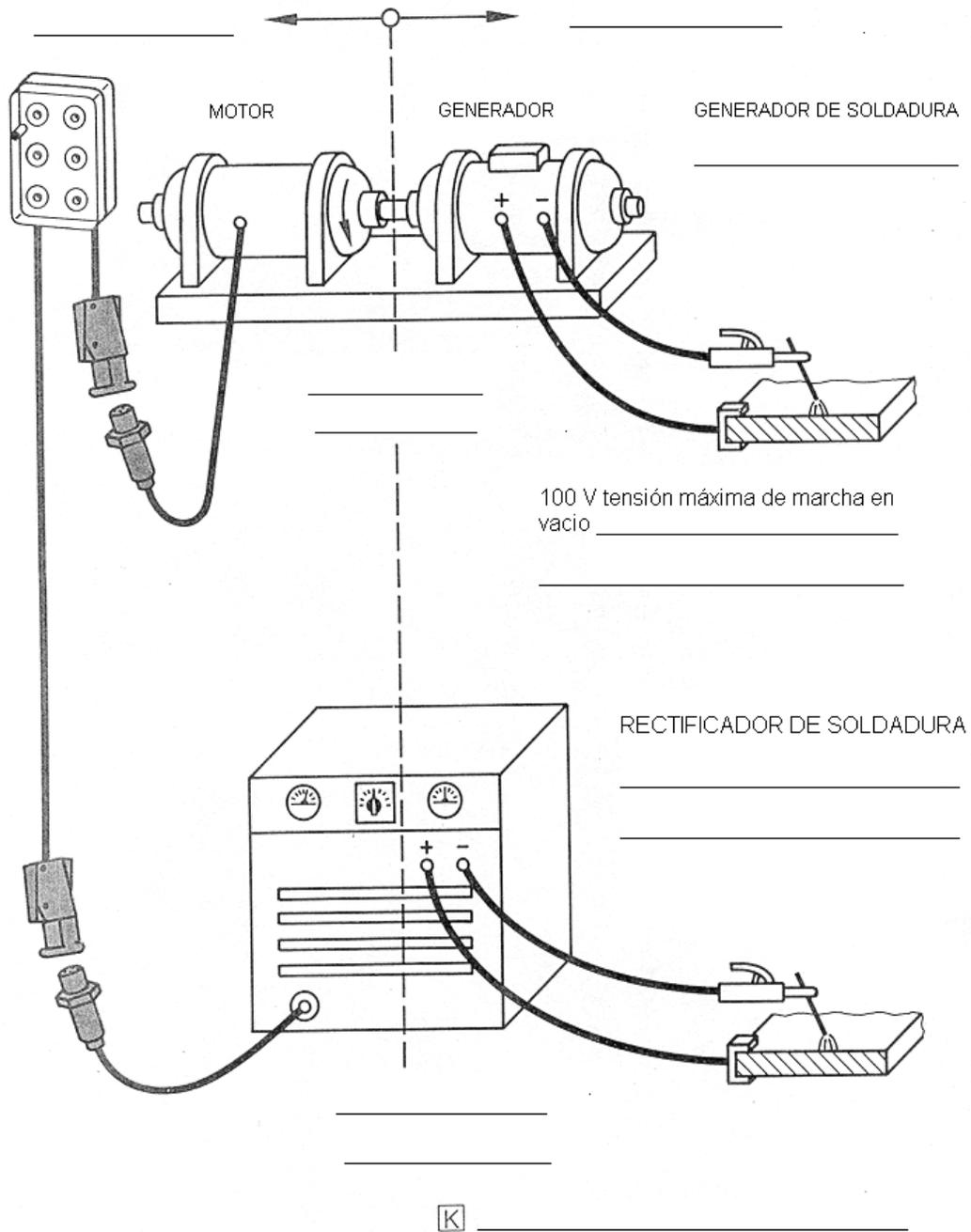


Figura 2.17 Conexión y mantenimiento del transformador de soldadura

CONEXION O MANTENIMIENTO DEL GENERADOR Y EL RECTIFICADOR DE SOLDADURA



Atención: \_\_\_\_\_

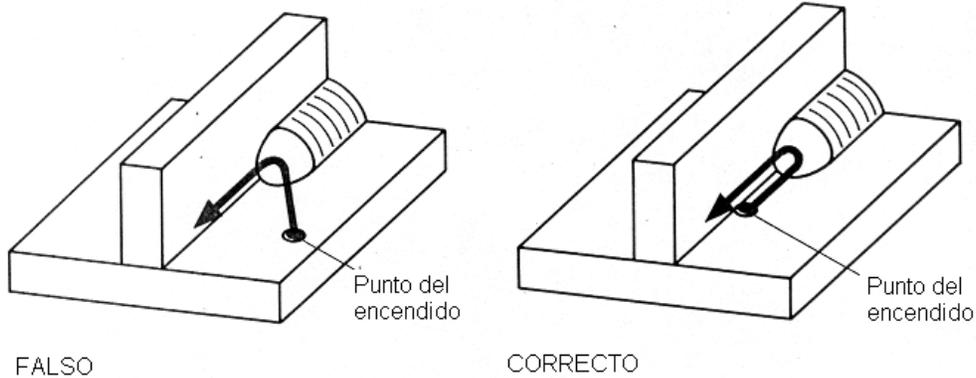
Figura 2.18 Conexión y mantenimiento del generador y rectificador de soldadura

## ENCENDIDO DEL ARCO

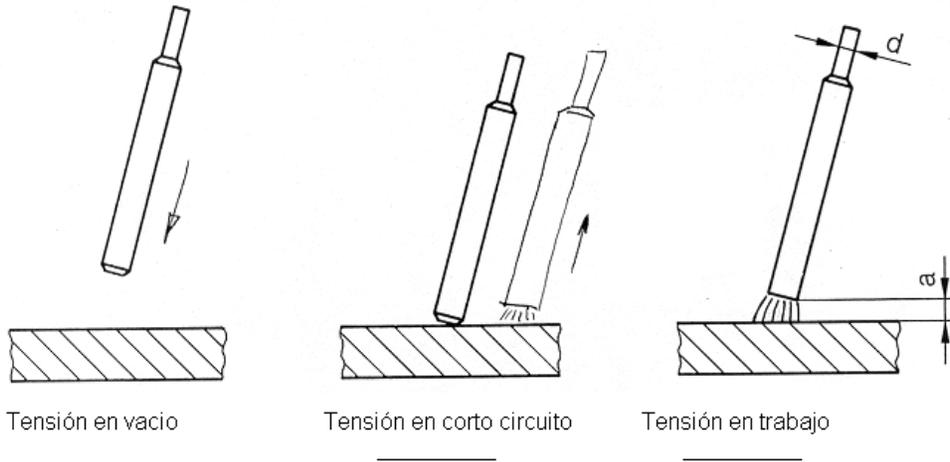
### PUNTO DEL ENCENDIDO

El encendido del arco se debe siempre efectuar en el lugar donde se realiza el cordón de soldadura.

El punto del encendido hay que sobre soldar y fundirlo porque hay peligro de fisuras.



### PASOS DEL ENCEDIDO



### LONGITUD DEL ARCO

La longitud del arco  $a$ , es decir la distancia entre electrodo y pieza de soldar, debe ser:

Con electrodos de tipos de revestimiento R, RR, A, C

$$a = \text{_____} \cdot d,$$

Con electrodos de tipos de revestimiento B

$$a = \text{_____} \cdot d,$$

Un arco muy largo disminuye la penetración y aumenta el sopleo magnético y sobre todo pueden causar porosidades en el cordón, usando electrodos de revestidos básico.

Figura 2.19 El encendido del arco

## UNIDAD III. PROCESOS DE SOLDADURA POR ARCO MANUAL SMAW

La soldadura por arco metálico protegido (SMAW, por sus siglas en inglés) es un proceso que incluye un arco entre un electrodo cubierto y el charco de soldadura. Este proceso se usa con protección de la descomposición de la cobertura del electrodo, sin la aplicación de presión y con el metal de aporte proveniente del electrodo.



Oscar Kjellberg fue el inventor del electrodo cubierto, y con esta invención de la soldadura de arco, cuando en 1904 entregó en la oficina de patentes de Suecia una nota escrita a mano que describía su invención única, hasta ahora y al pasar del tiempo cientos de diferentes variedades de electrodos son producidos, a veces conteniendo aleaciones para el trabajo estructural metálico, fuerza y ductilidad para la soldadura.

La Sociedad Americana de Soldadura "AWS" ha establecido una serie de códigos de identificación y a su vez de Clasificación para los diferentes productos que las grandes y medianas fábricas de electrodos producen para abastecer el mercado, estos códigos se han convertido en la referencia más comúnmente usada en Latino-América por su fácil reconocimiento y manejo y aunque algunos fabricantes nombran sus productos con sus propios nombres comerciales, los usuarios en su mayoría prefieren llamarlos por su código de identificación de la AWS.

Otras agencias, especializadas en áreas específicas, han establecido sus código para identificar sus productos, como algunas agencias que regulan los productos de uso militar, Militar "MIL", La Sociedad Americana de Ingenieros Metalúrgicos (American Society of Metallurgical Engineer) "ASME", el Bureau Americano de constructores de Barcos (American Bureau of Shipping) "ABS", el Bureau Canadiense de Soldadura (Canadian Bureau of Welding) "CBW", solo para nombrar los mayores.

## Principios de Operación

El proceso de soldadura por arco metálico protegido (figura 1) consiste en un arco entre un electrodo cubierto y el metal base.

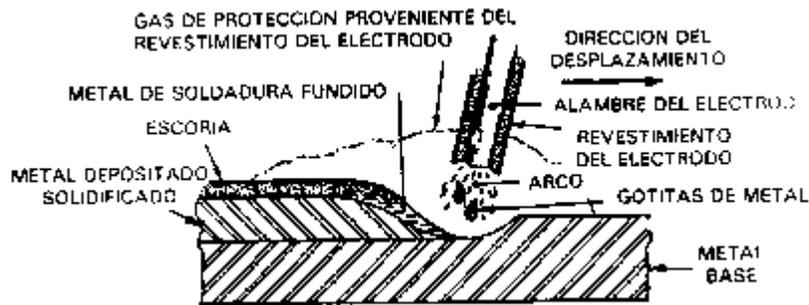


Figura 3.1. Diagrama del proceso de soldadura de arco metálico protegido

El arco se inicia tocando momentáneamente el electrodo con el metal base. El calor del arco funde la superficie del metal base para formar un charco fundido. El metal del electrodo fundido se transfiere a través del arco hacia el charco fundido y se convierte en el metal de soldadura depositado. El depósito se cubre con la escoria proveniente del revestimiento del electrodo. El arco y el área inmediata quedan envueltos por una atmósfera de gas de protección producida por la desintegración del revestimiento del electrodo. La mayor parte del alma del alambre del electrodo se transfiere a través del arco; sin embargo, pequeñas partículas escapan del área del soldado en forma de salpicaduras.

## Ventajas y Usos Principales

El proceso de soldadura por arco metálico protegido, es el mas popular entre este tipo de procesos. Tiene una flexibilidad máxima y puede soldar muchos metales en todas las posiciones, yendo desde un espesor mínimo hasta un espesor máximo. La inversión en equipo es relativamente pequeña y la mayoría de los soldadores tienen la habilidad necesaria para emplear este proceso. Se utiliza en las operaciones de manufactura y se usa ampliamente en el trabajo de campo para construcción y mantenimiento.

## Posiciones para Soldar Idóneas

Este proceso es idóneo para todas las posiciones (figura 2). Que se suelde en posición horizontal, vertical o sobre cabeza depende del tipo y del tamaño del electrodo, de la corriente de soldadura y de la habilidad del soldador.

Posición		Evaluación
1. Plana		A
Filete Horizontal		A
2. Horizontal		A
3. Vertical		A
4. Sobrecabeza		A
5. Tubo - fijo		A
		A

Figura 3.2. Posiciones posibles para soldar.

## Metales Soldables

Este proceso puede usarse para soldar la mayoría de los aceros y algunos de los metales no ferrosos. Su principal uso es para unir aceros, incluyendo aceros suaves o de bajo carbono, aceros de baja aleación, aceros de alta resistencia, aceros templados y reforzados, aceros de alta aleación, aceros inoxidables, aceros resistentes a la corrosión, y para soldar hierro fundido y hierros maleables. Se usa para soldar níquel y aleaciones de níquel y, en menor grado, cobre y algunas aleaciones de cobre. Puede utilizarse para soldar aluminio, aunque

rara vez se le da dicho uso, pero no para soldar magnesio, metales preciosos o metales refractarios. La soldadura por arco de metal protegido también se usa para el recubrimiento.

### **Rangos de Espesor del Metal Base**

El espesor mínimo que puede soldarse depende principalmente de la habilidad del soldador. El acero de 1/16 pulgadas (1.6 mm.) puede soldarse con un soldador calificado. El material más delgado requiere de mayor habilidad y de precauciones especiales. El acero hasta de 1/4 de pulgada (6.4 mm.) puede soldarse sin necesidad de trabajos de soldado de ranura si se proporciona una abertura suficiente en la raíz. El material más grueso requiere de una preparación conjunta y también se necesitan pases múltiples. El soldado de filete mas grande que puede normalmente hacerse en posición horizontal es de 5/16 de pulgada (8 mm.). En posición vertical se pueden hacer filetes más grandes; sin embargo, la calidad se deteriora cuando los filetes se hacen de más de 3/8 de pulgada (10 mm.) en un solo pase. El espesor máximo es prácticamente ilimitado pero requiere de una técnica de pases múltiples.

### **Diseño de la Junta o Unión**

Cuando se sueldan materiales de un espesor de más de 1/8 pulgadas (3.2 mm.) se debe dejar disponible un espacio para que se deposite el metal soldado. Se usan varios diseños de ranura pero el filete es el soldado que se realiza más comúnmente.

### **Circuito de Soldadura**

La Figura 3 muestra el diagrama del circuito para la soldadura por arco metálico protegido.

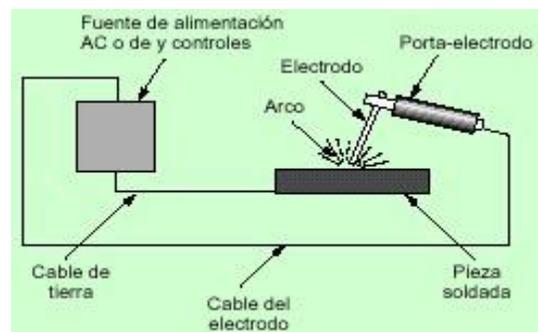


Figura 3.3. Diagrama de circuito.

Muestra los cables de soldadura que se utilizan para conducir la corriente de soldadura, desde la fuente de poder hasta el arco. El cable del electrodo forma un lado del circuito y el cable del trabajo es el otro lado del mismo. Están conectados a las terminales de la máquina de soldar.

La soldadura puede realizarse con corriente alterna (ca) o con un electrodo negativo de corriente directa (DCEN), con una polaridad directa o con una polaridad inversa de electrodo positivo (DCEP).

### **Equipo Requerido para Operar**

La maquina de soldar o la fuente de poder es el centro del sistema de soldadura por arco metálico protegido. Su propósito fundamental consiste en proporcionar energía eléctrica con corriente adecuada y un voltaje a efecto de mantener un arco de soldadura controlable y estable.

Las características de salida de la fuente de poder deben ser del tipo de corriente constante (CC). El rango normal de corriente es de 25 a 500 A usando electrodos de tamaño convencional. El voltaje del arco varía de 15 a 35 V.

La siguiente pieza importante del aparato es el soporte del electrodo, el cual manipula el soldador. El soporte sujeta firmemente el electrodo y le transmite la corriente. Los soportes del electrodo vienen en varios diseños, entre ellos los de pinza o boquilla o torcido. Cada estilo tiene sus propósitos y la selección es notablemente una preferencia de tipo personal. Los soportes del electrodo se diseñan según su capacidad de transmisión de corriente. No hay normas o especificaciones para los soportes de electrodos en Estados Unidos; sin embargo, varios países europeos si lo tienen. Los soportes miden de 8 a 14 pulgadas de largo, según la evaluación. Los pesos que se muestran son sin el cable. Todos los soportes de electrodo deben estar completamente aislados. Lo recomendable es seleccionar aquel

soporte que sea más ligero y que se ajuste al tamaño requerido del electrodo que se vaya a usar.

Los soportes del electrodo se deterioran rápidamente puesto que están muy cerca del arco y quedan expuestos al alto calor. Es extremadamente importante mantener los soportes del electrodo de tal modo que retengan su eficiencia de transmisión de corriente y sus cualidades de aislamiento. Los fabricantes suministran refacciones para que los soportes puedan ser reconstruidos y se les pueda dar mantenimiento para un rendimiento máximo.

### **Materiales que se Emplean**

El electrodo cubierto es el único artículo que normalmente se requiere. La selección de un electrodo cubierto para un trabajo específico se basa en el uso que se le vaya a dar al electrodo y en la composición y propiedades del metal del soldado depositado. Para seleccionar de modo adecuado un electrodo es bueno entender la función del revestimiento, la base de la especificación, los factores de uso y las propiedades del metal soldado depositado.

El revestimiento del electrodo proporciona (1) un gas proveniente de la descomposición de ciertos ingredientes de revestimiento para proteger el arco de la atmósfera, (2) desoxidantes para depurar y purificar el metal del soldado depositado, (3) formadores de escorias para proteger el metal del soldado depositado con escoria proveniente de la oxidación atmosférica, (4) elementos de ionización para hacer el arco más estable y operar con corriente alterna, (5) elementos de aleación que proporcionan características especiales al metal del soldado depositado y (6) polvo de hierro para mejorar la productividad del electrodo.

La AWS, American Welding Society, Sociedad Americana de la Soldadura, ha establecido un sistema para identificar y especificar los diferentes tipos de electrodos y de metales de aporte (figura 4).

Ejemplo – Acero Suave. Electrodo No se usan números de sufijos en los electrodos de acero suave

Tensión min.	Posición	Disponibilidad	Sufijo
60XX	XX1X	XX10	A1-
70XX	PLANA	XXX1	B1-
80XX	HORIZONTAL	XXX2	B26-
90XX	VERTICAL	XXX3	B2-
100XX	SOBRE CABEZA	XXX4	B3-
100XX	XX2X	XXX5	B46-
120XX	PLANA	XXX6	C1-
	FILETE HORIZONTAL	XXX7	C2-
	XX4X	XXX8	C3-
	VERTICAL	XX20	D1-
	HACIA ABAJO	XX24	D2-
		XX27	G-
		XX28	M-

E 80 1 8 C2 Ejemplo – Acero de baja aleación. Electrodo

Figura3. 4 Sistema de identificación del electrodo cubierto.

Los electrodos de acero suave y los electrodos cubiertos con acero de baja aleación están prefijados por la letra E, seguida de un número de cuatro o cinco dígitos. El prefijo E significa "electrodo". Los dos primeros (o tres primeros) dígitos indican la fuerza de tensión en miles de libras por pulgada cuadrada del metal de soldadura depositado. El tercero o cuarto dígito indica la posición para la cual se ha designado el electrodo. El número 1 significa "todas las posiciones": plana, horizontal, vertical y sobrecabeza, y el número 2 significa solamente la posición horizontal de filete y la posición plana. El número 4 significa vertical con progresión descendente. El cuarto o quinto dígito es una escala de "usabilidad" que indica el tipo de revestimiento, lo cual a la vez indica el tipo de corriente de soldadura que se habría de usar. El significado exacto de cada número de código se proporciona en la Figura 7. Obsérvese que cuando el cuarto o el quinto dígito son cero, el

tipo de revestimiento y de corriente que se va a usar se determinan por el tercer dígito. Por ejemplo, E6010 indica un revestimiento de sodio con celulosa y opera sobre el electrodo positivo cd, mientras que el E7018 tiene un revestimiento de bajo hidrógeno de polvo de hierro y opera en un electrodo positivo cd o ca. Para identificar los electrodos, cada uno lleva marcado su tipo o lleva impreso un número de identificación. La codificación de color se usa afín para electrodos de recubrimiento.

**LOS PRIMEROS DOS O TRES DÍGITOS INDICAN LA RESISTENCIA A LA TENSION ASI COMO OTRAS PROPIEDADES MECANICAS**

Clasificación de la AWS-A1	Resistencia a la tensión, Min		Resistencia a la cedencia, Min		Alargamiento (Min, 1%)
	Kgf	MPa	Kgf	MPa	
E60XX					17
E70XX	30	450	87	390	22 & 25
E80XX	60	850	87	460	18 & 19 & 24
E90XX	90	820	77	630	14 & 17 & 24
E100XX	100	890	87	600	13 & 16 & 20
E110XX (II)	110	760	87	670	15 & 20
E120XX (II)	120	830	107	740	14 & 18

\* El valor de 1200 Kg indica resistencia al ras de una muestra de 100 mm de largo.

**EL TERCERO (o) CUARTO DÍGITO INDICA LA POSICIÓN DE SOLDADURA QUE PUEDE EMPLEARSE**

Clasificación	Posición plana (P)	Posición horizontal (H)	Posición vertical (V)	Posición sobrecabeza
E601X	Si	Si	Si	Si
E602X	Si	Fuera	No	No
E604X	Si	Si	Nada sojo	Si

**EL ÚLTIMO DÍGITO INDICA LA DISPONIBILIDAD DEL ELECTRODO**

Clasificación		Corriente	Axe	Penetración	Recubrimiento y acción	Hidro en polvo suministrado *
ASME	AWS					
F-3	E6010	CCCP	De excavación	Profunda	Celulosa-sodio	0-10%
F-3	E6011	CA y CCSP	De excavación	Profunda	Celulosa-sodio	0
F-2	E6012	CA y CCUN	Medio	Medio	Hidro-sodio	0-10%
F-2	E6013	CA y CD	Ligero	Ligero	Hidro-sodio	0-10%
F-2	E6014	CA y CD	Ligero	Ligero	Hidro-sodio en polvo	25-40%
F-4	E6015	CCCP	Medio	Medio	Hidrogeno bajo-sodio	0
F-4	E6016	CA y CCSP	Medio	Medio	Hidrogeno bajo-sodio	0
F-4	E6018	CA y CCSP	Medio	Medio	Hidrogeno bajo-sodio en polvo	25-40%
F-1	E6020	CA y CD	Medio	Medio	Grado de hierro-sodio	0
F-1	E6024	CA y CD	Ligero	Ligero	Hidro-sodio en polvo	50%
F-1	E6027	CA y CD	Medio	Medio	Hidro en polvo	50%
F-1	E6028	CA y CCSP	Medio	Medio	Hidro en polvo	50%

\* Cantidad de polvo en porcentaje en el peso del electrodo.

Figura 3.8 Detalles del sistema de calificación para electrodos de aceros suaves y de baja aleación.

Las propiedades mecánicas del metal de soldadura depositado deben ser iguales o superiores a las del metal base. El metal del soldado debe tener también aproximadamente la misma composición y propiedades físicas.

El metal base debe identificarse de modo que se conozcan sus propiedades mecánicas y su composición. Si el metal base es acero suave, selecciónese el electrodo E60XX porque su metal depositado superara las propiedades mecánicas.

Las especificaciones abreviadas para los electrodos soldadura por arco de carbono revestido con acero al carbono se muestran en la Figura 8, donde se dan la clasificación de la AWS, la norma radiográfica, las propiedades mecánicas y también los requisitos mínimos de impacto con muesca V para las clases de electrodos E60XX y E70XX.

Clasificación de la AWS	Resistencia a la tensión, Min.		Resistencia a la cedencia, al 2% de deformación, Min.		Alargamiento Min. (%)	Norma radiográfica de grado AWS	Impacto en forma de V Min. $^{\circ}$ (pesos)
	Ksi	MPa	Ksi	MPa			
E6010	62	430	50	340	22	2	20 @ - 20 $^{\circ}$ F
E6011	62	430	50	340	22	2	20 @ - 20 $^{\circ}$ F
E6012	67	460	55	380	17	No se requiere	No se requiere
E6013	67	460	55	380	17	2	No se requiere
E6020	62	430	50	340	2	1	No se requiere
E6022	67	460	No se requiere	No se requiere	No se requiere	No se requiere	No se requiere
E6027	62	430	60	340	2	2	20 @ - 20 $^{\circ}$ F
E7014	72	500	60	420	17	2	No se requiere
E7015	72	500	60	420	22	1	20 @ - 20 $^{\circ}$ F
E7016	72	500	60	420	22	1	20 @ - 20 $^{\circ}$ F
E7017	72	500	60	420	22	1	20 @ - 20 $^{\circ}$ F
E7018	72	500	60	420	17	2	No se requiere
E7024	72	500	60	420	22	2	20 @ - 20 $^{\circ}$ F
E7027	72	500	60	420	22	2	20 @ - 20 $^{\circ}$ F
E7028	72	500	60	420	22	2	20 @ - 20 $^{\circ}$ F
E7048	72	500	60	420	22	1	20 @ - 20 $^{\circ}$ F

E60 para E<sub>60</sub> - 20 $^{\circ}$ F - 21 para E<sub>60</sub> - 30 $^{\circ}$ F y 20 para E<sub>60</sub> - 30 $^{\circ}$ F - 22 para E<sub>60</sub> - 15 $^{\circ}$ F

Figura 3.8 Especificaciones Abreviadas para electrodos de acero suave cubiertos.

La norma radiográfica esta relacionada con los límites permisibles de porosidad, tal como lo muestra la especificación. Las propiedades mecánicas son la fuerza de tensión mínima en miles de libras por pulgada cuadrada o MPa, el punto mínimo de resistencia en miles de libras por pulgada cuadrada y el alargamiento mínimo en 2 pulgadas de porcentaje. Los requisitos de impacto con muesca en forma de V son un mínimo a dos temperaturas, ya sea

0 °F (-18 °C) o -20 °F (-29 °C). Hay otros requisitos en esta especificación, y por esta razón se debe acudir a ella como referencia para los detalles. En el acuerdo entre proveedor y comprador pueden quedar estipulados otros requisitos de impacto.

**Posición para Soldar.** Los electrodos están diseñados para usarse en posiciones específicas. El tercero (o cuarto) dígito de la clasificación del electrodo indica la posición que ha de adoptarse. Adáptese el electrodo a la posición para soldar que habrá de encontrarse.

**Corriente de Soldadura** Algunos electrodos están diseñados para operar mejor con corriente directa (cd), y otros con corriente alterna (ca). Algunos operan en las dos. Los dos últimos dígitos juntos indican que corriente se ha de emplear. Selecciónese el electrodo de tal manera que se adapte al tipo de fuente de poder que se vaya a usar.

**Diseño y Ajuste de la Unión.** Los electrodos de soldadura se diseñan con un arco penetrante, mediano o suave para lograr una penetración profunda, mediana o ligera. Los dos últimos dígitos de la clasificación, tomados conjuntamente, indican también este factor. Se deben usar electrodos de penetración profunda con arco penetrante cuando los bordes no están biselados o cuando el ajuste sea limitado pero se deben usar electrodos de penetración ligera con arco suave cuando se suelda sobre material delgado o cuando las aberturas de la raíz son demasiado amplias.

**Condiciones o Especificaciones de Servicio.** En el caso de soldaduras sujetas a severas condiciones de servicio, como temperaturas bajas, temperaturas altas, o cargas de choque, selecciónese el electrodo que se adapte a la composición del metal base, a la ductilidad y a las propiedades de resistencia al impacto. Los del tipo de bajo hidrógeno son los aconsejables.

**Eficiencia en la Producción y Condiciones de Trabajo.** Algunos electrodos están diseñados para altas tasas de deposición pero pueden usarse tan sólo bajo ciertos requisitos específicos de posición. Si pueden usarse, selecciónese los tipos de polvo altos en hierro - EXX24, 27, 28 o 48. Se pueden presentar otras condiciones que hagan necesario experimentar para determinar el electrodo más idóneo.

En cuanto a la demanda de los electrodos cubiertos, los de acero suave se clasifican en cuatro grupos generales:

- F-2, Grupo de alta deposición: tipo de polvo de hierro
- F-2, Grupo de penetración suave: tipos rutilos (titanio)
- F-3, Grupo de penetración profunda: tipos de alta celulosa
- F-4, Grupo de bajo hidrógeno: tipos de cal

La Figura 9 es una guía para ayudar en la selección del electrodo cubierto para trabajos específicos de soldadura, basándose en la posición para soldar, el espesor del metal y el tipo de unión.

TIPO DE SOLDADO ↓ Posición para soldar	Soldados de Filete				Soldados de Ranura					
	Interior o Exterior				Cuadrada		En V (rele abierto)		U	
Espeor del material →	Muy delgado	Delgado	Mediano	Grueso	Muy delgado	Delgado	Mediano	Grueso	Mediano	Grueso
1 PLANA	F-2	F-2	F-1	F-1 F-4	F-2	F-3	F-3	F-3 F-4	F-4	F-4
1A FILETE HORIZONTAL	F-2	F-3	F-1	F-1 F-4	—	—	—	—	—	—
2 HORIZONTAL	F-2	F-3	F-3 F-4	F-3 F-4	F-2	F-2 o F-3	F-3 y F-4	F-3 y F-4	F-4	F-4
3 VERTICAL ARRIBA	F-2	F-3	F-4	F-4	F-2	F-2 o F-3	F-3 y F-4	F-3 y F-4	F-4	F-4
3A VERTICAL ABAJO	F-2	F-3	—	—	F-2	F-2 o F-3	F-3	F-3	F-3	F-3
4 SOBRE CABEZA	F-2	F-3	F-3 F-4	F-3 F-4	F-2	F-2 o F-3	F-3 y F-4	F-3 y F-4	F-4	F-4
5 TUBO FIJO HACIA ABAJO	—	—	—	—	F-2	F-2	F-3	F-3	F-3	F-3
5A TUBO FIJO HACIA ARRIBA	—	—	—	—	F-3	F-3	F-3 y F-4	F-3 y F-4	F-4	F-4

Espeor del material: Muy delgado = 0,05" a 0,03" (1,25-1,8 mm).

Delgado =  $\frac{1}{16}$ " a 1/8" (3-6,3 mm). Mediano = 3/8" a 1/2" (9,5-12,7 mm).

Grueso = más de 1/2" (más de 12,7 mm).

Figura 3.9 Guía de evaluación disponible para seleccionar electrodos de acero suave y de baja aleación.

Los electrodos que están dentro del mismo agrupamiento operan y se manejan del mismo modo. Los números F corresponden al sistema de clasificación usado en la Sección IX del Código de Calderas de la ASME.

### **Tasas de Deposición**

La tasa de fusión del electrodo está relacionada con la corriente de soldadura. Una porción de la energía del arco se usa para fundir la superficie del metal base y otra para fundir el electrodo. El revestimiento del electrodo también afecta las tasas de deposición. Los tipos de óxido de hierro y los tipos de polvo de hierro tienen tasas de deposición más altas.

La relación de fusión a corriente, es bastante directa. Con una corriente más alta, la densidad de corriente del electrodo aumenta y ello incrementa la tasa de fusión lo cual a su vez incrementa la tasa de deposición. El tamaño lo determina la pieza de trabajo, la posición para soldar, el detalle de la unión y la habilidad del soldador.

### **Calidad de las Uniones Soldadas**

La calidad del trabajo de las uniones depende del diseño de la unión, del electrodo, la técnica y la habilidad del soldador. Si los detalles de la unión se alteran notablemente respecto de los establecidos para el diseño, se puede producir una calidad más baja. El ajuste de las uniones debe acoplarse al diseño. Algunos electrodos depositan un metal soldado de mayor calidad que otros, basándose en sus especificaciones.

### **Indicaciones para el Uso del Proceso**

Hay una relación definida entre la corriente de soldadura, el tamaño de los electrodos y la posición para soldar. Deben seleccionarse de tal modo que el soldador mantenga el charco

del metal fundido bajo completo control en todo momento. Si el charco se vuelve demasiado grande, se volverá inmanejable y el metal fundido queda fuera de control.

El soldador debe mantener el sonido uniforme como de fritura y crujido que se produce durante los procedimientos correctos. La forma del charco fundido y el movimiento del metal en la parte trasera del mismo sirven como guía para verificar la calidad del trabajo. Los rizos que se producen en el reborde deben ser uniformes y éste debe ser suave, sin traslapes o adelgazamientos en la parte inferior. Los siguientes siete factores son esenciales para lograr una soldadura de alta calidad.

1. *Tipo correcto de electrodo.* Es importante seleccionar el electrodo correcto para cada trabajo.
2. *Tamaño correcto del electrodo.* En la elección del tamaño del electrodo interviene la consideración del tipo de electrodo, la posición para soldar, la preparación de la unión, el tamaño de la pieza de trabajo, la corriente de soldadura, el espesor o masa del metal base y la habilidad del soldador.
3. *Corriente correcta.* Si la corriente es demasiado alta, el electrodo se funde muy rápidamente y el charco fundido será grande e irregular y difícil de controlar. Si la corriente es demasiado baja, no habrá suficiente calor para fundir el metal base y el charco mancomunado fundido será muy pequeño y se apilará volviéndose irregular.
4. *Longitud correcta del arco.* Si el arco es muy largo, el metal fundirá el electrodo en glóbulos grandes que se balancean de lado a lado produciendo un reborde amplio, irregular, con salpicaduras y con una fusión deficiente con el metal base. También puede dar como resultado porosidad, especialmente con electrodos de bajo hidrógeno. Si el arco es muy corto, no habrá suficiente calor en él al inicio como para fundir lo suficiente el metal base, por lo que el electrodo a menudo se pegará a la pieza de trabajo.
5. *Velocidad de desplazamiento correcta.* Cuando la velocidad es muy rápida, el charco de soldadura se congela demasiado rápido. No se permite que las impurezas y los gases se liberen. El reborde es estrecho y los rizos tienen puntas. Cuando la velocidad es muy baja, el metal se acumula, el reborde es alto y amplio con un rizo más bien recto. Los

factores tales como corriente correcta, longitud de arco correcta (o voltaje) y velocidad correcta de desplazamiento se relacionan todos con el consumo de calor. Un soldador experimentado ajusta estos factores para lograr un resultado óptimo en cada condición posible.

6. *Angulo correcto del electrodo.* El ángulo del electrodo es importante, particularmente en la soldadura de filete y en la de ranura profunda. Generalmente, cuando se hace un filete el electrodo debe mantenerse de tal modo que divida en dos el ángulo que esta entre las placas y que es perpendicular a la línea del trabajo de soldado.
7. *Patrón correcto de manipulación.* Se usan diferentes patrones de manipulación para distintos tipos de electrodos, distintos diseños de trabajos soldados y distintas posiciones para soldar. El conocimiento de los diferentes patrones se adquiere a través de un buen programa de adiestramiento en soldadura.
8. *Ruptura del Arco* Al romper el arco es importante saber si se restablecerá inmediatamente con el siguiente electrodo y continuará, o si es el extremo de una soldadura. Si el trabajo de soldado ha de continuar el cráter debe permanecer y es necesario romper el arco rápidamente. Si se trata del extremo del trabajo de soldado, el arco no debería romperse hasta que el desplazamiento se haya detenido momentáneamente para permitir que el cráter se llene.

### **Limitaciones del Proceso**

Una de las principales limitaciones del proceso por arco metálico protegido es la "ruptura instalada". Siempre que un electrodo se consume hasta dentro de 2 pulgadas (5 cm.) de su longitud original, el soldador debe detenerse. La soldadura no puede continuar puesto que no debe usarse la porción desnuda del electrodo en el soporte del mismo. El soldador debe detenerse, romper la escoria, quitar la colilla del electrodo y colocar un nuevo electrodo en el soporte. Esto ocurre muchas veces durante el día de trabajo y depende del tamaño y la longitud del electrodo. Ello impide que el soldador logre un factor operativo o un ciclo de trabajo mucho mayor al 25%.

Otra limitación es la utilización del metal de aporte. Las pérdidas de la colilla del electrodo y del revestimiento permiten una utilización total de electrodo recubierto de aproximadamente 65%.

## **UNIDAD IV**

### **SIMBOLOS DE SOLDADURA<sup>34</sup>**

Tenemos muchos símbolos en nuestra sociedad tecnológica. Tenemos señales y rótulos que nos dicen lo que debemos hacer y dónde ir o lo que no debemos hacer o dónde no ir. Las señales de tránsito son un buen ejemplo. Muchas de estas señales les ya son de uso internacional no requieren largas explicaciones y, con ellas, no existe la barrera del idioma, porque cualquier persona las puede interpretar aunque no conozcan ese idioma. En la soldadura, se utilizan ciertos signos en los planos de ingeniería para indicar al soldador ciertas reglas que deben seguir, aunque no tenga conocimientos de ingeniería. Estos signos gráficos se llaman símbolos de soldadura. Una vez que se entiende el lenguaje de estos símbolos, es muy fácil leerlos.

#### **Símbolos de soldadura**

Los símbolos de soldadura se utilizan en la industria para representar detalles de diseño que ocuparían demasiado espacio en el dibujo si estuvieran escritos con todas sus letras. Por ejemplo, el ingeniero o el diseñador desea hacer llegar la siguiente información al taller de soldadura:

- El punto en donde se debe hacer la soldadura.
- Que la soldadura va ser de filete en ambos lados de la unión.
- Un lado será una soldadura de filete de 12 mm; el otro una soldadura de 6mm.
- Ambas soldaduras se harán un electrodo E6014.
- La soldadura de filete de 12mm se esmerilará con máquina hasta que desaparezca

Para dar toda esta información, el ingeniero o diseñador sólo pone el símbolo en el lugar correspondiente en el plano para transmitir la información al taller de soldadura.

#### **Partes del símbolo de soldadura**

##### **1. Línea de referencia**

Será siempre la misma para todos los símbolos, esta línea sirve de base para ubicar la información completa acerca de la soldadura

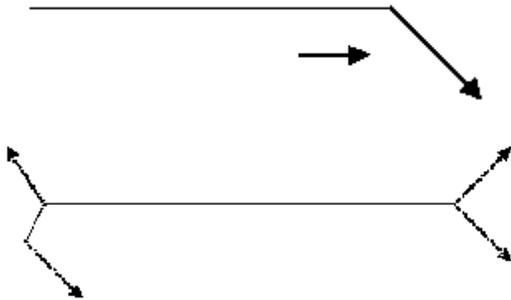
---

<sup>34</sup> Adaptado del sitio <http://www.geocites.com/soldadura17>



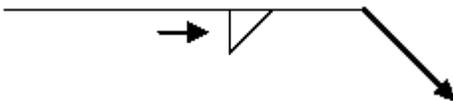
## 2. Flecha

la flecha indica el lugar donde debe hacerse la soldadura, esta puede estar dirigida en cualquier dirección y salir de cualquiera de los dos extremos de la línea de referencia

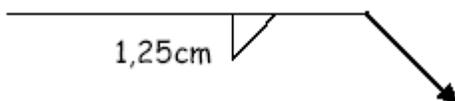


## 3. Símbolo del tipo de soldadura

Este símbolo indica el tipo de soldadura que se debe hacer (como por ejemplo soldadura de filete, cordón, tapón, etc.) así también otra información como las dimensiones de la soldadura. Si el símbolo aparece en la parte de debajo de la línea de referencia indica que la soldadura debe hacerse en el lado de la unión hacia el cual apunta la flecha. Si el símbolo de soldadura aparece en la parte de arriba de la línea de referencia, significa que la soldadura debe hacerse en la parte de la unión posterior al lado que apunta la flecha.

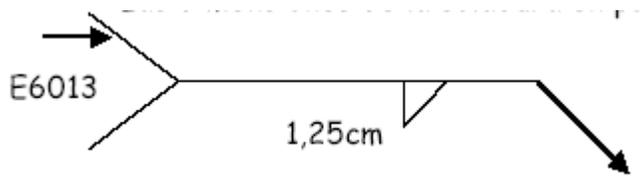


Las dimensiones del cordón por lo general se ponen a la izquierda del símbolo del tipo de soldadura



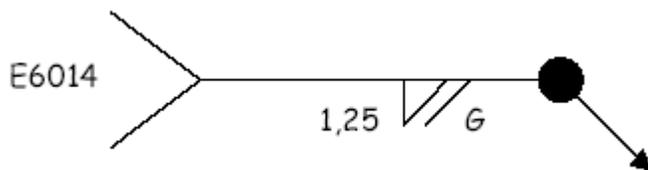
## 4. La Cola

La cola del símbolo lleva detalles de la información o instrucciones especiales, y a veces se puede omitir



## 5. Otros elementos del símbolo de soldadura

Hay muchos otros elementos que pueden ser incorporados en el símbolo de soldadura, cada uno corresponde a un tipo de soldadura en particular, y tendrán cada uno un significado diferente.



Las dimensiones adicionales se agregan a la derecha del símbolo si la unión se va a puntear como en el caso de las soldaduras de filete, la primera dimensión adicional en la figura, se refiere a la longitud de la soldadura; la segunda dimensión adicional se refiere a la distancia entre dos soldaduras (de centro a centro).

## Aplicaciones de los símbolos de soldadura

### Símbolos para las Soldaduras de Filete<sup>35</sup>

La soldadura fundida es depositada en la esquina formada por la característica de la unión de dos miembros penetrando y fundiéndose con el metal base para formar la junta.

La cara perpendicular del triángulo siempre es dibujada en la parte izquierda del símbolo, si las dos caras de la soldadura son de la misma dimensión, entonces solo una medida es dada.

<sup>35</sup>Tomado de la pagina: [http://www.drweld.com/plug\\_simbolo.html](http://www.drweld.com/plug_simbolo.html)

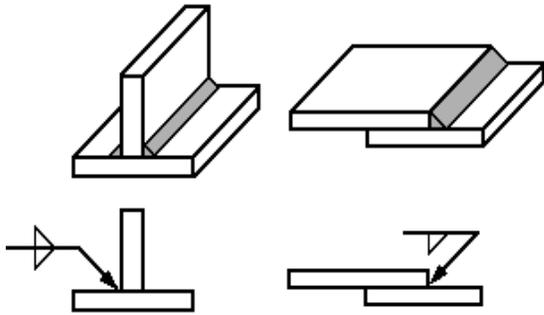


Figura 4.1 Soldadura de filete

Las soldaduras de filete son usadas para hacer juntas de enfrentamiento perpendicular como esquinas y las juntas "T" y como su propio símbolo lo sugiere estas soldaduras son, básicamente, triangulares vistas desde su sección, aunque su forma no es siempre un triángulo perfecto o isósceles.

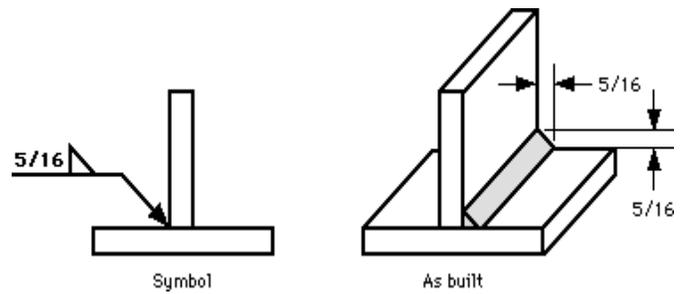


Figura 4.2 dimensiones del cordón

Si la soldadura tuviera caras desiguales (menos común) entonces ambas dimensiones son dadas y una nota especial que indica en el dibujo cual cara es mas larga.

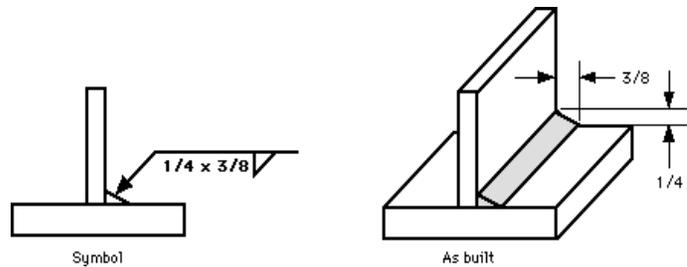
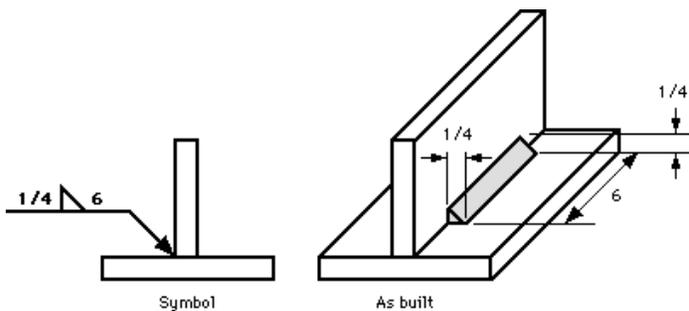


Figura 4.3 Dimensiones desiguales del cordón



El largo de la soldadura se ubica del lado derecho

Figura 4.4 Especificación del largo del cordón

La soldadura se debe situar entre las líneas dimensionales especificadas (si son dadas) o entre los puntos donde un cambio de dirección abrupto de la soldadura ocurra, como al final de las planchas o laminas.

En el caso de soldaduras intermitentes o interrumpidas, el largo de cada porción de la soldadura y los espacios que las separan, son indicado en el símbolo siendo separados con un guión ( - ) y el largo de la porción de soldadura va seguido de la dimensión centro-centro del espacio; estos siempre se colocan a la derecha del símbolo del filete (triángulo)

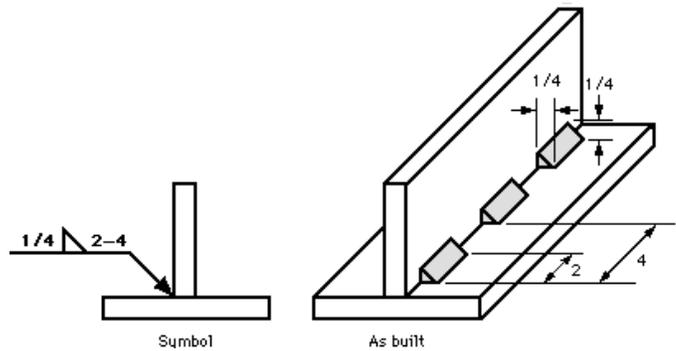


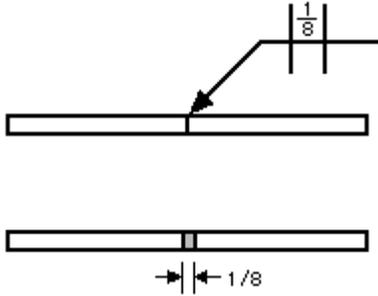
Figura 4.5 Especificación de espacios entre cordones

Note que la dimensión del espacio no indica el espacio limpio entre las soldaduras, la indicación es: centro-centro

### Símbolos para las Soldaduras de Canal

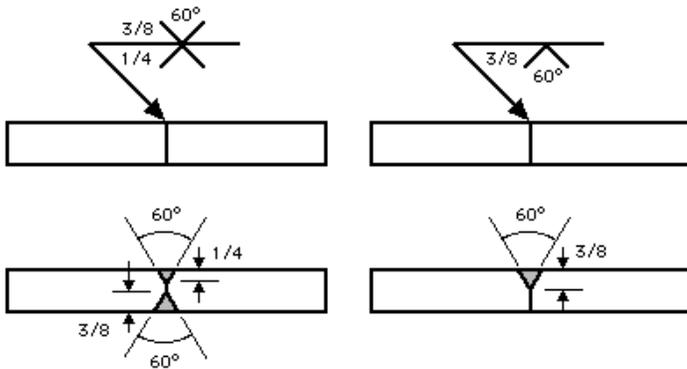
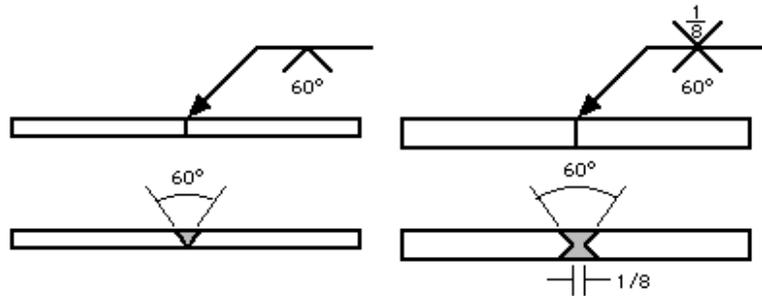
Las soldaduras de Canal son usadas comúnmente para hacer juntas de bordes con bordes, aunque también son usadas frecuentemente en esquinas, juntas "T", juntas curvas y piezas planas. Como lo sugiere la variedad de símbolos para estas soldaduras, hay muchas maneras de hacer soldaduras de Canal y la diferencia principal dependerá de la geometría de las partes que serán unidas y la preparación de sus bordes

El metal soldado es depositado entre el canal penetrando y fundiéndose con el metal base para formar la junta, por limitaciones de dibujo grafico la penetración no es indicada en los símbolos pero en este tipo de soldaduras la penetración es sumamente importante para la buena calidad de la soldadura.

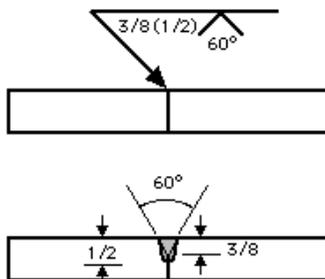


La soldadura de canal cuadrado, en la cual el canal es creado por una separación específica o ninguna separación, incluyendo hasta cierta presión de oposición, la distancia de la separación (si existe) es dada en el símbolo.

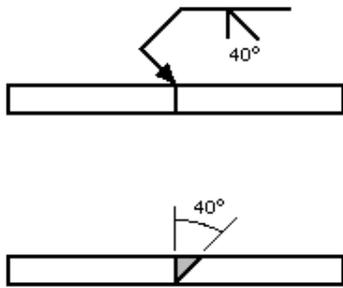
Las soldaduras de canal "V", en la que los bordes son biselados, a veces por un lado o por los dos lados, para crear el canal, el ángulo del bisel es dado en el símbolo así como la luz de separación o separación de la raíz (si existiera)



Si la profundidad de la "V" no fuera igual al espesor o a la mitad (en el caso de doble "V") del espesor de la lámina o plancha a soldar, entonces la profundidad es dada a la izquierda del símbolo de la soldadura.

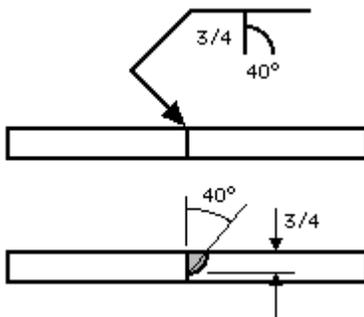
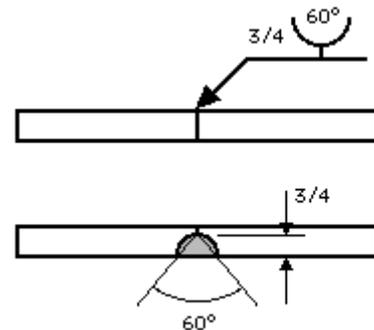


Si la penetración de la soldadura fuera mayor que la profundidad del canal, la profundidad de la "garganta efectiva" es dada entre paréntesis después de la profundidad de la "V"

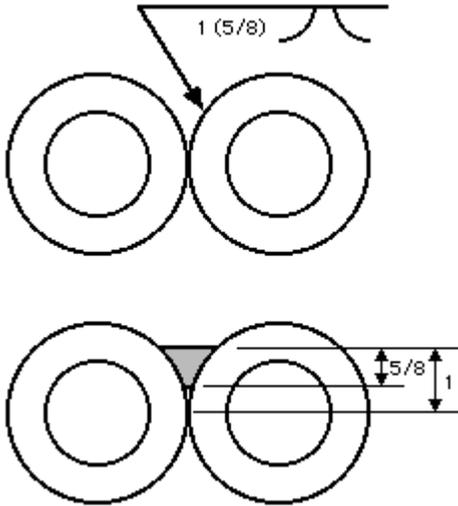


En el bisel del canal de soldadura, en el cual el borde de una de las laminas es biselado y la otra es cuadrada, el símbolo de la línea perpendicular siempre es dibujada en el lado izquierdo sea cual sea la orientación de la soldadura, la flecha apunta la cara de la pieza que debe ser biselada y en este caso la flecha es cortada y doblada en ángulo para hacer énfasis en su importancia (este corte de ángulo no es necesario si el proyectista no tiene preferencias en cual lado debe ser biselado o si el dibujo es interpretado por un soldador calificado que reconoce la diferencia de cual lado debe ser tratado), las condiciones de ángulo, preparación del borde, garganta efectiva y la luz de separación de la separación de raíz son descritas en las soldaduras de [canal "V"](#) en esta misma pagina.

En la soldadura de canal "U", en la cual ambos bordes son tratados para crear un canal cóncavo, la profundidad de este canal, la garganta efectiva y la separación de la raíz o luz de la separación son descritas usando el método del [canal "V"](#) en esta sección.

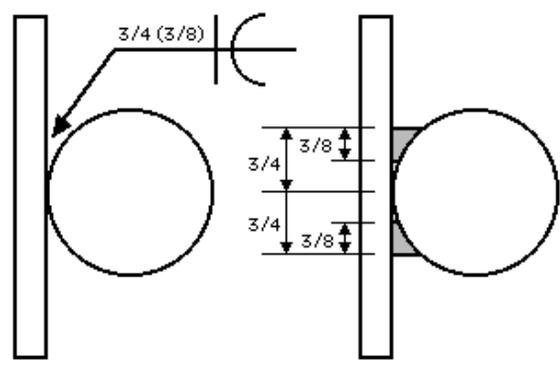


En la soldadura de canal "J", en la cual en uno de las laminas tiene un biselado cóncavo y la otra es dejada cuadrada, como con el bisel de la [media "V"](#) la línea perpendicular siempre aparecerá dibujada a la izquierda y la flecha (con un doblé si fuera necesario) apuntando la pieza que recibirá el tratamiento de bisel cóncavo, la profundidad de este canal, la garganta efectiva y la separación de la raíz o luz de separación son descritas usando el método del [canal "V"](#) en esta sección.

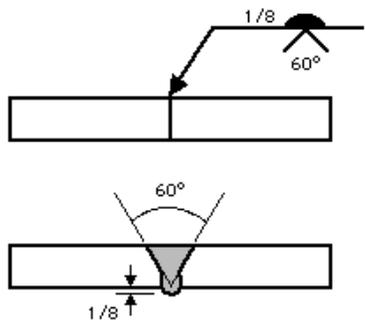


En la soldadura de "V" curva, comúnmente usada para unir dos partes curvas o dos partes tubulares la profundidad propuesta de la soldadura es dada a la izquierda del símbolo, con la profundidad de la garganta efectiva entre paréntesis

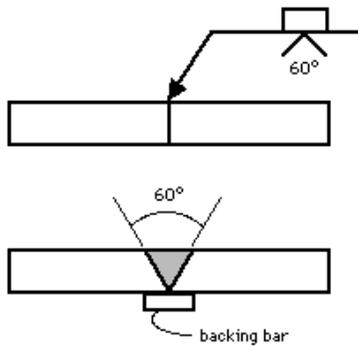
En la soldadura de canal con bisel curvo, comúnmente usada para unir una pieza curva o tubular a una pieza plana, como con la [V curva](#) (anterior), formada por dos superficies curvas o tubulares, la profundidad propuesta de la soldadura es dada a la izquierda del símbolo, con la profundidad de la garganta efectiva entre paréntesis. La línea perpendicular es dibujada siempre al lado izquierdo del símbolo sea cual sea la orientación de la soldadura.



Otros símbolos suplementarios son usados con la soldadura de canal como: *Penetración saliente* y *Barra o elemento de respaldo*, ambos símbolos son indicación de que la penetración de la junta se efectúa desde un solo lado de la junta.



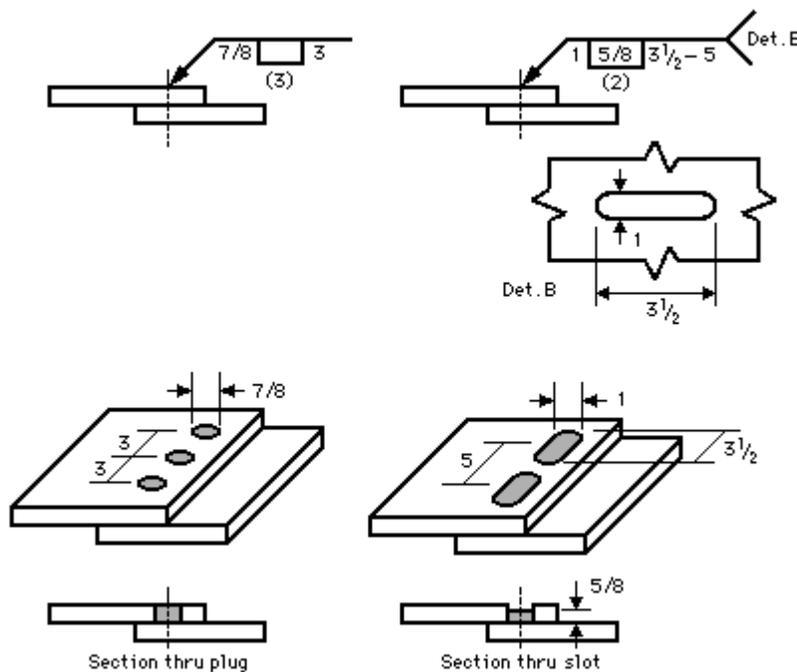
El alto del refuerzo (si fuera crítico) es indicado a la izquierda del símbolo de penetración saliente, el cual esta situado.



Cuando una barra o elemento de respaldo es usado para lograr la penetración necesaria de la junta, su símbolo es situado encima de la línea de referencia sobre el símbolo de la soldadura, si la barra es provisional y será removida al final de la soldadura, entonces la letra "R" es situada dentro del símbolo de la barra de respaldo, esta barra tiene el mismo símbolo que la soldadura de [conexión y óvalos](#) pero su contexto debe hacer siempre la clara intención del símbolo.

### Símbolos para la Soldadura de conexión y óvalos

Soldadura de conexión y de óvalos es usada para unir láminas sobrepuestas una de las cuales tienen perforaciones (redondas para conexiones y ovaladas o alargadas para Óvalos). Metal soldado es depositado en estas perforaciones penetrando y fundiéndose con el metal base de las dos partes formando la junta, por limitaciones de dibujo grafico, la penetración no es indicada en los símbolos pero en este tipo de soldadura la penetración es sumamente importante para la buena calidad de la soldadura.



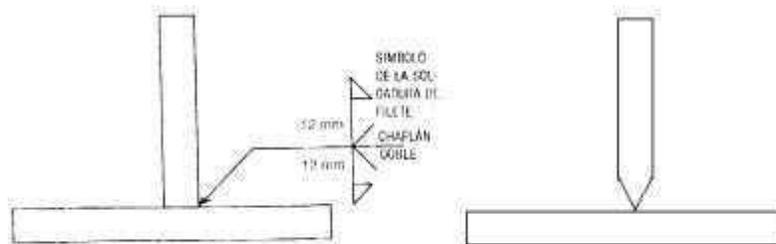
En la soldadura de conexión el diámetro de cada conector es dado a la izquierda del símbolo y el espacio entre los conectores es dado a la derecha, en la soldadura de óvalos el ancho de cada ovalo es dado a la izquierda del símbolo, el largo y la distancia entre

espacios (separados por un guión"-") son dados a la derecha del símbolo y la referencia del detalle en la cola.

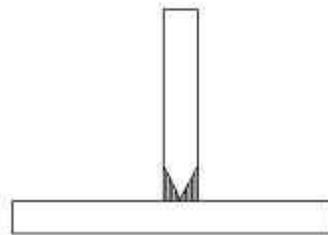
El numero de conectores u óvalos es dado entre paréntesis por encima o por debajo del símbolo de la soldadura, la indicación del "lado de la flecha" y "el otro lado" indican cual pieza tiene la(s) perforación(es); Si no esta en las especificaciones el llenado total de esta perforación, entonces la profundidad es dada dentro del símbolo de la soldadura.

### Combinación de símbolos y resultados

Algunos símbolos son muy complicados o parecen serlo a primera vista; pero si se estudian punto por punto, no son difíciles de entender. El primer punto que se observa en la siguiente figura es la parte del símbolo que indica doble chaflán (bisel) o doble V. Los chaflanes dobles, o doble V, se preparan en una sola de las piezas de metal, de modo que el trabajo se hará como se muestra a continuación:



A continuación está el símbolo de soldadura de filete en ambos lados de la línea de referencia. Pero antes de poder aplicar una soldadura de filete, debe haber una superficie vertical. Por tanto, se rellena el chaflán con soldadura como se ve en la siguiente figura.



Después de rellenar los chaflanes, se aplica la soldadura.. Esta combinación es poco común y rara vez se usa. Sólo se aplica en donde se requiere resistencia y penetrancia del 100%. Sin embargo, se ha utilizado como ejemplo para mostrar los pasos en la lectura de símbolos.

Hay gran número de combinaciones que se pueden utilizar, pero los símbolos básicos de soldadura se muestran en la siguiente figura.

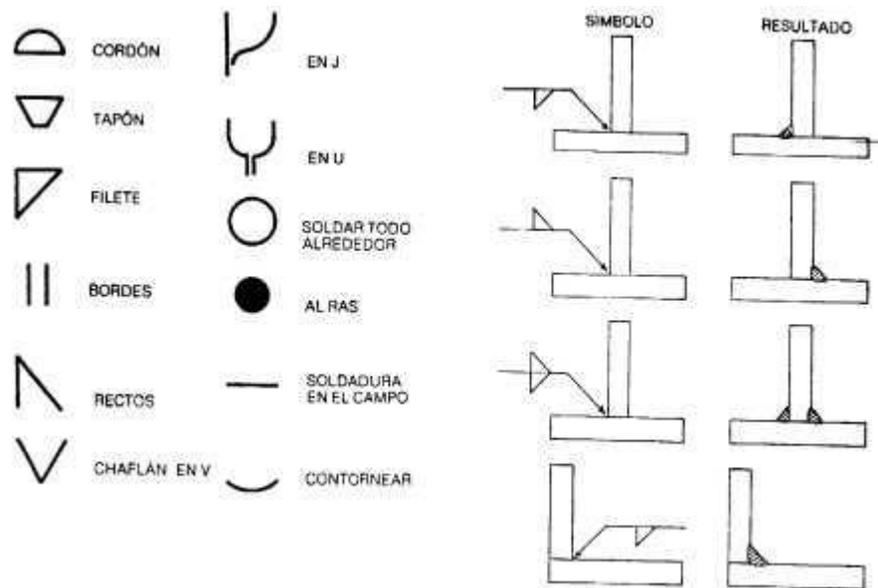


Figura 4.6 Símbolos básicos de soldadura

Para que la soldadura haya podido alcanzar la posición que ocupa en la construcción y manufactura, ha tenido que probar que es adecuada para las necesidades del diseño. Una vez que se demostró que los procesos eran adecuados para los fines del diseño, fue necesario dar medios a los diseñadores para comunicar a los soldadores exactamente qué clase de soldadura era necesaria en cada caso y la forma en que debería aplicarse. El descuidar este aspecto podría ser peligroso, a la vez que costoso. Por ejemplo al escribir simplemente “soldar completamente la pieza”, en un dibujo, puede indicar generalmente la extensión de aplicación de la soldadura, pero no indica la resistencia necesaria. Si la resistencia fuera un aspecto muy importante del diseño, podría presentarse una situación peligrosa al aplicar una técnica incorrecta. Si la resistencia no fuera el factor esencial, podría dar los mismos resultados una soldadura de menor extensión y ser mucho menos costosa. Ciertos talleres, atendido a su deseo de lograr seguridad, utilizan mucha más soldadura de la necesaria.

La cola del símbolo se utiliza para designar las especificaciones de la soldadura, los procedimientos, o alguna información suplementaria que deba indicarse. Si un soldador conoce el tamaño y el tipo de una soldadura, tiene sólo una parte de la información necesaria para ejecutar aquella soldadura. El proceso a utilizar, la identificación del metal de aporte, el hecho de que se requiera o no martilleo rebanoado en el fondo, y otros datos pertinentes, que deben ser comunicados también al soldador. La notación que indica estos datos, la que ha de colocarse en la cola del símbolo, la establece generalmente cada usuario. Cuando no se usan anotaciones puede suprimirse la cola del símbolo

#### **Designación de la extensión de una soldadura por medio de símbolos**

Excepto en los casos que se usa el símbolo de soldar todo alrededor, la extensión de la soldadura se designa ordinariamente por la aplicación del símbolo que proceda en los lugares de cambio brusco de dirección de la soldadura. Los símbolos de soldadura que indican la aplicación de soldadura en las juntas ocultas.

Cuando se requiere el empleo de un determinado proceso, este puede indicarse en la COLA por medio de una o más de las designaciones literales anotadas en la siguiente tabla<sup>36</sup>.

### Designación de los procesos de soldadura

	PROCESO DE SOLDADURA	DESIGNACIÓN POR LETRAS
Soldadura Fuerte	Hecha con soplete	TB
	Carbones gemelos-hecha con arco	TCAB
	Hecha en horno	FB
	Hecha por inducción	IB
	Hecha por resistencia	RB
	Hecha por inmersión	Db
Soldadura de flujo	De bloques	BB
	De flujo	FLB
Soldadura por resistencia	Por arco con presión	FW
	Soldadura recalcada	UW
Soldadura por inducción	Soldadura de percusión	PEW
	Soldadura por inducción	IW
soldadura de arco	Metal desnudo	BMAW
	Soldadura de espárragos	SW
	Soldadura " " protección gas	GSSW
	Soldadura de acero sumergido	SAW
	Gas y tungsteno-soldadura de arco	GTAW
	Gas y metal-soldadura de acero	GMAW
	Soldadura con hidrógeno atómico	AHW
	Metal protegido-soldadura de acero	TCAW
	Soldadura con acero de carbón	CAW
	Gas y Carbón-soldadura de arco	GCAW
	Carbón protegido-soldadura de arco	SCAW
Soldadura Térmica	Soldadura de termita sin presión	NTW
	Soldadura de termita con presión	PTW
Soldadura a gas	Soldadura a gas con presión	PGW
	Soldadura con oxihidrógeno	OHW
	Soldadura Con Oxiacetileno	OAW

<sup>36</sup> No se han asignado designaciones de letras a la soldadura de arco por puntos, la soldadura de puntos por resistencia, la soldadura de costura por arco y la soldadura de costura por resistencia ni a la soldadura de resalto, en vista de los símbolos de tipo de soldadura que se usan son adecuados.

\*Puede usarse los sufijos siguientes si se desea indicar el método de aplicación de los procesos anteriores:

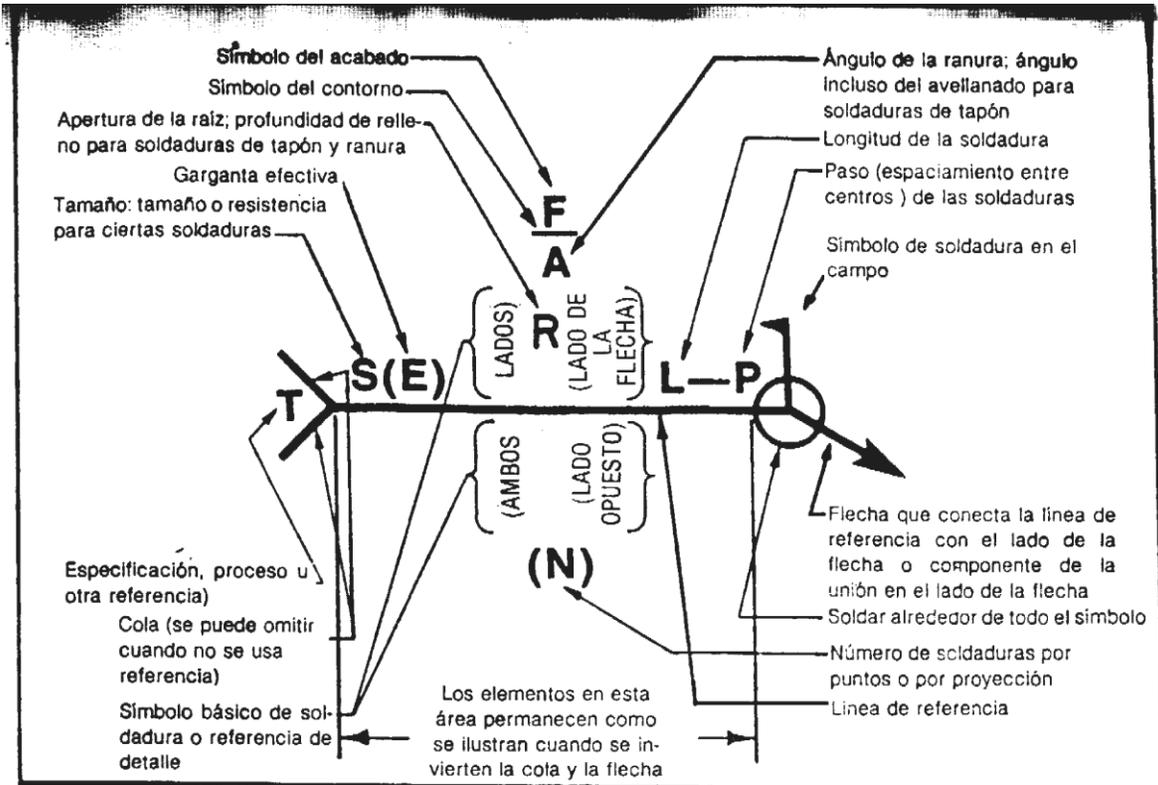
Soldadura Automática -AU

Soldadura a máquina -ME

Soldadura Manual -MA

Soldadura semiautomática -SA

**Figura 4.7 Partes del símbolo de soldadura**



### Conclusiones:

Los símbolos de soldadura nos ayudan a facilitar la expresión “indicar en donde se va a aplicar la soldadura”, principalmente los símbolos son una forma de abreviar la expresión de la soldadura y mejor comprensión de la soldadura.

### Bibliografía:

Welding Society, Welding Handbook, 6ª.  
Ed., 1968, sección 1 pags. 1.45-1.49, 1.39-1.40  
Henry Horwitz  
Soldadura aplicaciones y practica  
Editorial Alfa Omega

## **UNIDAD V**

# **DEFECTOS DE LA SOLDADURA Y SUS POSIBLES CAUSAS**

### **5.1 Efecto de soplado**

Alrededor del electrodo, del arco y de la pieza se forman campos magnéticos. Estos campos magnéticos ejercen fuerzas sobre el arco. Debido a que el arco es móvil, el mismo es desviado por las fuerzas magnéticas. Este proceso se denomina efecto de soplado. El efecto de soplado se presenta solamente al soldar con corriente continua. Este efecto no se presenta prácticamente con corriente alterna, ya que la misma cambia de sentido conforme a su frecuencia.

Los campos electromagnéticos cambian también continuamente de sentido y prácticamente se anulan. El efecto de soplado se nota especialmente al soldar en acero, debido a que los campos magnéticos en el acero son muy intensos. El acero es un material fuertemente magnetizable. El efecto de soplado es desfavorable, perturbando la soldadura uniforme y dificultando el flujo de la escoria, forma defectuosa del cordón y mala fusión. El efecto de soplado se puede dominar mediante determinadas medidas.

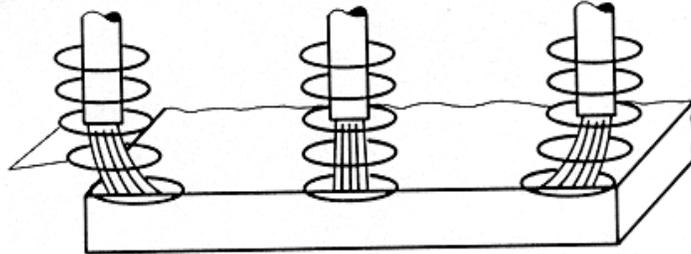
## EFFECTO DE SOPLADO

El arco como cada conductor de corriente eléctrica está rodeado de un campo electromagnético. Si se impide la extensión pareja del campo electromagnético, entonces efectúa una desviación del arco: el soplado.

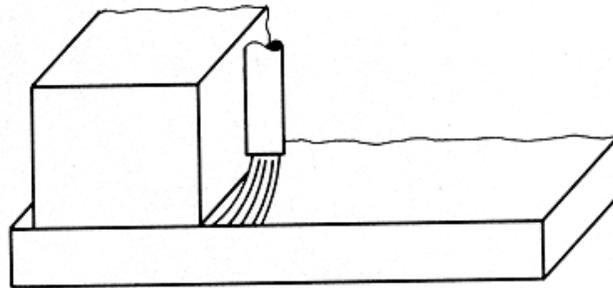
### RAZONES PARA EL EFECTO DEL SOPLADO, SOBRE TODO CON CORRIENTE CONTINUA

Soldar en un borde de una pieza

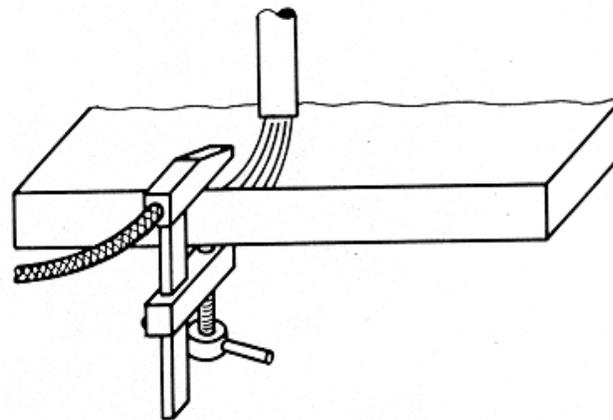
Campo magnético



Soldar cerca de piezas con mayor tamaño



Soldar cerca del punto de conexión



### MEDIDAS CONTRA EL SOPLADO

Inclinar el electrodo.  
Utilizar dos puntos de conexión o cambiar el punto de conexión.  
Puntear varios puntos antes de soldar.  
Precalentamiento de la pieza.  
Utilizar corriente alterna en vez de corriente continua.

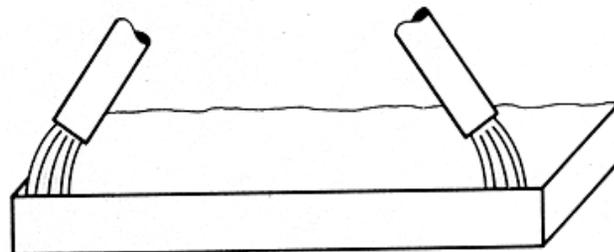
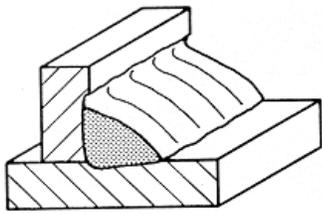


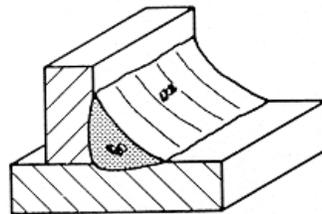
Figura 5.1 efectos del soplado

**DEFECTOS DE SOLDADURA Y SUS POSIBLES CAUSAS - PRESENTADO POR EJEMPLO EN SOLDADURAS EN ANGULO INTERIOR**



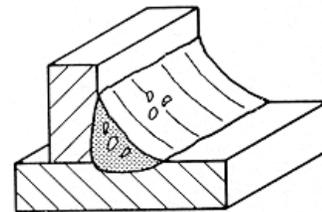
**ENTALLADURAS**

Demasiada intensidad.  
Posición del electrodo muy escarpado.  
Arco demasiado largo



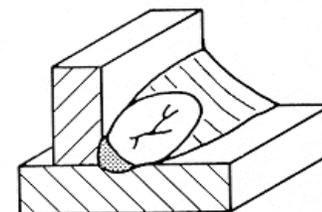
**INCLUSIONES DE ESCORIA**

Intensidad muy baja  
Demasiada velocidad de soldadura  
Sobre soldar sin desprender los restos de escoria en soldaduras de varios cordones.



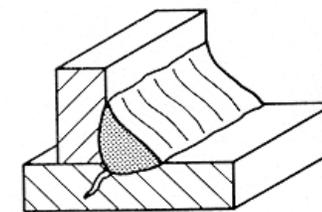
**INCLUSIONES GASEOSAS (POROSIDADES)**

Superficie ensuciada (óxido, grasa, capas superficiales)  
Arco demasiado largo.  
Humedad exagerada en el revestimiento, sobre todo en electrodos básicos.



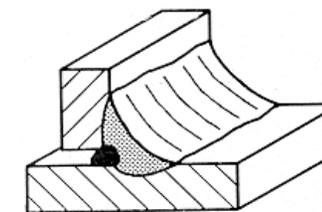
**CRATER FINAL**

Retiro del electrodo de la fusión demasiado rápido, sobre todo con intensidades muy elevadas peligro de fisuras de contracción.



**FISURAS DE LA TRANSICION DEL CORDON**

Material no adecuado para soldar.  
Enfriamiento demasiado rápido después de soldar (enfriamiento brusco).



**DEFECTOS DEL RAIZ**

Llegada de escoria a la raíz cuando las piezas no están bien ajustadas.

Figura 5.2 Defectos de la soldadura y sus posibles causas

## 5.2 Tendencia al endurecimiento al soldar

Las condiciones para el endurecimiento se cumplen cuando, mediante calentamiento, la temperatura sobrepasa los  $723\text{ }^{\circ}\text{C}$  (en aceros al carbono) y a continuación se produce un enfriamiento rápido. El endurecimiento sigue siendo determinado por el valor del contenido en carbono y, en aceros de baja aleación, también por los componentes de la aleación.

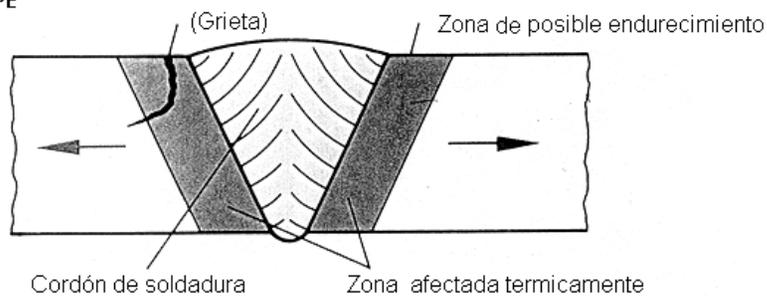
### TENDENCIA DEL ENDURECIMIENTO AL SOLDAR

El endurecimiento se presenta a través de un calentamiento y un enfriamiento brusco cuando el acero tiene un contenido de carbono por encima de \_\_\_\_\_

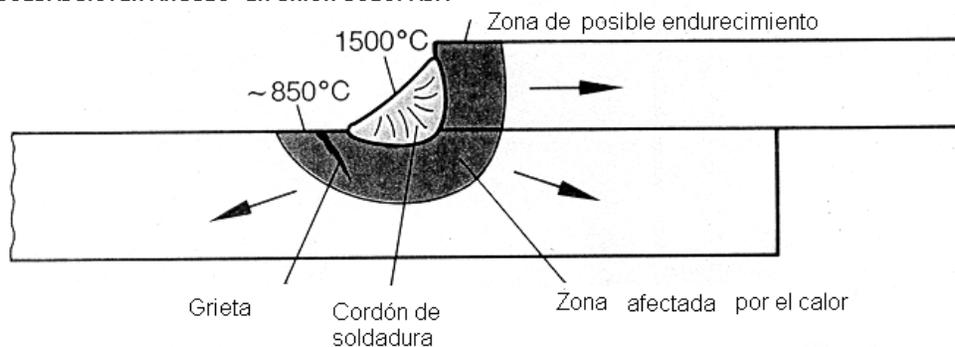
El endurecimiento es inducido:

1. Por el contenido del carbono
2. Por el contenido de elementos de aleación
3. Por el aumento de la velocidad de enfriamiento.

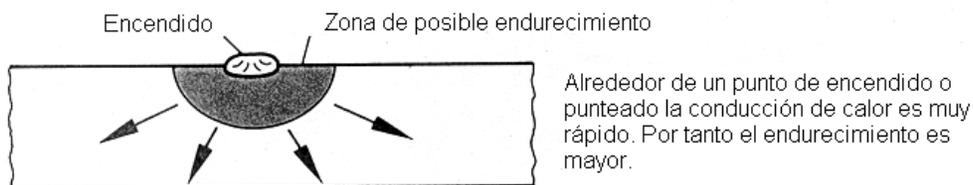
#### A TOPE



#### SOLDADURA EN ANGULO EN UNION SOLOPADA



#### SITIO DE ENCENDIDO O APUNTEADO



Conducción rápida del calor en la dirección de las flechas.

Figura 5.3 Tendencia del endurecimiento al soldar

## CAPITULO VI

### PRACTICAS DE SEGURIDAD EN SOLDADURA

# 1. Prácticas generales de seguridad



Entrenese y lea las instrucciones antes de trabajar en la máquina o soldar o cortar. Lea las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales (MSDSs) para los metales, consumibles, y recubrimientos.



Use anteojos de seguridad aprobados con resguardos laterales hasta debajo de su careta o un protector para la cara y durante todo el tiempo en el área de trabajo.



Lea el Manual del Dueño del equipo para información más completa sobre seguridad.

Use un arnés de seguridad si está trabajando más arriba del nivel del piso.

Mantenga a los niños lejos de todo el equipo y los procesos. No instale o ponga la máquina sobre superficies inflamables.

Haga que solamente personas capacitadas instalen, usen, o den servicio a todo el equipo.

# 2. Peligros en la soldadura por arco



**Una descarga eléctrica de un electrodo de soldar o el alambrado puede matarle.**



Utilice guantes aislantes secos y ropa de protección. No toque el electrodo con la mano desnuda. No use guantes mojados o deteriorados.

No toque partes eléctricamente vivas.

No use la salida de soldadura CA en espacios húmedos, mojados o limitados.

Use la salida CA SOLAMENTE si lo requiere el proceso de soldadura.

Si se requiere la salida CA, use un control remoto si hay uno presente en la unidad.



Protéjase de el golpe eléctrico aislandose usted mismo del trabajo y la tierra. Use material para aislar seco y que no sea inflamable si es posible, o use felpudo seco hecho de hule, madera seca o madera contrachapada, u otro equipo aislante seco lo suficientemente grande para cubrir toda su área de contacto con el trabajo o la tierra, y luego asegúrese que no haya fuego.



Desconecte el enchufe de entrada o la potencia de entrada antes de trabajar en la máquina.

No haga conexiones de entrada si usted no puede distinguir los colores, o es daltoniano.

Inspeccione con frecuencia el cordón de entrada para determinar que no haya alambres averiados o desnudos; repare o reemplace el cordón inmediatamente si tiene averías. Asegúrese que el alambre de tierra de entrada esté conectado apropiadamente a un terminal de tierra en la caja de desconexión o disyuntor.

Instale el equipo y conecte a la tierra de acuerdo al manual del operador y los códigos nacionales estatales y locales.



**El humo o gases provenientes de la soldadura pueden ser peligrosos a su salud.**



Mantenga su cabeza fuera del humo. No respire el humo. Use suficiente ventilación, ventile el arco, o ambos, para mantener el humo y los gases fuera de su zona de respiración y el área en general.

Lea las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales (MSDSs) para los metales, consumibles, y recubrimientos.



Use ventilación forzada o ventile el área por succión forzada en el arco para quitar los gases y el humo de su área de respiración.

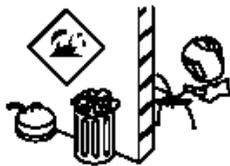


Use un ventilador para quitar los gases y humo de su zona de respiración y área de soldar.

Si no está convencido de cuan buena es la ventilación o escape de los gases, haga que se mida la exposición y se las compare a los valores límites de umbral (TLV en inglés) en las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales (MSDSs).



**El soldar puede causar fuego o explosión.**



No suelde cerca de materiales inflamables. Mueva los materiales inflamables por lo menos a una distancia de 35 pies (11 metros) o protéjalos con cubiertas contra llamas (véase NFPA 51B catalogado en Sección 7).



El soldar puede causar fuego. Tenga un extinguidor de fuego cercano y tenga una persona vigilando que esté lista a usarlo.



No suelde tambores, tanques, o cualquier recipiente cerrado a no ser que una persona capacitada les ha examinado y los ha declarado, o esté preparado a declararlos, seguros (véase AWS F4.1 catalogado en Sección 7).



**Los rayos del arco pueden quemar sus ojos y piel.**



Use protección para los oídos y abotónese el cuello de la camisa (véase Sección 8 para escoger la obscuridad (densidad) correcta del lente filtro).



Use una gorra de soldador y anteojos de seguridad con guardas laterales. Use protección para los oídos cuando esté soldando fuera de posición o en espacios limitados. Abotónese el cuello de la camisa.

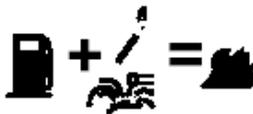


Use protección de cuerpo completo. Use ropa protectora que no tenga aceite tal como guantes de cuero (piel), una camisa pesada, pantalones sin bastas y botas altas.

### 3. Peligros del motor



**El combustible puede causar fuego o explosión.**



El combustible del motor más llamas o chispas pueden causar un fuego.

No suelde cerca del combustible del motor.

No derrame el combustible. Si ha derramado el combustible, límpielo y no arranque el motor hasta que el vapor del combustible se haya disipado.



No fume mientras esté añadiendo combustible o esté cerca del combustible o vapores de combustible.



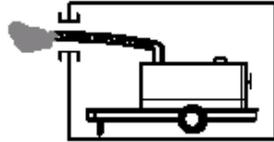
Pare el motor antes de rellenarlo de combustible.



No ponga combustible en un motor caliente. Detenga el motor y déjelo enfriar antes de verificar o añadir combustible.



**Los gases de escape del motor pueden matarle.**



Ventile hacia afuera el escape y aléjelo de cualquier toma de aire para el edificio.



Use la unidad al aire libre en lugares abiertos, y bien ventilados.



**Partes que se mueven pueden causarle heridas.**

Mantenga sus manos, cabello, ropa floja, y herramientas lejos de las partes que se mueven tales como ventiladores, correas, y rotores. Mantenga todas las puertas, paneles, cubiertas y guardas cerradas y en su lugar.



**Una explosión de la batería puede enceserarlo y lesionarlo.**

Las chispas pueden causar que los gases de la batería estallen.  
No fume y mantenga fósforos y llamas lejos de la batería.  
Use un resguardo para la cara o anteojos de seguridad cuando esté trabajando en, o cerca de la batería.



**El ácido de la batería puede quemar la piel.**

No derrame el ácido.  
Use guantes de hule (caucho) y defensa o protección a la cara o anteojos de seguridad cuando esté trabajando en una batería.



**El vapor y líquido refrigerante del motor caliente, le puede quemar.**

Verifique el nivel de líquido refrigerante cuando el motor esté frío para evitar escaldaduras.  
Si el motor está caliente y hay que chequearlo, use anteojos de seguridad y guantes, y ponga un trapo sobre la tapa del radiador. Dé la vuelta a la tapa ligeramente y permita que la presión escape antes de quitar la tapa completamente.



**Las chispas del escape pueden causar incendio.**

Use un arrestador de chispas aprobado para el escape del motor en los lugares requeridos, véase los códigos aplicables.

Mantenga el escape y los tubos de escape lejos de materiales inflamables.

No ubique la unidad cerca de materiales inflamables.

## 4. Peligros del corte por plasma



**El cortar puede causar fuego o explosión.**



No corte cerca de materiales inflamables. Mueva los materiales inflamables por lo menos a una distancia de 35 pies (11 metros) o protéjalos con cubiertas contra llamas (véase NFPA 51B catalogado en Sección 7).



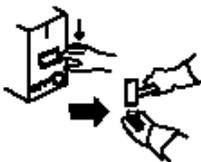
Las chispas provenientes del corte pueden causar fuego. Tenga un extinguidor de fuego cercano y tenga una persona vigilando que esté lista a usarlo.



No corte tambores, tanques, o cualquier recipiente cerrado a no ser que una persona capacitada les ha examinado y los ha declarado, o esté preparado a declararlos, seguros (véase AWS F4.1 catalogado en Sección 7).



**El arco de plasma puede causar lesiones y quemaduras.**



Apague la potencia de entrada antes de desarmar la antorcha.



No agarre material que esté cerca del área de cortadura.

No toque las partes calientes con las manos sin protección.



**Una descarga eléctrica de la antorcha o del cableado, le puede matar.**



Use guantes aislantes secos. No use guantes mojados o deteriorados.

No toque el electrodo con la mano desnuda.



Protéjase de el golpe eléctrico aislandose usted mismo del trabajo y la tierra. Use material para aislar seco y que no sea inflamable si es posible, o use felpudo seco hecho de hule, madera seca o madera contrachapada, u otro equipo aislante seco lo suficientemente grande para cubrir toda su área de contacto con el trabajo o la tierra, y luego asegúrese que no haya fuego.



Desconecte el enchufe de entrada o la potencia de entrada antes de trabajar en la máquina.

No haga conexiones de entrada si usted no puede distinguir los colores, o es daltoniano.

Inspeccione con frecuencia el cordón de entrada para determinar que no haya alambres averiados o desnudos; repare o reemplace el cordón inmediatamente si tiene averías. Asegúrese que el alambre de tierra de entrada esté conectado apropiadamente a un terminal de tierra en la caja de desconexión o disyuntor.

Instale el equipo y conecte a la tierra de acuerdo al manual del operador y los códigos nacionales estatales y locales.



**El humo y gases del corte pueden ser peligrosos a su salud si los respira.**



Mantenga su cabeza fuera del humo. No respire el humo. Use suficiente ventilación, ventile el arco, o ambos, para mantener el humo y los gases fuera de su zona de respiración y el área en general.

Lea las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales (MSDSs) para los metales, consumibles, y recubrimientos.



Use ventilación forzada o ventile el área por succión forzada en el arco para quitar los gases y el humo de su área de respiración.



Use un ventilador para quitar los gases y humo de su zona de respiración y área de soldar.

Si no está convencido de cuan buena es la ventilación o escape de los gases, haga que se mida la exposición y se las compare a los valores límites de umbral (TLV en inglés) en las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales (MSDSs).



**Los rayos del arco pueden quemar sus ojos y piel.**



Use protección para los oídos y abotónese el cuello de la camisa (véase Sección 8 para escoger la obscuridad (densidad) correcta del lente filtro).



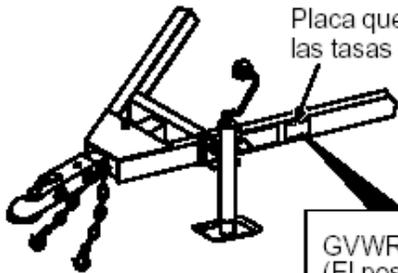
Use una gorra de soldador y anteojos de seguridad con guardas laterales. Use protección para los oídos cuando esté soldando fuera de posición o en espacios limitados. Abotónese el cuello de la camisa.



Use protección de cuerpo completo. Use ropa protectora que no tenga aceite tal como guantes de cuero (piel), una camisa pesada, pantalones sin bastas y botas altas.

## 5. Seguridad del remolque

**El sobrecargar el remolque puede causar lesiones graves, o daño al equipo.**



Placa que muestra las tasas

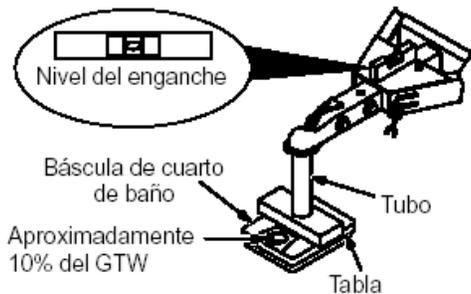
Sepa la capacidad del remolque.

No sobrecargue el remolque.

Seleccione un vehículo impulsador apropiado.

GVWR en inglés – Tasa bruta de peso del vehículo (El peso total del remolque máximo incluyendo su carga)  
GAWR en inglés – Tasa bruta de peso para el eje  
VIN NO en inglés – Número de identificación del vehículo

**El peso incorrecto de la punta del enganche puede causar vaivén sin control del remolque y pérdida de control del vehículo impulsador que resultaría en lesiones graves y daño al equipo.**



Instale el generador de acuerdo al Manual del Dueño con el extremo del motor hacia el enganche del remolque.

Conecte el armazón del generador a tierra en el armazón del remolque; véase el Manual del Dueño.

Distribuya el peso de manera que el peso del enganche sea aproximadamente 10% del peso bruto del remolque (GTW en inglés).

No deje que el peso de la punta del enganche exceda la tasa de peso del acople y la punta del enganche.

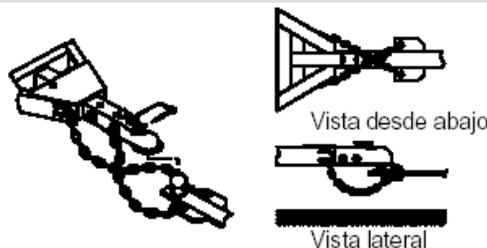
Remolque y enganche clase <sup>1</sup>	Tasa bruta del peso del vehículo GVWR lb. (kg)	Peso bruto del remolque GTW <sup>2</sup> lb (kg)	Máximo peso en la punta del enganche <sup>3</sup> lb (kg)
1	Hasta 2000 (910)	1000 (455) 2000 (910)	100 (45) 200 (90)
2	2000 a 3500 (910 a 1590)	2000 (910) 3500 (1590)	200 (90) 350 (158)
3	3500 a 5000 (1590 a 2270)	3500 (1590)	350 (158)

1 Información desde SAE J684 mayo 1987

2 Peso bruto del remolque (peso total actual)

3 10% del GTW recomendado

**Las cadenas de seguridad pueden evitar que el remolque se desprenda del vehículo impulsador en caso de que el enganche/acople falle.**

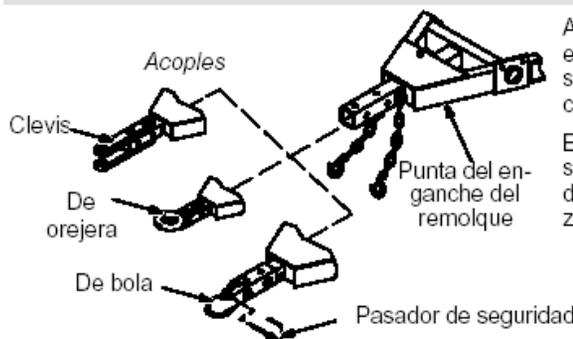


Siempre use cadenas de seguridad cuanto esté remolcando.

Cruce a las cadenas de seguridad debajo del acople para evitar que la punta del enganche se caiga al suelo.

Permita solamente que las cadenas estén lo suficientemente flojas para permitir curvas apretadas.

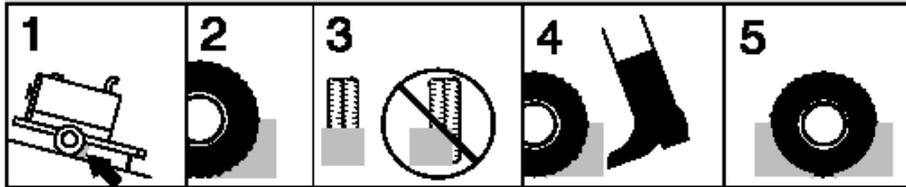
**El tamaño o tasa incorrecta del enganche puede causar que el remolque se separe del vehículo que lo está impulsando.**



Asegúrese que la bola y el acople del enganche sea del tamaño apropiado, se apareje la una con el otro y estén completamente conjuntados.

En acoples de bola opcionales, siempre inserte el pasador de seguridad del enganche antes de comenzar a remolcar el remolque.

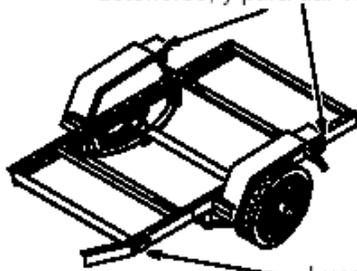
**Deben ponerse cuñas bajo las ruedas cuando se desengancha el remolque del vehículo impulsador.**



1. Ponga la cuña en la dirección de la bajada.
2. Ubique la cuña apretadamente atrás de la llanta.
3. Ponga a la cuña completamente en línea con la llanta.
4. Patéele a la cuña en su lugar.
5. Para más protección, ponga cuñas en ambos lados de la llanta.

**Luces que funcionen incorrectamente pueden causar accidentes.**

Luces de guía, de alto/detenerse, y para dar vuelta



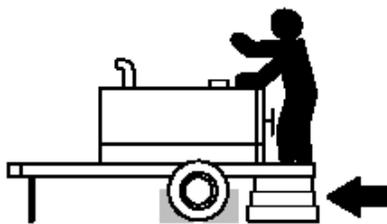
Luces laterales

Asegúrese que las conexiones de luz para el vehículo y el remolque se aparejen la una con la otra y estén bien conjuntadas.

Verifique que todas las luces funcionen apropiadamente antes de usar el remolque.

Chequee la condición de los alambres del cableado, enchufes, focos o bombillos, y conexiones en una forma regular. Repare, o reemplace bombillos, piezas, o alambres averiados.

**Inclinación inesperada del remolque puede causar lesiones y daño.**



Cuando vaya a separar el remolque del vehículo impulsador; use un gato al frente y bloques debajo de la parte de atrás para evitar que se mal incline.

Use los bloques apropiados que sean lo suficientemente grandes y capaces de soportar el peso necesario.

Siempre ponga cuñas en las ruedas cuando desenganche el remolque.

**Herrajes y sujetadores flojos o incorrectos pueden causar lesiones y daño.**



Periódicamente chequee más de una vez, todas las tuercas y pernos para asegurarse que estén apretados y en buena condición.

Si fuera necesario, siempre reemplace cualquier sujetador con otro del mismo tamaño, grado y tipo.

Asegúrese que las marcas de grado en los sujetadores de reemplazo sean iguales que las del perno original. La marca de identificación del fabricante no es crítica y no importa en un sujetador de reemplazo.

## 6. Situaciones y equipo especiales



### Espacios limitados pueden ser peligrosos.

Los espacios limitados son lugares que no tienen suficiente espacio para movimiento completo y a menudo carecen de ventilación, tal como tanques de almacenamiento, tinas o tinajas, túneles, calderas, tubos, recintos interiores de barcos, esquinas de un recinto, cerca de las esquinas del cielo raso o piso, o dentro de un hoyo. Los gases pueden acumularse y formar concentraciones peligrosas.

Siempre abra todas las tapas, quite cualquier material peligroso o tóxico, consiga ventilación forzada, y proporcione la manera de apagar toda la potencia y gas desde adentro.

Nunca trabaje solo; tenga comunicación constante con alguien afuera quien puede apagar la potencia o el gas rápidamente, esté entrenado en procedimientos de rescate y le puede sacar a usted en caso de una emergencia.

No use salida de soldadura CA en espacios encerrados.

Protéjase de el golpe eléctrico aislandose usted mismo del trabajo y la tierra. Use material para aislar seco y que no sea inflamable si es posible, o use felpudo seco hecho de hule, madera seca o madera contrachapada, u otro equipo aislante seco lo suficientemente grande para cubrir toda su área de contacto con el trabajo o la tierra, y luego asegúrese que no haya fuego.

Siempre chequee y monitoree la calidad del aire en el espacio. Los humos y gases de soldadura y corte pueden desplazar el aire y disminuir el contenido de oxígeno; use ventilación, y si fuera necesario, un respirador con fuente externa de aire. Asegúrese que el aire que esté respirando sea seguro.

Siempre recuerde: Todos los peligros normales de soldadura y corte de arco son amplificados en espacios limitados (véase ANSI Z49.1 catalogado en Sección 7).



### Los cilindros pueden estallar si están averiados.

Los cilindros que contienen gas protector tienen este gas a alta presión. Si están averiados los cilindros pueden estallar. Como los cilindros son normalmente parte del proceso de soldadura, y puedan ser parte del proceso de cortar, siempre trátelos con cuidado.

Proteja cilindros de gas comprimido del calor excesivo, golpes mecánicos, escoria, llamas, chispas y arcos.

Instale y asegure los cilindros en una posición vertical asegurándolos a un soporte estacionario o un sostén de cilindros para prevenir que se caigan o se desplomen.

Mantenga la tapa en sitio sobre la válvula, excepto cuando el cilindro esté en uso o esté conectado para uso.

Los cilindros son pesados; use un aparato para levantarlos y métodos protectores para prevenir lesiones a la espalda.

Lea y siga las instrucciones sobre los cilindros de gas comprimido, equipo asociado, y la publicación CGA P-1 catalogada en los Estándares de Seguridad (véase Sección 7).



### Campos magneticos puede afectar a marcadores de paso.

Personas que usan marcadores de paso manténgase lejos de la operaciones de soldadura de arco y cortadura y del equipo.

Las personas que usan Marcadores de Paso deben consultar su médico antes de acercarse a procesos de soldadura de arco, de punto, cortar por arco o de ranuración.



**Partes calientes puedan causar quemaduras severas.**

No toque partes y piezas que hayan sido soldadas o cortadas con la mano sin guante. Si tiene que manejarlas, use las herramientas apropiadas y use guantes aislados de soldadura para prevenir quemaduras.

Permita un periodo de enfriamiento antes de manejar las piezas o trabajar en una antorcha o pistola de soldar.

## 7. Estándares Principales de Seguridad

*Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes*, Estándar ANSI Z49.1, de la American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Rd, Miami FL 33126 (teléfono: 305-443-9353, website: [www.aws.org](http://www.aws.org)).

*Recommended Safe Practices for the Preparation for Welding and Cutting of Containers and Piping*, del American Welding Society Estándar AWS F4.1, de la American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Rd, Miami, FL 33126 (teléfono: 305-443-9353, website: [www.aws.org](http://www.aws.org)).

*Código Nacional Eléctrico, NFPA estándar 70*, de la Asociación Nacional de Protección de Fuego, P.O. Box 9101, 1 Battery March Park, Quincy, MA 02269-9101 (teléfono: 617-770-3000, website: [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org) y [www.sparky.org](http://www.sparky.org)).

*El manejo seguro de gases comprimidos en cilindros*, pamfleto CGA P-1, de la Compressed Gas Association, 1235 Jefferson Davis Highway, Suite 501, Arlington, VA 22202-4102 (teléfono: 703-412-0900, website: [www.cganet.com](http://www.cganet.com)).

*Código para seguridad en cortar y soldar, estándar CSA W117.2*, de la Canadian Standards Association, ventas estándares, 178 Rexdale Boulevard, Rexdale, Ontario, Canada M9W 1R3 (teléfono: 800-463-6727 o en Toronto 416-747-4044, website: [www.csa-international.org](http://www.csa-international.org)).

*Práctica segura para la protección de ojos y cara en ocupación y educación*, estándar ANSI Z87.1 del Instituto Americano Nacional de Estándar, 11 West 42nd Street, New York, NY 10036-8002 (teléfono: 212-642-4900, website: [www.ansi.org](http://www.ansi.org)).

*Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work*, Estándar NFPA 51B, de la National Fire Protection Association, P.O. Box 9101, 1 Battery March Park, Quincy, MA 02269-9101 (teléfono: 617-770-3000, website: [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org) y [www.sparky.org](http://www.sparky.org)).

OSHA, Estándares de Seguridad y Salud Ocupacional para la Industria en General, Título 29, Código de las Regulaciones Federales (CFR), Parte 1910, Subparte Q, y Parte 1926, Subparte J, de la Oficina de Imprimir del Gobierno de EE.UU., Superintendente de Documentos, P.O. Box 371954, Pittsburgh, PA 15250 (hay 10 Oficinas Regionales-teléfono para la Región 5, Chicago, es 312-353-2220, website: [www.osha.gov](http://www.osha.gov)).

Folleto, *TLVs, Threshold Limit Values. . .*, del American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 1330 Kemper Meadow Drive, Suite 600, Cincinnati, OH 45240-1634 (teléfono: 513-742-2020, website: [www.acgih.org](http://www.acgih.org)).

## 8. Guía para seleccionar la densidad del lente filtro

Operación/ proceso	Tamaño de electrodo pulg. (mm.)	Corriente del arco (Amperios)	Densidad mínima protectora	Número de densidad sugerida* (Comodidad)
Soldadura Convencional por Electrodo (SMAW)	Menos de 3/32 (2,5)	Menos de 60	7	—
	3/32–5/32 (2,5–4)	60–160	8	10
	5/32–1/4 (4–6,4)	160–250	10	12
	más de 1/4 (6,4)	250–550	11	14
Soldadura MIG (GMAW) y Soldadura MIG con Alambre Tubular (FCAW)		Menos de 60	7	—
		60–160	10	11
		160–250 250–550	10 10	12 14
Soldadura TIG (GTAW)		Menos de 50	8	10
		50–150	8	12
		150–500	10	14
Cortadura por Carbón Aire (CAC-C)	(Liviano)	Menos de 500	10	12
	(Pesado)	500–1000	11	14
Soldadura Plasma (PAW)		Menos de 20	6	6 a 8
		20–100	8	10
		100–400	10	12
		400–800	11	14
Cortadura por Plasma (PAC)		Menos de 20	4	4
		20–40	5	5
		40–60	6	6
		60–80	8	8
		80–300	8	9
		300–400 400–800	9 10	12 14
Antorcha de soldadura fuerte (TB)		—	—	3 ó 4
Soldando con antorcha		—	—	2
Soldando con arco al carbono (CAW)		—	—	14
	Grosor de la placa			
	pulg.	mm		
Soldadura autógena (OFW)	Debajo de 1/8	Debajo de 3,2		4 ó 5
	1/8 a 1/2	3,2 a 12,7		5 ó 6
	Sobre 1/2	Sobre 12,7		6 ó 8
Oxygen Cutting (OC)	Light	Debajo de 25		3 ó 4
	Medium	25 a 150		4 ó 5
	Heavy	Sobre 150		5 ó 6

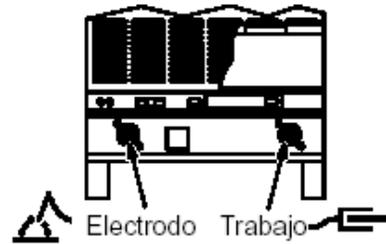
\*Como una regla general, comience con una densidad de lente que es demasiado oscura para ver la zona de soldadura o corte. Entonces use un lente filtro de menor densidad que le dé suficiente vista de la zona para soldar o cortar sin irse debajo del mínimo. En soldadura, cortadura, y soldadura fuerte autógena, donde la antorcha produce una luz alta amarilla, es recomendado el uso de un lente filtro que absorba la línea de luz amarilla, o de sodio en la porción visible del espectro de operación.

Guía adaptada de ANSI Z49.1, 1999. Datos de plasma y cortadura por arco de baja corriente (0–80 amperios) proporcionada por Miller Electric Mfg. Co.

## 9. Seleccionando los Tamaños del Cable\*



- ▲ Apague la potencia antes de conectar a los bornes terminales de soldadura.
- ▲ No use cables que estén desgastados, averiados, de tamaño muy pequeño, o mal empalmados.



Amperios de Soldadura	Largo de Cable Total (Cobre) en el Circuito de Soldadura que no Exceda***			
	30 m (100 pies) o Menos		45 m (150 pies)	60 m (200 pies)
	10 – 60% ciclo de trabajo	60 – 100% ciclo de trabajo	10 – 100% ciclo de trabajo	
100	4 (20)	4 (20)	4 (20)	3 (30)
150	3 (30)	3 (30)	2 (35)	1 (50)
200	3 (30)	2 (35)	1 (50)	1/0 (60)
250	2 (35)	1 (50)	1/0 (60)	2/0 (70)
300	1 (50)	1/0 (60)	2/0 (70)	3/0 (95)
350	1/0 (60)	2/0 (70)	3/0 (95)	4/0 (120)
400	1/0 (60)	2/0 (70)	3/0 (95)	4/0 (120)
500	2/0 (70)	3/0 (95)	4/0 (120)	2 ea. 2/0 (2x70)
600	3/0 (95)	4/0 (120)	2 ea. 2/0 (2x70)	2 ea. 3/0 (2x95)
700	4/0 (120)	2 ea. 2/0 (2x70)	2 ea. 3/0 (2x95)	2 ea. 4/0 (2x120)
800	4/0 (120)	2 ea. 2/0 (2x70)	2 ea. 3/0 (2x95)	2 ea. 4/0 (2x120)
900	2 ea. 2/0 (2x70)	2 ea. 3/0 (2x95)	2 ea. 4/0 (2x120)	3 ea. 3/0 (3x95)
1000	2 ea. 2/0 (2x70)	2 ea. 3/0 (2x95)	2 ea. 4/0 (2x120)	3 ea. 3/0 (3x95)
1250	2 ea. 3/0 (2x95)	2 ea. 4/0 (2x120)	3 ea. 3/0 (3x120)	4 ea. 3/0 (4x95)

\*Esta tabla es una guía general y puede que no sea apta para todas las aplicaciones. Si ocurre sobrecalentamiento del cable (usted normalmente puede olerlo), use el siguiente tamaño mayor de cable.

\*\*El tamaño del cable de soldar está basado en ya sea 4 voltios o menos de caída, o una densidad corriente de por lo menos 300 mils circulares por amperios. ( ) = mm<sup>2</sup>

\*\*\*Para distancias más grandes que aquellas que se muestran en esta guía, llame a un representante de aplicaciones de la fábrica al número 920-735-4505.

**APENDICE 8**

**CURSO DE FORMACIÓN DE  
SOLDADORES NIVEL I  
  
LIBRO DE PRÁCTICAS**

## **CONTENIDO**

**CONDICIONES DE SEGURIDAD A SER TOMADAS EN CUENTA ANTES DE UTILIZAR EL EQUIPO**

### **PRACTICA 1.**

**ENSAMBLE DEL EQUIPO PARA SOLDADURA DE ARCO METALICO PROTEGIDO**

**PRACTICA 2. MANERA DE ESTABLECER Y MANTENER UN ARCO**

**PRACTICA 3. FORMACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO CON CORDONES ONDULADOS**

**PRACTICA 4. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE DE RANURA ESCUADRADA EN POSICIÓN PLANA**

**PRACTICA 5. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE DE UNA RANURA EN V EN POSICIÓN PLANA**

**PRACTICA 6. SOLDADURA DE UNA JUNTA, A TOPE DE UNA RANURA EN V EN POSICIÓN PLANA**

**PRACTICA 7. HECHURA DE UNA SOLDADURA DE FILETE DE UN SOLO CORDÓN EN POSICIÓN PLANA**

**PRACTICA 8. APLICACIÓN DE CORDONES HORIZONTALES SOBRE UNA PLACA VERTICAL**

**PRACTICA 9. FORMA DE HACER UNA SOLDADURA DE FILETE DE VARIOS CORDONES EN POSICIÓN HORIZONTAL**

**PRACTICA 10. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE DE UNA RANURA EN V EN POSICIÓN HORIZONTAL**

**PRACTICA 11. PRACTICAS DE APLICACIÓN DE CORDONES VERTICALES Y DE ONDEADO VERTICAL**

**PRACTICA 12. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE DE UNA RANURA EN V EN POSICIÓN VERTICAL**

**PRACTICA 13. SOLDADURA DE UNA JUNTA DE ESQUINA VERTICAL**

**PRACTICA 14. HECHURA DE CORDONES RECTOS EN POSICIÓN HACIA ARRIBA O DE SOBRECABEZA**

**PRACTICA 15. HECHURA DE SOLDADURAS DE FILETE DE VARIAS PASADAS EN POSICIÓN HACIA ARRIBA O DE SOBRECABEZA**

**PRACTICA 16. PREPARACIÓN Y SOLDADURA DE UNA JUNTA TOPE DE RANURA DE UNA SOLA V EN POSICIÓN HACIA ARRIBA O DE SOBRECABEZA**

**PRACTICA 17. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE CON RANURA ESCUADRADA EN TUBO DE ACERO EN LA POSICION 5G**

**PRACTICA 18. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE CON RANURA ESCUADRADA EN UN TUBO DE ACERO EN LA POSICIÓN 2G**

**PRACTICA 19. SOLDADURA EN RODAMIENTO DE UNA JUNTA A TOPE, CON UNA RANURA  
EN V, EN TUBO DE ACERO  
CUESTIONARIO DE REPASO**

## **LIBRO DE PRÁCTICAS DE LA SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO**

### **CONDICIONES DE SEGURIDAD A SER TOMADAS EN CUENTA ANTES DE UTILIZAR EL EQUIPO**

Antes de utilizar el equipo es importante considerar los siguientes aspectos:

1. Asegúrese de que el equipo este en buenas condiciones de trabajo.
2. Utilice sólo porta-electrodos diseñados específicamente para soldadura de arco metálico protegido, y de capacidad suficiente para trabajar a la corriente nominal máxima requerida por los electrodos que han de usarse en el trabajo.
3. Compruebe que tanto la maquina de soldar como sus accesorios estén limpios, libres de grasa y aceite, así como de cualesquiera otros riesgos potenciales, como líquidos, limaduras o rebabas metálicas que pudieran ocasionar cortos circuitos en la maquina.
4. Utilice el equipo de soldar a una distancia segura de los materiales inflamables y explosivos y de los cilindros de gas. Nota: Si esto no es posible, utilice compuertas o pantallas protectoras, a prueba de fuego, para impedir que puedan llegar chispas a los materiales combustibles.
5. Póngase una careta, o lleve consigo un protector de mano. Use gafas debajo de la careta, como protección contra los rayos perjudiciales que provengan de otros trabajos adyacentes, o de chispas y partículas voladoras.
6. Proteja contra los destellos del arco a las personas que estén cerca, circundando con pantallas o mamparas las zonas de trabajo, o proporcionándoles gafas contra destellos.
7. Use la ropa protectora especificada, especialmente al soldar en recintos cerrados, y en las posiciones vertical y hacia arriba.
8. Nunca trabaje en zonas húmedas que no estén aisladas contra choques eléctricos; conserve secas las manos y los pies.
9. Nunca enfríe los portaelectrodos calientes sumergiéndolos en agua; esto puede exponerlo a un choque eléctrico. *Advertencia:* Nunca tope dos portaelectrodos con

fuentes de poder individuales al mismo tiempo, esto puede producirle un choque eléctrico grave o quemaduras serias.

## **PRACTICA 1.**

### **ENSAMBLE DEL EQUIPO PARA SOLDADURA DE ARCO METALICO PROTEGIDO**

**OBJETIVO:** Aprender a disponer el trabajo en el equipo, para soldar con arco metálico protegido.

**TIEMPO REQUERIDO:** ¼ de hora.

**EQUIPO, HERRAMIENTA Y MATERIALES REQUERIDOS:** el equipo, las herramientas y los materiales anotados a continuación son los elementos que normalmente se emplean para los trabajos de soldadura con arco metálico protegido, mismos que se requerirán en todos los ejercicios subsecuentes de soldadura.

4. Ropa y Equipo de protección
5. Maquina para soldadura de arco, incluyendo:
  - a) Cables de tierra y del portaelectrodo.
  - b) Sujetador o prensas para tierra.
  - c) Portaelectrodo.
6. Equipo no eléctrico.
  - a) Mesa de soldadura [para partes pequeñas] con tornillo giratorio de banco, prensas, agujeros y ranuras para colocación, portacable de tierra, y contenedores de electrodo.
  - b) Martillo de rebabear y descostrar .para quitar escoria y salpicaduras.
  - c) Cepillo de alambre para limpiar las zonas soldadas.
  - d) Material de respaldo para prevenir el goteo de metal fundido a través de una junta para dar soporte y disipar el calor.
  - e) Equipo diverso para alinear, medir, marcar, colocar y limpiar el material por soldar.

PROCEDIMIENTO. *Advertencia:* nunca arranque la maquina de soldar sin haberse asegurado de que este conectado el cable de tierra o terminal de trabajo entre la maquina y la pieza de trabajo, o la mesa de trabajo.

- 1 Conecte uno de los extremos del cable de tierra o terminal de la pieza de trabajo a la maquina de soldar y el otro extremo a la mesa de trabajo.
- 2 Conecte el cable del electrodo a la maquina de soldar.
- 3 Cuelgue el portaelectrodo en el gancho portacable, en donde no pueda ponerse en contacto con el cable de tierra.
- 4 Solicite a su instructor una revisión en previsión de equivocaciones.
- 5 Invierta los pasos, uno al cuatro para deshacer el acomodo.

## **PRACTICA 2. MANERA DE ESTABLECER Y MANTENER UN ARCO**

OBJETIVO: Aprender cómo establecer y mantener un arco.

TIEMPO REQUERIDO: 3/4 de hora.

EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS. El equipo, herramientas y los materiales requeridos para este ejercicio son los mismos que para la practica 1, con la adición de una placa de acero dulce de 1/8 x 2 x 6 pulgadas, y una provisión de los electrodos E-6010 apropiados.

PROCEDIMIENTO: Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones siguientes, antes de proceder.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco descritas en el capítulo VI del libro de texto.
2. Coloque una placa plana de acero sobre el banco; cepíllela hasta quede libre de suciedad y escamas.
3. Sujete firmemente el terminal de tierra a la placa.

4. Ajuste el amperaje de la máquina de soldar entre 120 y 140.
5. Ajuste el electrodo en el portaelectrodo.
6. Arranque la máquina de soldar.
7. Establezca el arco, raspando o tocando el metal de base (pieza de trabajo) con el electrodo (figura 1). La distancia entre el electrodo y el metal de base debe ser aproximadamente igual al diámetro del electrodo.

*Nota:* Si el electrodo se pega al metal de base, un giro rápido hacia un lado lo liberará generalmente. De no ser así, saque el electrodo del porta electrodo y pare la máquina. Luego golpee el electrodo ligeramente con un cincel.

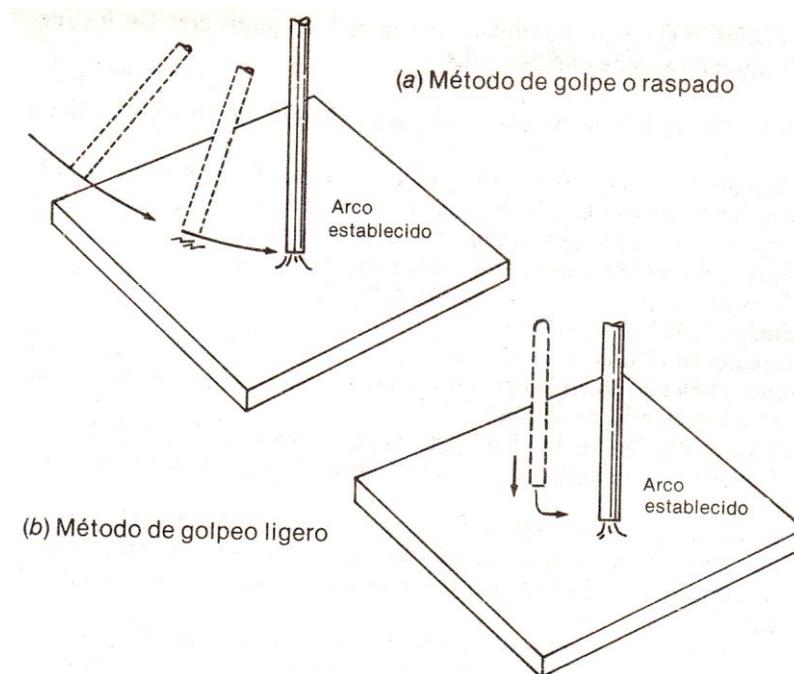


Figura 1 Métodos para establecer el arco

8. Establezca el arco y, sin oscilar (sin mover el electrodo de un lado otro), deje varios puntos de soldadura.

- a.) Mantenga el electrodo frente al punto de fusión.
- b.) Sostenga el electrodo perpendicular a la pieza de trabajo (lateralmente), pero con el extremo de soldar apuntando ligeramente hacia atrás, hacia el cráter. (Esto hará que la escoria escurra hacia atrás y que flote sobre la parte superior del cordón, y ayudará a vencer cualquier tendencia al socavamiento a lo largo del borde del cordón.)
- c.) Mueva el electrodo hacia adelante sólo con la rapidez suficiente para depositar uniformemente el metal fundido.
- d.) El ancho del cordón debe ser de alrededor 1 1/2 veces el diámetro del electrodo.
- e.) Si se interrumpe el arco mientras se está soldando, no vuelva a empezar restableciéndolo en el punto de fusión del metal fundido, sino más bien un poquito adelante del cordón, sobre la pieza de trabajo.
- f.) No cambie el amperaje mientras el arco está sostenido. Si se hace necesario ajustar el amperaje, apague la máquina.

9. Rebabee perfectamente los cordones de soldadura, y páseles después un cepillo de alambre.

10. Apague la máquina de soldar, y solicite a su instructor que verifique su trabajo. *Nota:* El apagar la máquina de soldar antes de terminar un trabajo, sólo para encenderla de nuevo para continuar aquel, es un desperdicio de energía eléctrica. Debe evitarse el encendido y apagado de una máquina de soldar.

### **PRACTICA 3. FORMACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO CON CORDONES ONDULADOS**

OBJETIVO: Aprender cómo trazar cordones usando uno o más de los tres dibujos normales de ondulado.

TIEMPO REQUERIDO: 2 horas.

EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS. El equipo, las herramientas, y los materiales que se requieren para este ejercicio, son los mismos que para el ejercicio 1, con la adición de electrodos E-6010 apropiados de  $\frac{5}{32}$  pulgada de diámetro.

PROCEDIMIENTO. Lea y familiarícese completamente con las instrucciones siguientes, antes de proceder.

- 1) Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro de texto
- 2) Coloque una placa plana de metal de desperdicio sobre el banco; cepíllela hasta dejarla limpia de suciedad y escamas.
- 3) Sujete firmemente la terminal de tierra a la placa.
- 4) Ajuste el amperaje de la máquina entre 120 y 140.
- 5) Coloque el electrodo en el portaelectrodo.
- 6) Encienda la máquina de soldar.
- 7) Establezca el arco y forme un pocillo de metal fundido. (Recuerde mantener el electrodo en la orilla frontal del pocillo, conservando este ultimo en buen estado de fusión.)
- 8) Haga un cordón ancho, haciendo oscilar la varilla de un lado a otro. Seleccione un movimiento ondulatorio (figura 2) que le sea fácil de seguir.

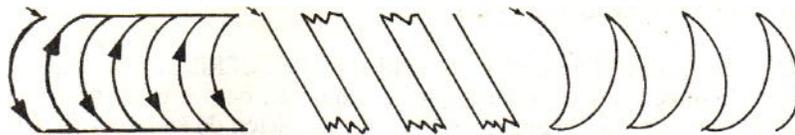


Figura 2 Tipos de ondeado

- a. La oscilación se logra moviendo el electrodo hacia atrás y hacia adelante, transversalmente a la dirección de avance, y moviendo al mismo tiempo el electrodo hacia adelante, para hacer avanzar el cordón.

b. El ondeado se utiliza para hacer flotar la escoria, depositar un cordón más ancho, asegurar una buena penetración, permitir el escape del gas, y evitar la porosidad.

c. Limite la ondulación a  $2 \frac{1}{2}$  veces el diámetro del electrodo, para que no ocurra un calentamiento desigual (figura 3).

9) Haga una pausa al término de cada vuelta del ondeado, para evitar socavamiento.

10) Haga el segundo cordón de manera que su orilla quede traslapada sobre el primer cordón (figura 3).

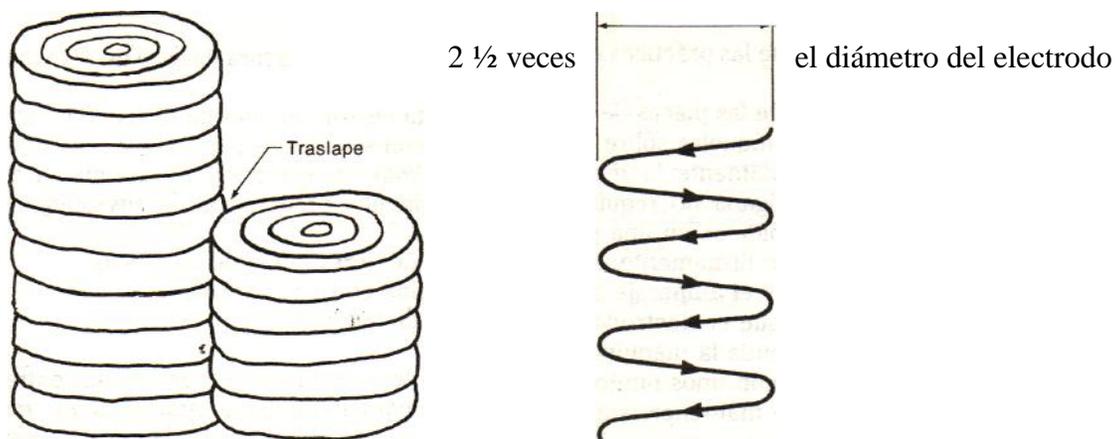


Figura 3 Traslape de los cordones de soldadura y límite de ondulación

11) Siga haciendo cordones hasta que quede completamente cubierta la superficie de la placa.

12) Limpie la escoria que haya entre las capas.

13) Deposite cada capa adicional de cordones transversalmente a la capa que quede abajo, limpiando la escoria que quede entre cada dos cordones y entre cada dos capas (figura 4).

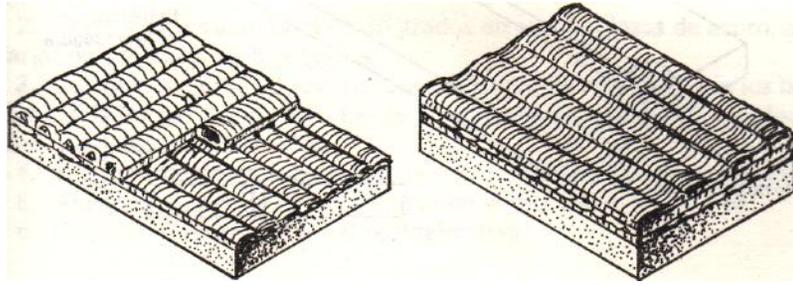


Figura 4 Adición de cordones transversales de soldadura

14) Apague la máquina de soldar.

15) Pida a su instructor sugerencias sobre la manera de mejorar su técnica (Como parte de esta crítica haga una radiografía, o rompa la placa, para poder apreciar cualquier óxido atrapado, o las regiones porosas que pudiera haber.)

## **PRACTICA 4. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE DE RANURA ESCUADRADA EN POSICIÓN PLANA**

**OBJETIVO:** Aprender a hacer una junta a tope de ranura escuadrada que sea aceptable, en posición plana, y en placa de acero dulce de menos de 1/4 de pulgada de espesor.

**TIEMPO REQUERIDO:** 1 hora.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren son los mismos que para la practica 1, con la adición de suficientes placas de acero dulce del tamaño apropiado.

**PROCEDIMIENTO.** Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones siguientes, antes de proceder.

1) Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del capítulo VI del libro de texto.

2) Cepille las placas de acero hasta dejarlas limpias de suciedad y escamas, y colóquelas sobre el banco con sus bordes paralelos y separados

aproximadamente 1/8 de pulgada. Nota: Las placas de espesor menor de 1/4 de pulgada no requieren de ninguna preparación de sus orillas, y pueden soldarse en una pasada.

3) Sujete firmemente la terminal de tierra a una de las placas.

4) Ajuste el amperaje de la máquina entre 120 y 140.

5) Coloque el electrodo en el portaelectrodo.

6) Encienda la máquina de soldar.

7) Una con unos puntos de soldadura las placas, en uno de sus extremos, para mantenerlas alineadas (figura 5); luego establezca un arco en el extremo opuesto del espacio, y comience a soldar la junta a tope.

8) Haga un cordón, sosteniendo el electrodo perpendicular a las placas, usando un movimiento ligeramente oscilatorio (figura 6). Nota: El ancho correcto de esta soldadura debe ser alrededor de 1 1/2 veces el diámetro del electrodo, y debe penetrarse hasta el fondo del metal de base.

9) Forme el cordón con refuerzo (figura 5) y penetre limpiamente hasta el fondo de la ranura.

10) Quite la escoria, y cepille la soldadura con cepillo de alambre.

11) Apague la máquina de soldar.

12) Pida a su instructor sugerencias sobre la forma de mejorar su técnica. (Inspeccione la soldadura a tope en cuanto a densidad uniforme, agujeros o porosidad, y también en cuanto a penetración perfecta en la junta, con buena fusión en ambas placas.)

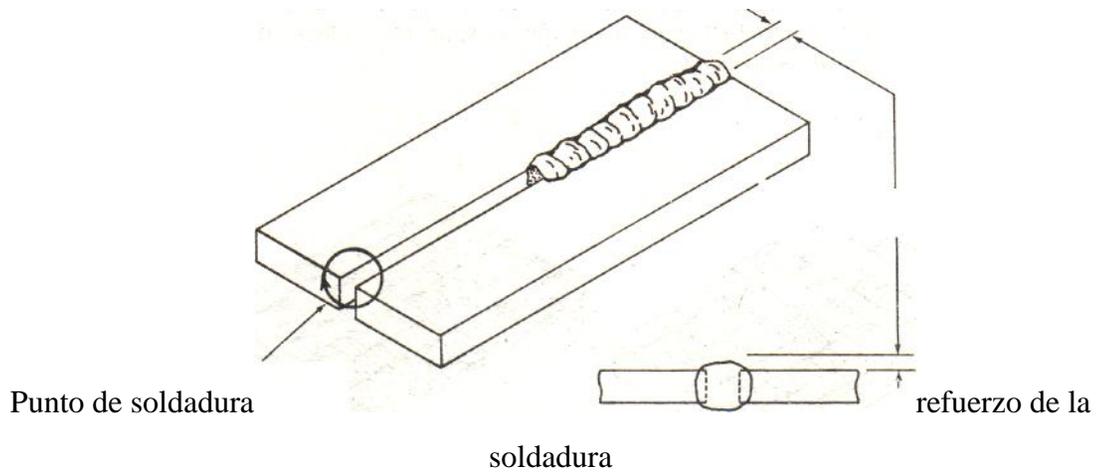
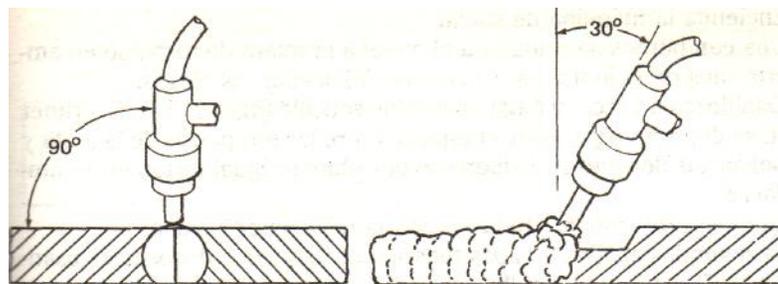


Figura 5 Soldadura de una junta a tope de ranura



Vista frontal

Vista lateral

Figura 6 Ángulos de aplicación de la soldadura

## PRACTICA 5. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE DE UNA RANURA EN V EN POSICIÓN PLANA

OBJETIVO: Aprender a preparar y soldar una junta a tope de una ranura en V, que sea aceptable, en placa de acero dulce de 1/4 de pulgada de espesor, en la posición plana.

TIEMPO REQUERIDO: 2 horas.

EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS. El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio son:

1. Dos placas de acero dulce de 2 x 6 x 1/4 pulgadas.
2. Varios electrodos de 5/32 de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para c.a).
3. Una pieza de acero dulce de 1 x 6 x 3/16 pulgadas para usarse como solera de respaldo.
4. Un esmeril de pedestal u otro análogo.
5. Una fuente de poder para soldadura, y sus accesorios, como en la práctica anterior

PROCEDIMIENTO. Lea y familiarícese completamente con las instrucciones, antes de comenzar el ejercicio de soldadura.

- 1) Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro de texto.
- 2) Corte a esmeril un bisel de 30 grados en ambas piezas de acero, a lo largo de sus lados de 6 pulgadas.
- 3) Coloque las piezas de acero sobre la solera de respaldo, con los bordes biselados paralelos y uno frente al otro, con un espacio de alrededor de 1/8 de pulgada entre ellos.
- 4) Sujete firmemente la terminal de tierra a una de las piezas de acero.
- 5) Ajuste el amperaje de la máquina de soldar entre 120 y 140.
- 6) Coloque el electrodo en el portaelectrodo.
- 7) Encienda la máquina de soldar.

- 8) Una con puntos de soldadura el metal a la solera de respaldo en ambos extremos de la junta, para mantener alineadas las piezas.
- 9) Establezca un arco, y haga un cordón sencillo (figura 7). El primer cordón se deposita para sellar el espacio entre las dos piezas de la junta y para soldar las dos piezas. Esfuércese por obtener igual fusión entre ambas placas.
- 10) Limpie perfectamente toda la escoria del primer cordón.
- 11) La segunda capa, y las capas subsecuentes, pueden depositarse usando un movimiento ondeado. (Si se usa el movimiento ondeado, haga una pausa al término de cada vuelta del ondeado, para evitar socavamiento.)
- 12) Desprenda la solera de respaldo con un soplete de corte y, en caso necesario, agregue un cordón de sellamiento en la parte posterior de la soldadura.
- 13) Limpie toda la escoria de la soldadura.
- 14) Apague la máquina de soldar.
- 15) Rompa o corte con segueta la soldadura, e inspecciónela en cuanto a densidad uniforme y penetración completa. (Pida a su instructor sugerencias sobre la forma de mejorar su habilidad para soldar este tipo de junta.)

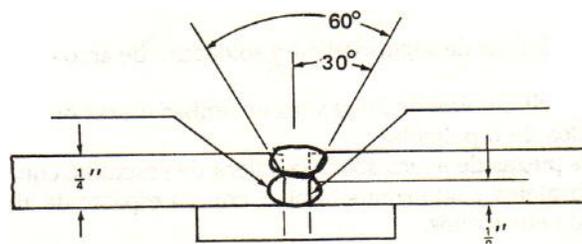


Figura 7 Solera de respaldo, primer y segundo cordón de una junta a tope en posición plana

## PRACTICA 6. SOLDADURA DE UNA JUNTA, A TOPE DE UNA RANURA EN V EN POSICIÓN PLANA

OBJETIVO: Aprender a preparar y soldar una junta a tope de una ranura en V, que sea aceptable, en posición plana, en placa de acero dulce de 1/2 pulgada de espesor.

TIEMPO REQUERIDO: 2 horas.

EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS. El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio son:

1. Dos piezas de acero dulce de 2 x 6 x 1/2 pulgadas.
2. Varios electrodos de 5/32 de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para ca).
3. Una pieza de acero dulce de 1 x 6 x 3/16 pulgadas para usar como tira o solera de respaldo.
4. Un esmeril de pedestal u otro similar.
5. Una fuente de poder para soldadura, con sus accesorios, como en el ejercicio anterior.

PROCEDIMIENTO. Lea y familiarícese completamente con las instrucciones antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo 6 del libro de texto.
2. Bisele una orilla de cada una de las dos placas de acero, con un soplete de corte, a un ángulo de 30 grados. Deje una cara de raíz de 1/8 de pulgada (figura 8).

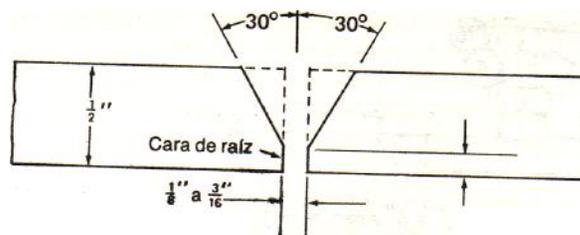


Figura 8. Biselado de las placas a soldar.

3. Coloque las piezas de acero sobre la solera de respaldo, con sus orillas biseladas paralelas y una frente a la otra, con un espacio de alrededor de  $1/8$  a  $3/16$  de pulgada entre ellas.
4. Sujete firmemente la terminal de tierra a una de las piezas de acero.
5. Ajuste el amperaje de la máquina de soldar entre 120 y 140.
6. Coloque el electrodo en el portaelectrodo.
7. Ponga en marcha la máquina de soldar.
8. Una con puntos de soldadura las placas a la solera de respaldo, en ambos extremos de la junta (figura 9).

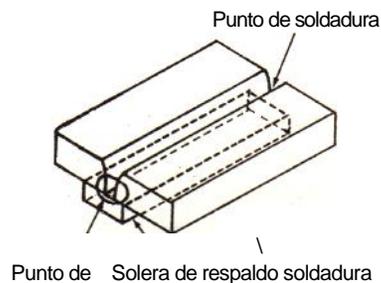


Figura 9. Puntos de unión de las placas a la solera de respaldo

9. Establezca un arco, y haga un cordón sencillo en el fondo de la raíz de la junta, asegurándose de que haya igual fusión en ambas placas y en la solera de respaldo. Elimine cuidadosamente toda la escoria de éste y de todos los cordones, antes de depositar otros cordones adicionales.
10. Haga los cordones siguientes como se ilustra en la figura 10.
11. El *cordón de acabado*, es decir, el que queda en la parte superior, debe ser un cordón ancho, hecho con ondeado. (Este debe quedar a ras con la superficie superior de las placas, o ligeramente convexo.)
12. Desprenda la solera de respaldo con un soplete de corte y, en caso necesario, agregue un cordón de sellamiento en la parte posterior de la soldadura.
13. Limpie toda la escoria de la soldadura.
14. Apague la máquina de soldar.
15. Rompa la soldadura, o hágale un corte transversal con segueta, para inspeccionarla. (Pida a su instructor sugerencias sobre la forma de mejorar su habilidad

para soldar este tipo de junta.)

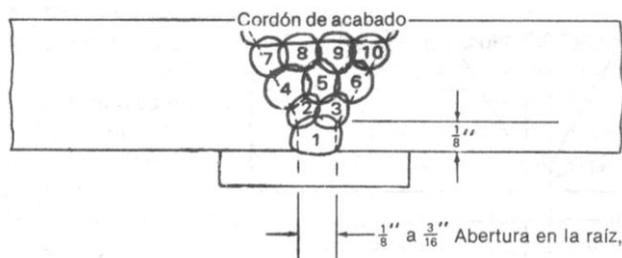


Figura 10. Corte transversal de la soldadura terminada.

## PRACTICA 7. HECHURA DE UNA SOLDADURA DE FILETE DE UN SOLO CORDÓN EN POSICIÓN PLANA

**OBJETIVO:** Aprender a hacer una soldadura aceptable de filete de un solo cordón en posición plana.

**TIEMPO REQUERIDO:** 2 horas.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para realizar este ejercicio son:

1. Dos piezas de acero dulce de 8 x 3 x 1/4 pulgadas.
2. Varios electrodos de  $\frac{5}{32}$  de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para ca).
3. Una fuente de poder para soldadura, y sus accesorios, como en el último ejercicio.

**PROCEDIMIENTO.** Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones que se dan a continuación, antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro texto.
2. Coloque una placa plana sobre la mesa.
3. Sujete firmemente la terminal de tierra a la placa.
4. Ajuste el amperaje de la máquina de soldar entre 120 y 140.

5. Coloque el electrodo en el portaelectrodo.
6. Encienda la máquina de soldar.
7. Coloque la segunda placa perpendicular a la primera, de manera que las dos juntas formen una L (figura 11).
8. Una con puntos de soldadura las dos placas en posición L.
  - a. Las soldaduras de filete en posición plana se hacen sobre las placas colocadas a un ángulo de 45 grados respecto a la horizontal (figura 12).
  - b. Una buena soldadura de filete debe tener penetración completa en la raíz o talón, y estar libre de socavamiento y traslape en la punta.
  - c. El tamaño de una soldadura de filete se mide por la longitud del lado de la misma. Hay dos clases de filetes: los que tienen lados de igual longitud, los de lados de longitud desigual, y los que, aunque tengan sus lados de igual longitud, pueden tener superficies cóncavas o convexas.
9. Establezca un arco, y haga un cordón que penetre en ambas placas hasta la raíz de su intersección.
10. Limpie toda la escoria del cordón.
11. Apague la máquina de soldar.
12. Rompa la soldadura con un golpe de martillo. La superficie rota debe ser sólida, y mostrar una penetración completa.
13. Solicite a su instructor que evalúe la soldadura.

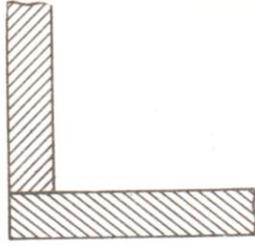


Figura 11. Posición de las placas

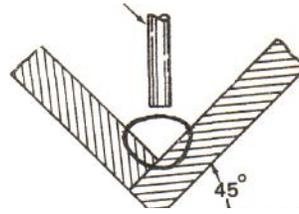


Figura 12. Posición de la soldadura de filete.

## **PRACTICA 8. APLICACIÓN DE CORDONES HORIZONTALES SOBRE UNA PLACA VERTICAL**

**OBJETIVO:** Aprender a hacer cordones horizontales en una placa vertical.

**TIEMPO REQUERIDO:** 1 hora.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio son los mismos que para la practica 7.

**PROCEDIMIENTO.** Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones que se dan a continuación, antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura con arco del Capítulo VI del libro de texto.
2. Limpie con cepillo de alambre ambas placas, hasta quitarles la suciedad y las escamas.
3. Coloque sobre el banco una de las placas de acero de desperdicio.
4. Sujete firmemente la terminal de tierra a la placa que está sobre el banco.
5. Ajuste el amperaje de la máquina entre 120 y 140.
6. Coloque el electrodo en el portaelectrodo.
7. Encienda la máquina de soldar.

8. Coloque la segunda placa de acero de desecho parada sobre su orilla y a lo largo de una de las orillas de la primera placa; una las placas con puntos de soldadura (figura 13) en su intersección.

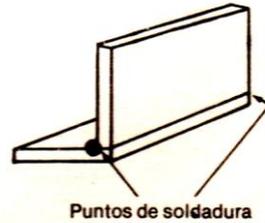


Figura 13. Posición de las placas a soldar.

9. Establezca un arco, y haga cordones horizontales transversalmente a la placa que está en posición vertical, comenzando en la parte inferior y alternando el avance de izquierda a derecha y de derecha a izquierda (figura 14).

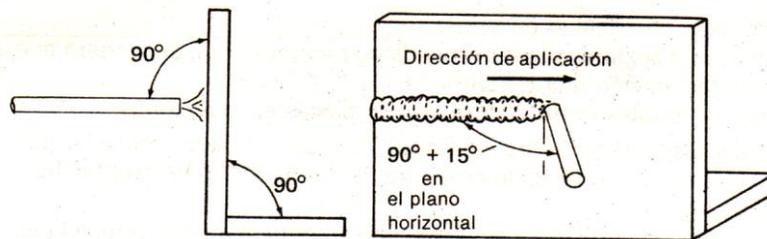


Figura 14. Inicio de la aplicación de cordones.

10. Limpie toda la escoria de los cordones.

11. Gire la placa sobre su lado, y deposite otra capa, con cordones que corran transversalmente a los de la primera capa (figura 15). Forme un depósito de varias capas de espesor.

12. Apague la máquina de soldar.

13. Solicite a su instructor sugerencias sobre la forma de mejorar su habilidad. (Como parte de esta crítica, corte con segueta o rompa la placa, para exponer cualquier óxido atrapado o regiones porosas.)

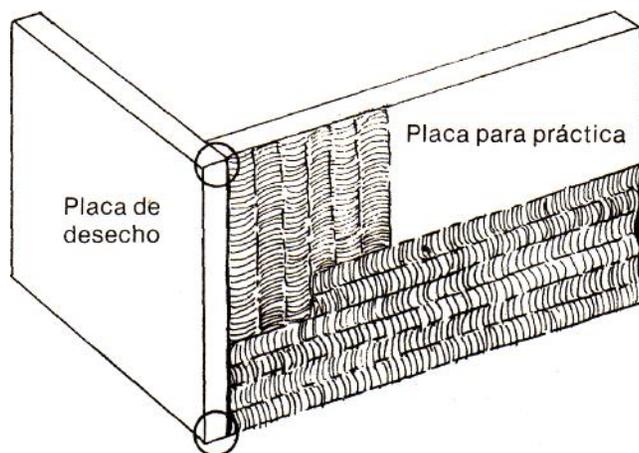


Figura 15. Segunda capa aplicada transversalmente a la placa.

## **PRACTICA 9. FORMA DE HACER UNA SOLDADURA DE FILETE DE VARIOS CORDONES EN POSICIÓN HORIZONTAL**

**OBJETIVO:** Aprender a hacer una soldadura aceptable de filete de varios cordones en posición horizontal, sobre una placa vertical (junta en T).

**TIEMPO REQUERIDO:** 2 horas.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para realizar este ejercicio son los mismos que para la practica 7.

**PROCEDIMIENTO.** Lea y familiarícese completamente con las instrucciones que se dan a continuación, antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro de texto.
2. Coloque una de las placas acostada sobre el banco.
3. Sujete firmemente la terminal de tierra a la placa.
4. Ajuste el amperaje de la máquina entre 120 y 140.

5. Coloque el electrodo en el portaelectrodo.
6. Encienda la máquina de soldar.
7. Coloque la segunda placa perpendicular a la primera, formando una T invertida (figura 16). Una con puntos las placas en su intersección.

Puntos de soldadura

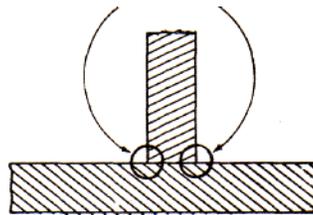


Figura 16. T invertida para soldadura en posición horizontal

8. Establezca un arco, y haga un cordón que penetre en ambas placas en la raíz de su intersección (figura 17).
  - a. Recuerde que debe sostener el electrodo perpendicular a la línea de la soldadura.
  - b. El electrodo puede estar ligeramente inclinado hacia adelante (aunque no más de 5 grados) de manera que apunte hacia atrás, hacia el pocillo de metal fundido.
  - c. No deje que corra la escoria hacia el frente del pocillo.

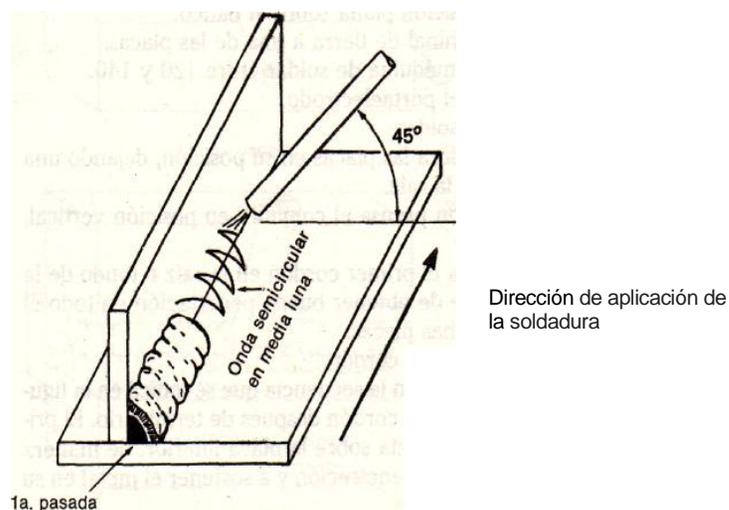


Figura 17. Aplicación del cordón de soldadura

9. Limpie toda la escoria del cordón.

10. Establezca un arco, y haga un segundo cordón para unir el metal de base de la placa inferior con el primer cordón (figura 18).

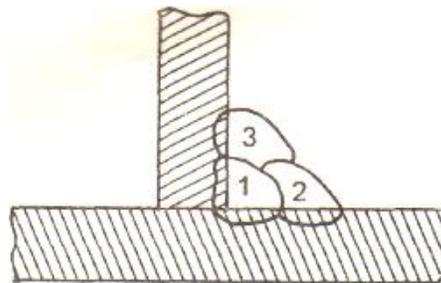


Figura 18. Aplicación del segundo cordón de soldadura.

11. Limpie la escoria de este cordón, y luego haga un tercer cordón que una el metal de base de la placa vertical con los dos primeros cordones.

12. Limpie toda la escoria del cordón final.

13. Apague la máquina de soldar.

14. Inspeccione la soldadura. Pida a su instructor sugerencias sobre la forma de mejorar su habilidad para soldar esta clase de junta.

## **PRACTICA 10. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE DE UNA RANURA EN V EN POSICIÓN HORIZONTAL**

**OBJETIVO:** Aprender a preparar y soldar una junta aceptable a tope de una ranura en V en acero dulce y en posición horizontal.

**TIEMPO REQUERIDO:** 2 horas.

EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN. El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio son los mismos que para la practica 7.

PROCEDIMIENTO. Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones que siguen, antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro de texto.
2. Bisele la orilla de la placa inferior a un ángulo de 20 grados (figura 19).

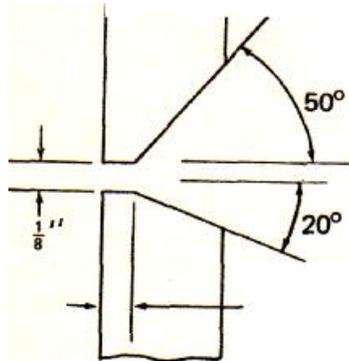


Figura 19. Biselado de las piezas a soldar.

3. Bisele la orilla de la placa superior a un ángulo de 50 grados. (Deje una cara de raíz de 1/8 de pulgada en ambas placas.)
4. Coloque las placas en posición plana sobre el banco.
5. Sujete firmemente la terminal de tierra a una de las placas.
6. Ajuste el amperaje de la máquina de soldar entre 120 y 140.
7. Coloque el electrodo en el portaelectrodo.
8. Encienda la máquina de soldar.
9. Una con puntos de soldadura las placas en su posición, dejando una abertura de 1/8 de pulgada en la raíz.

10. Sujete con soldadura o con prensa el conjunto en posición vertical, perpendicularmente al banco.

11. Establezca el arco, y haga el primer cordón en la raíz o fondo de la junta (figura 20). Asegúrese de obtener buena penetración en todo el fondo, con igual fusión en ambas placas.

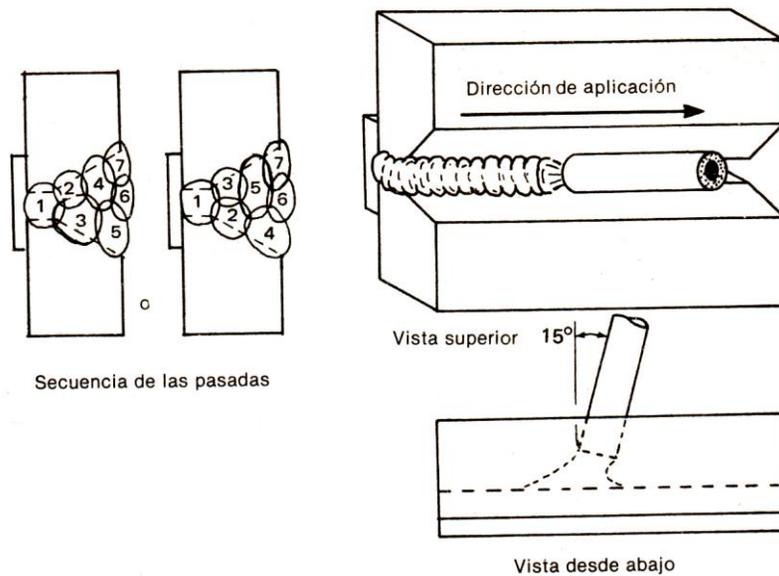


Figura 20. Realización del primer cordón de raíz.

12. Limpie toda la escoria de este cordón.

13. Haga los cordones siguientes en la secuencia que se indica en la figura 21. (Limpie la escoria de cada cordón después de terminarlo. El primer cordón de cada capa se deposita sobre la placa inferior, de manera que la gravedad ayude a lograr la penetración y a sostener el metal en su lugar.)

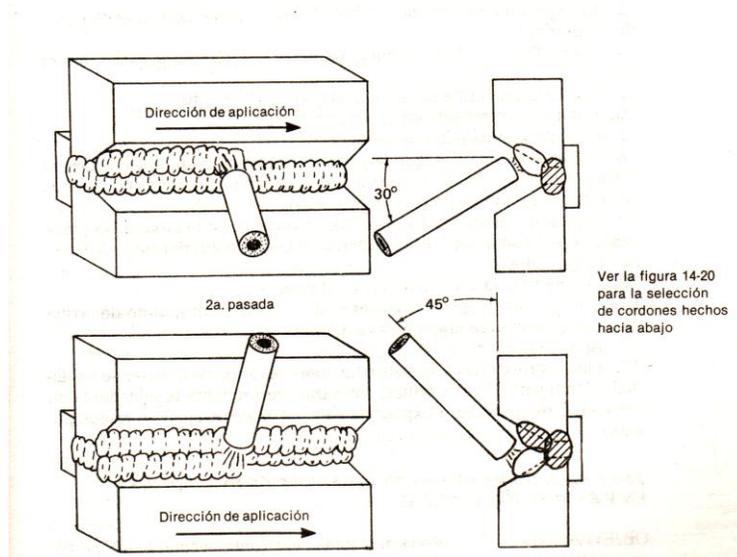


Figura 21. Realización del 2º y 3º cordón de soldadura.

14. Apague la máquina de soldar.

15. Pida a su instructor que revise la soldadura de filete.

## PRACTICA 11. PRACTICAS DE APLICACIÓN DE CORDONES VERTICALES Y DE ONDEADO VERTICAL

OBJETIVO: Aprender a hacer cordones y a ondear el electrodo en las posiciones vertical hacia arriba y vertical hacia abajo.

TIEMPO REQUERIDO: 2 horas.

EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN. El equipo, las herramientas, y los materiales que se requieren para este ejercicio son los mismos que para la practica 7.

PROCEDIMIENTO. Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones que siguen, antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro de texto.
2. Limpie con cepillo de alambre ambas placas, hasta quitarles completamente la suciedad y las escamas.
3. Coloque en posición plana sobre el banco una de las placas de metal de desperdicio.
4. Sujete firmemente la terminal de tierra a la placa que está sobre el banco.
5. Ajuste el amperaje de la máquina entre 120 y 140.
6. Coloque el electrodo en el portaelectrodo.
7. Encienda la máquina de soldar.
8. Coloque parada la segunda placa de metal de desperdicio sobre su orilla, y a lo largo de una de las orillas de la primera placa; una con puntos de soldadura las placas, en su intersección.
9. Establezca el arco, y haga cordones verticales a lo largo de la placa desde la parte superior hasta la inferior, y desde la inferior hasta la superior (figura 22).
10. Limpie toda la escoria de los cordones.
11. Haga a continuación cordones verticales ondulados, tanto de arriba hacia abajo como de abajo hacia arriba.
12. Apague la máquina de soldar.
13. Pida instrucciones a su instructor sobre la forma de mejorar su habilidad. (Como parte de esta crítica, corte transversalmente la soldadura con segueta, o rómpala, para exponer cualquier óxido atrapado o región porosa).

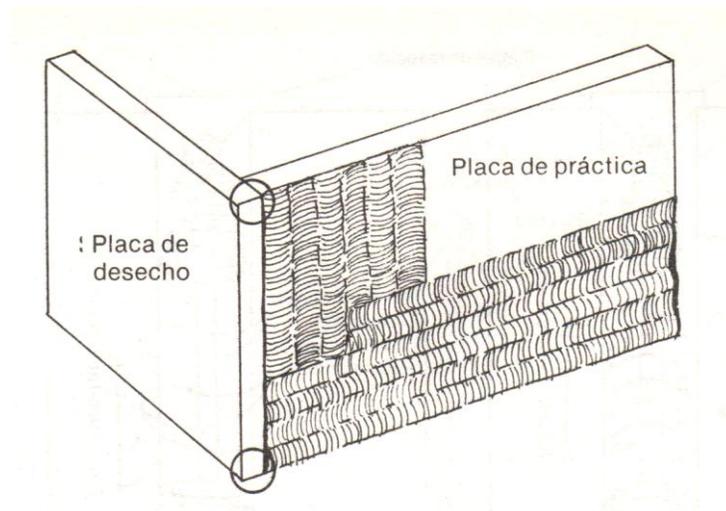


Figura 22. Realización de cordones verticales.

## **PRACTICA 12. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE DE UNA RANURA EN V EN POSICIÓN VERTICAL**

**OBJETIVO:** Aprender a preparar y soldar una junta aceptable a tope de una ranura en V en posición vertical.

**TIEMPO REQUERIDO:** 2 horas.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio son los mismos que para la practica 7.

**PROCEDIMIENTO.** Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones que siguen, antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro de texto.
2. Bisele las dos placas de acero dulce de 1/4 de pulgada de espesor, para formar una V de 60 grados. Deje una cara de raíz de alrededor de 1/16 de pulgada (figura 23).

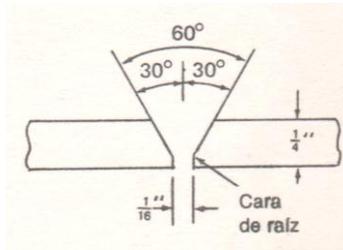


Figura 23. Biselado de las piezas a soldar.

3. Coloque las placas en posición plana sobre el banco.
4. Sujete firmemente la terminal de tierra a una de las placas.
5. Ajuste el amperaje de la máquina entre 120 y 140.
6. Coloque el electrodo en el portaelectrodo.
7. Encienda la máquina de soldar.
8. Coloque la segunda placa en posición a lo largo de la primera placa, y únalas con puntos de soldadura. Deje una abertura en el fondo de alrededor de 1/16 de pulgada.
9. Una el conjunto, con puntos de soldadura o con prensa, en posición vertical. Forme una junta a tope de una sola V en la posición vertical (Figura 24).

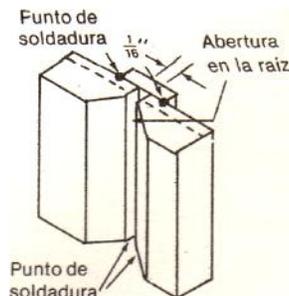


Figura 24. Unión del conjunto a ser soldado con prensa o puntos de soldadura.

10. Establezca un arco, y haga tres cordones rectos de la parte inferior a la superior, aplicando un movimiento oscilante (ver la figura 25).

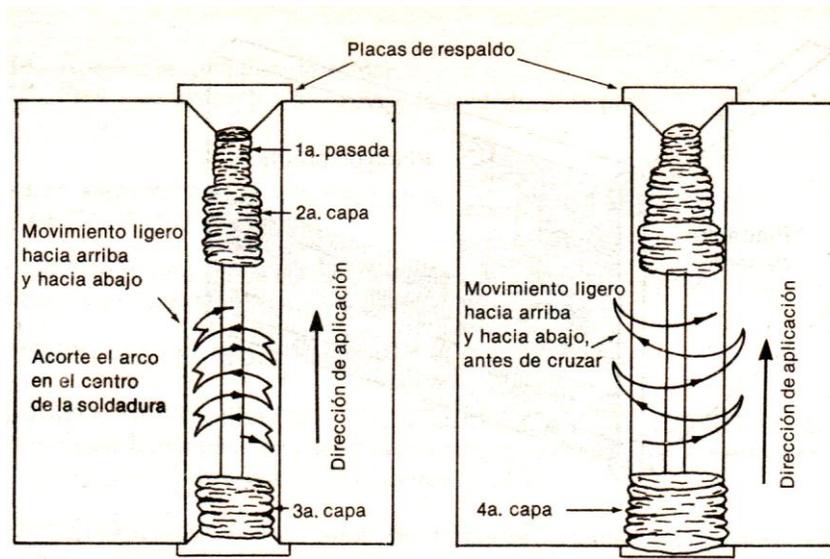


Figura 25. Aplicación de los cordones de soldadura con movimiento oscilante.

11. Limpie toda la escoria que haya entre los cordones.
12. Apague la máquina de soldar.
13. Inspeccione la soldadura, y pida a su instructor que revise su trabajo.

## PRACTICA 13. SOLDADURA DE UNA JUNTA DE ESQUINA VERTICAL

OBJETIVO: Aprender a preparar y a soldar una junta de esquina aceptable, en posición vertical.

TIEMPO REQUERIDO: 2 horas.

EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN. El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio son los mismos que para la practica 7.

PROCEDIMIENTO. Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones que siguen, antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro de texto.
2. Coloque una de las placas en posición plana sobre el banco.
3. Sujete firmemente la terminal de tierra a la placa.
4. Ajuste el amperaje de la máquina de soldar entre 120 y 140.
5. Coloque el electrodo en el portaelectrodo.
6. Encienda la máquina de soldar.
7. Una con puntos de soldadura la segunda placa en perpendicular con la primera, formando una junta de esquina en la parte exterior, como se ilustra en la figura 26.

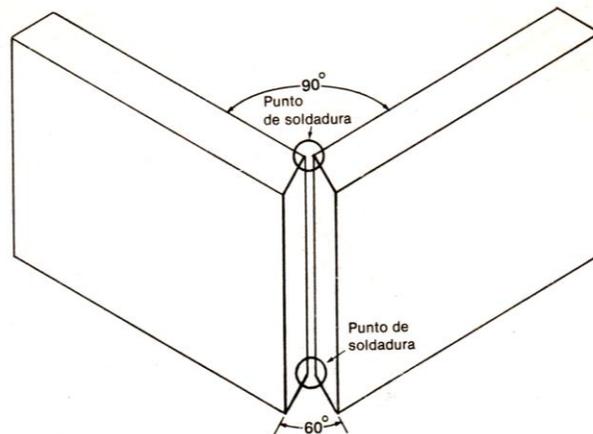


Figura 26. Punteado de las placas a soldar.

8. Pare el conjunto a su posición sobre el banco para soldar la junta de esquina exterior.
9. Haga la primera pasada, usando un cordón recto, tendido desde la parte inferior hasta la superior, con movimiento oscilante estándar Figura 27.
10. Limpie toda la escoria del primer cordón.

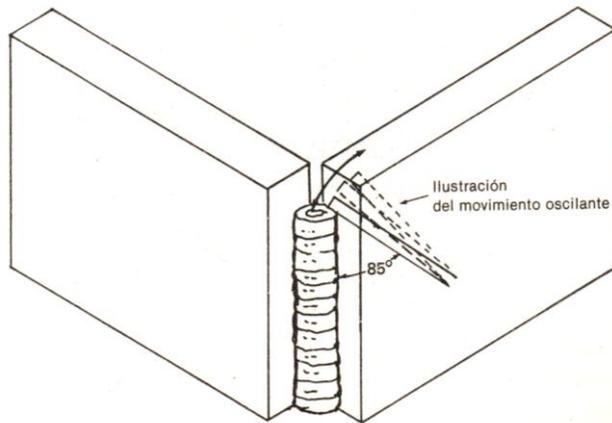


Figura 27. Ilustración del movimiento estándar.

11. Complete las pasadas segunda y tercera (figuras 28 y 29) usando los movimientos en J y en J inversa, respectivamente, con objeto de llevar la soldadura a su altura completa, y proporcionar una cara uniforme.
12. Gire el conjunto, y suelde la esquina por la parte interior. (Haga tantos cordones como se requieran en la secuencia ilustrada en la figura 30.)
13. Apague la máquina de soldar.
14. Inspeccione la soldadura, y pida a su instructor que revise su trabajo.

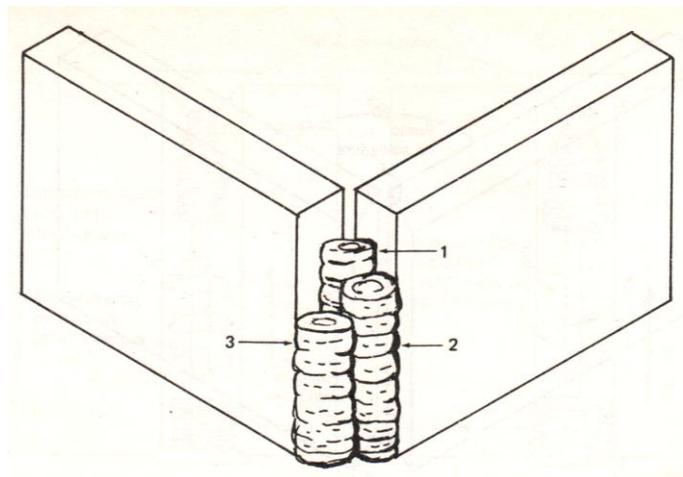


Figura 28. Aplicación del 2º y 3º cordón usando movimientos en J y en J inversa.

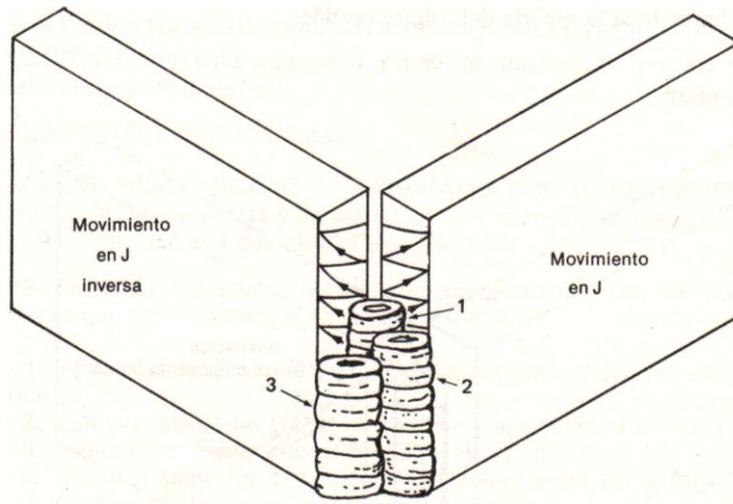


Figura 29. Aplicación del 2º y 3º cordón usando movimientos en J y en J inversa.

## **PRACTICA 14. HECHURA DE CORDONES RECTOS EN POSICIÓN HACIA ARRIBA O DE SOBRECABEZA**

**OBJETIVO:** Aprender a hacer cordones rectos en posición hacia arriba.

**TIEMPO REQUERIDOS:** 2 horas.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio son los mismos que para la practica 7, con la adición de un montaje o guía para aplicar la soldadura hacia arriba, un peto, y un casco para la cabeza.

**PROCEDIMIENTO.** Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones que siguen antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro de texto.

2. Asegure la placa de acero en el dispositivo de colocación, de manera que quede en posición paralela al piso, lo suficientemente alta como para permitir soldar cómodamente desde abajo.
3. Sujete firmemente la terminal de tierra a la placa.
4. Ajuste el amperaje de la máquina entre 120 y 140.
5. Coloque el electrodo en el portaelectrodo.
6. Encienda la máquina de soldar.
  - a. La soldadura hacia arriba, o de sobrecabeza, requiere de un arco corto y de un movimiento rápido de muñeca o movimiento oscilante, para contrarrestar la tendencia del metal fundido a caer fuera de la soldadura.
  - b. Adopte la posición más cómoda posible. La forma en que tome el portaelectrodo debe permitirle una acción libre de la muñeca. El cable del electrodo no debe tirar de su mano.
  - c. Sostenga el portaelectrodo lateralmente perpendicular a la placa y ligeramente inclinado (5 a 15 grados), de manera que apunte alejándose del cráter (figura 31).

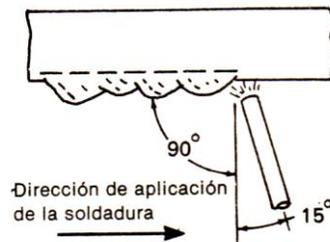


Figura 31. Dirección de aplicación del cordón de soldadura en la posición sobrecabeza.

7. Establezca el arco, y haga cordones rectos usando un movimiento de pivoteo u oscilante en la muñeca. (La línea de la soldadura puede estar en cualquier dirección. Recuerde limpiar la escoria de cada cordón antes de depositar los cordones siguientes.)
8. Haga una segunda capa de cordones, cruzando los de la capa original. Trate de lograr un espesor uniforme (figura 32).

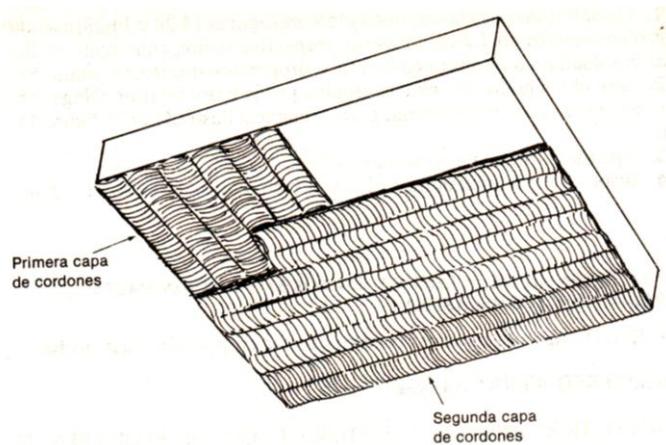


Figura 32. Segunda aplicación de cordones transversalmente.

9. Practique los movimientos en J y J inversa en una tercera capa de cordones (figura 33).

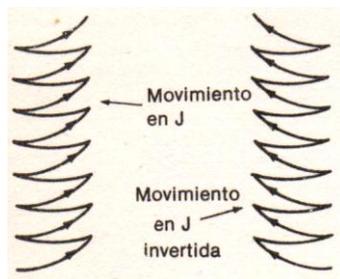


Figura 33. Practica de movimientos en J y J inversa.

10. Apague la máquina de soldar.

11. Inspeccione la soldadura, y pida a su instructor que revise su trabajo.

## **PRACTICA 15. HECHURA DE SOLDADURAS DE FILETE DE VARIAS PASADAS EN POSICIÓN HACIA ARRIBA O DE SOBRECABEZA**

**OBJETIVO:** Aprender a hacer soldaduras aceptables de filete, de varias pasadas, en posición de sobrecabeza, en placa de acero dulce.

**TIEMPO REQUERIDOS:** 3 horas.

EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN. El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio incluyen una fuente de poder para soldadura como la que se usó en la práctica 7, más lo siguiente:

4. Una plantilla de colocación para soldadura hacia arriba.
5. Dos placas de acero dulce de 3 x 8 x  $\frac{1}{4}$  de pulgada.
6. Dos placas de acero dulce de 3 x 8 x  $\frac{1}{2}$  pulgadas.
7. Varios electrodos de  $\frac{5}{32}$  de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para ca).
5. Varios electrodos de  $\frac{3}{16}$  de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para ca).

PROCEDIMIENTO: Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones que siguen, antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro de texto.
2. Coloque en posición plana sobre el banco una placa de acero dulce de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de espesor.
3. Sujete firmemente la terminal de tierra a la placa.
4. Ajuste el amperaje de la máquina de soldar entre 120 y 140.
  
5. Coloque un electrodo de  $\frac{5}{32}$  de pulgada de diámetro en el porta-electrodo.
6. Encienda la máquina de soldar.
7. Traslape la segunda placa de acero dulce de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de espesor sobre la primera, y únalas con puntos de soldadura en los extremos de la junta, por ambos lados (figura 34).

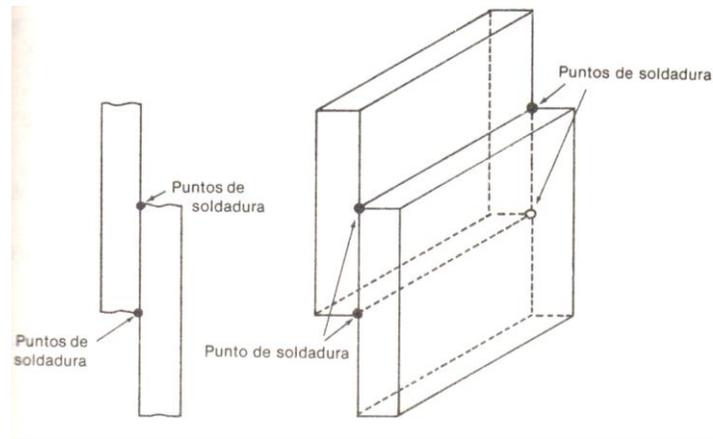


Figura 34. Traslape de la placa de  $\frac{1}{4}$  de espesor y unión por puntos de soldadura.

8. Sujete con prensas el ensamble en el dispositivo de colocación de manera que el lado angosto de la V quede en la parte más alta (figura 35).

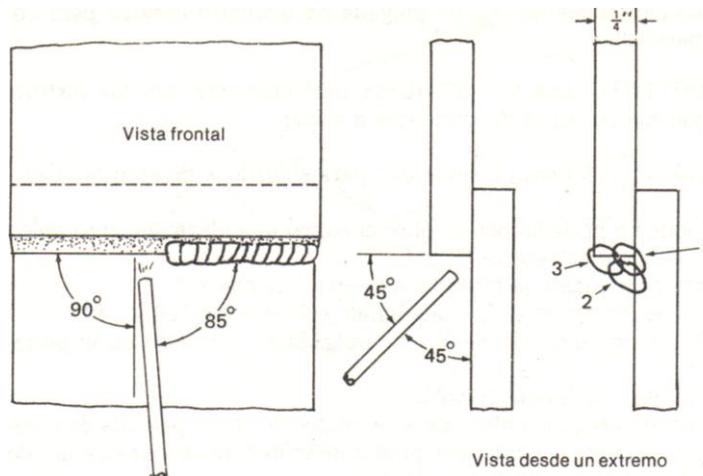


Figura 35. Sujeción con prensa y aplicación de los cordones de soldadura.

9. Deposite profundamente el primer cordón en la raíz de la V, usando un movimiento de pivoteo en la muñeca.
10. Quite toda la escoria de este cordón.
11. Deposite los cordones segundo y tercero, en la secuencia indicada en la figura 35.
12. Gire el conjunto y suelde el lado opuesto (figura 36).
13. Apague la maquina de soldar y pida a su instructor que haga una crítica de su trabajo.
14. Ajuste el amperaje de la maquina de soldar entre 170 y 190 y encienda la maquina.

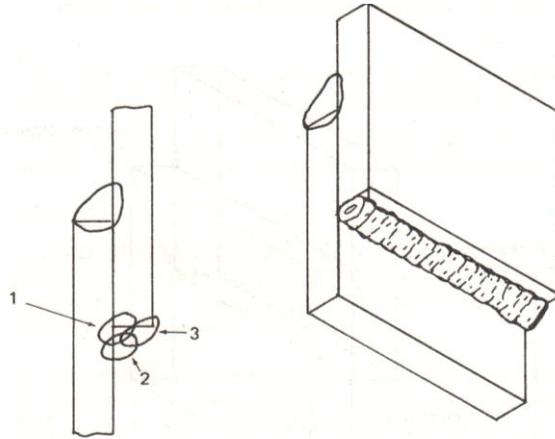


Figura 36. Girado del conjunto y aplicación de soldadura del lado opuesto.

15. Ensamble y una con puntos de soldadura dos placas de acero dulce de  $\frac{1}{2}$  pulgada de espesor, como lo hizo con las dos placas de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de espesor. Sujete con prensas el conjunto en el dispositivo de colocación de manera que el lado ancho de la V quede en la posición más alta. (Recuerde usar un electrodo de  $\frac{3}{16}$  de pulgada de diámetro para todas las partes de su trabajo en placas de  $\frac{1}{2}$  pulgada de espesor.)
16. Haga los cordones en la secuencia ilustrada para las placas de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de espesor.
17. Suelde el lado opuesto del ensamble, para lograr práctica adicional.
18. Apague la máquina de soldar, y pida a su instructor que revise esta parte del trabajo.

## **PRACTICA 16. PREPARACIÓN Y SOLDADURA DE UNA JUNTA TOPE DE RANURA DE UNA SOLA V EN POSICIÓN HACIA ARRIBA O DE SOBRECABEZA**

**OBJETIVO:** Aprender a preparar y soldar una junta aceptable a tope de una ranura en V en posición de sobrecabeza.

**TIEMPO REQUERIDO:** 2 horas.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio, son los mismos que para la practica 15, salvo que sólo se necesita usar las placas de acero dulce de ½ pulgada de espesor.

**PROCEDIMIENTO.** Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones que siguen, antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro de texto.
2. Bisele una de las orillas de cada una de las placas, a un ángulo de 30 grados. Deje una cara de raíz de alrededor de 1/8 de pulgada.
3. Coloque en posición plana sobre el banco una de las placas.
4. Sujete firmemente la terminal de tierra a la placa.
5. Ajuste el amperaje de la máquina de soldar entre 120 y 140.
6. Coloque el electrodo en el portaelectrodo.
7. Encienda la máquina de soldar.
8. Una con puntos de soldadura las dos placas en los extremos de la V, dejando una abertura en la raíz de 1/16 de pulgada (figura 37).

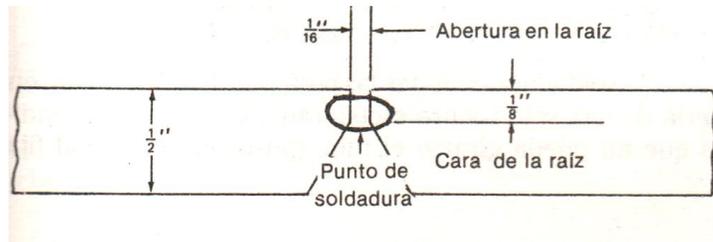


Figura 37. Punteado de la junta

9. Sujete el ensamble con prensas en el dispositivo de colocación con la V hacia abajo como se ilustra en la figura 38.

10. Haga cordones en la secuencia que se ilustra en la figura 39.

11. Apague la maquina de soldar y pida a su instructor que revise su trabajo.

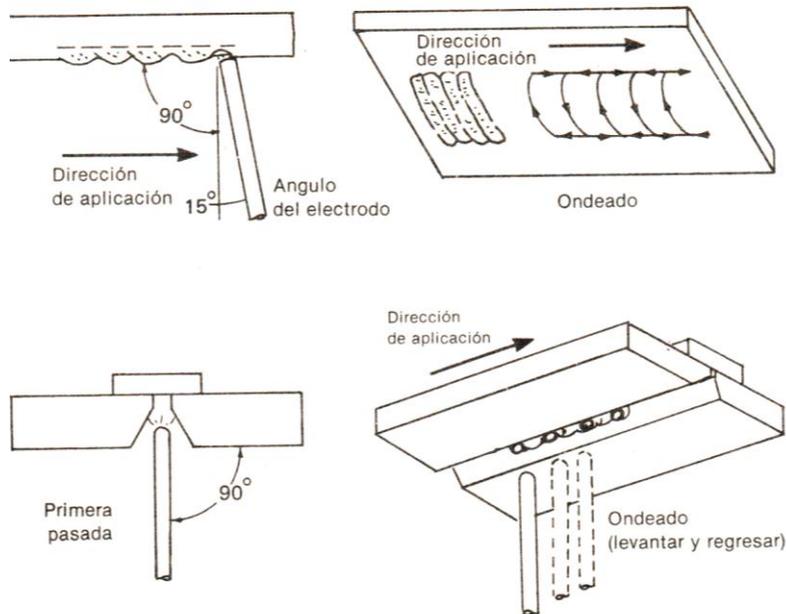


Figura 38. Sujeción de la unión a ser soldada.

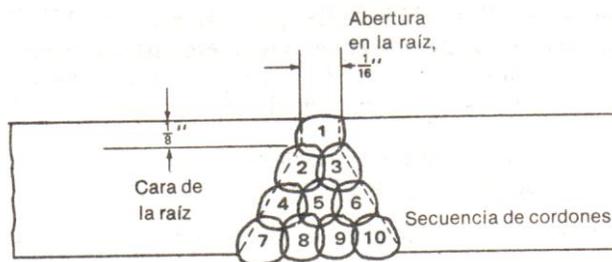


Figura 39. Secuencia de la aplicación de los cordones de soldadura.

## **PRACTICA 17. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE CON RANURA ESCUADRADA EN TUBO DE ACERO EN LA POSICION 5G**

**OBJETIVO:** Practicar la soldadura en todas las posiciones de aplicación en una junta de tubería de una sola ranura escuadrada, en la que las condiciones sean tales que no pueda girarse el tubo (posición horizontal fija 5G).

**TIEMPO REQUERIDO:** 2 horas.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio incluyen una fuente de poder para soldadura, sus accesorios, y un dispositivo de colocación para soldadura hacia arriba, como el que se usó en la practica 16, y además lo siguiente:

1. Dos tramos de tubo de acero de 3 pulgadas, sin biseles, con espesor de pared de  $\frac{1}{4}$  de pulgada.
2. Varios electrodos de  $\frac{5}{32}$  de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para ca).
3. Varios electrodos de  $\frac{3}{16}$  de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para ca).

**PROCEDIMIENTO.** Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones que siguen, antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro de texto.
2. Coloque las dos piezas de tubo de desperdicio sobre el banco.
3. Sujete firmemente la terminal de tierra a una de las piezas.
4. Ajuste el amperaje de la máquina de soldar entre 120 y 140.
5. Coloque el electrodo de  $\frac{5}{32}$  de pulgada de diámetro en el portaelectrodo.

6. Encienda la máquina de soldar.

7. Una los dos tubos con puntos de soldadura, de manera que queden extremo con extremo, sin biselar, como se ilustra en la figura 40.

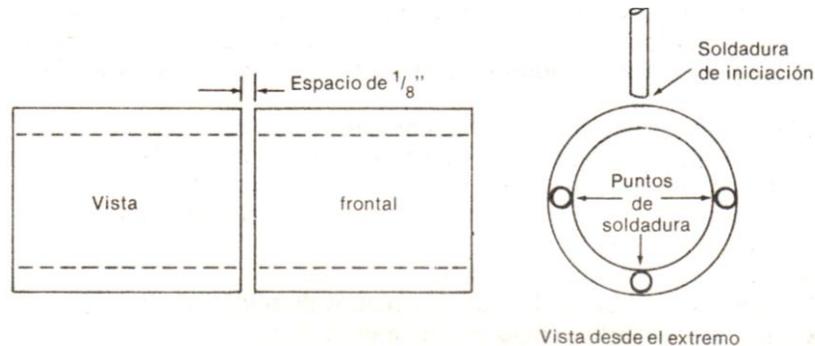


Figura 40. Unión de los tubos extremo con extremo y punteado.

8. Sujete con prensas el ensamble en el dispositivo de colocación, en posición horizontal, como se ilustra en la figura 41. *Nota:* Sitúe el tubo aproximadamente a la altura de la cintura, de manera que pueda soldar por arriba estando parado, pero pudiendo alcanzarlo por debajo al ponerse de rodillas o incluso sentándose en el piso, para soldar los lados o la parte inferior de la junta.

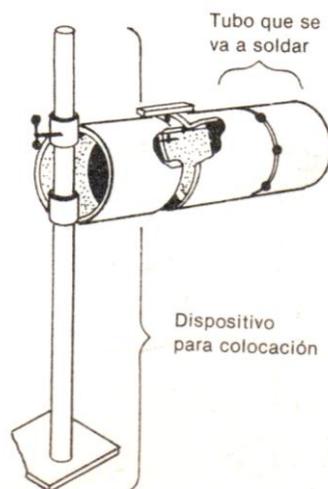


Figura 41. Ensamble de los tubos en el dispositivo de colocación.

9. Establezca un arco en la parte superior, y haga un cordón recto circundando completamente el tubo, obteniendo una penetración clara en toda la junta.

10. Limpie toda la escoria de esta soldadura.
11. Termine la soldadura con dos pasadas más (figura 42), usando el electrodo de 3/16 de pulgada de diámetro. (Ajuste el amperaje de la máquina de soldar a un valor comprendido entre 170 y 190, y utilice un movimiento ondulante.) *Nota:* Haga la soldadura más convexa que las de las placas planas, ya que muchos de los trabajos de tubería requieren un reforzamiento extra. Recuerde limpiar la soldadura de toda escoria, después de cada pasada.

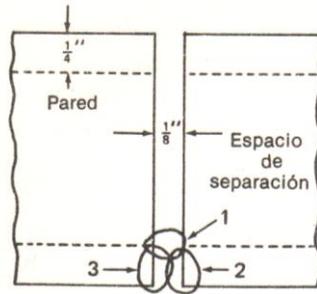


Figura 42. Termino de la soldadura con dos pasadas más.

12. Apague la máquina de soldar.
13. Inspeccione la soldadura, y pida a su instructor que revise su trabajo.

## **PRACTICA 18. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE CON RANURA ESCUADRADA EN UN TUBO DE ACERO EN LA POSICIÓN 2G**

**OBJETIVO:** Aprender a soldar una junta aceptable a tope, de ranura escuadrada, en tubería en posición vertical fija (2G).

**TIEMPO REQUERIDO:** 1 hora.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio incluyen un dispositivo de colocación para soldadura de sobrecabeza, una fuente de poder para soldadura, y sus accesorios, y trozos de tubo como los descritos en la practica anterior, además de varios

electrodos de 1/8 de pulgada de diámetro y de 5/32 de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para ca).

PROCEDIMIENTO. Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones que siguen, antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro de texto *Nota:* Para soldar tubos en posición vertical fija, siga las mismas técnicas que para hacer soldaduras a tope en placas planas en posición horizontal.
2. Coloque las dos piezas de tubo de desperdicio sobre el banco.
3. Sujete firmemente la terminal de tierra a una de las piezas.
4. Ajuste el amperaje de la máquina de soldar entre 100 y 120.
5. Coloque el electrodo de 1/8 de pulgada de diámetro en el portaelectrodo.
6. Encienda la máquina de soldar.
7. Una los dos tramos de tubo con puntos de soldadura, extremo con extremo, sin biselarlos, como se ilustra en la figura 40.
8. Sujete con prensas el ensamble en el dispositivo de colocación para soldadura de sobrecabeza, en posición vertical, de manera que quede la junta en posición horizontal, como se ilustra en la figura 43.

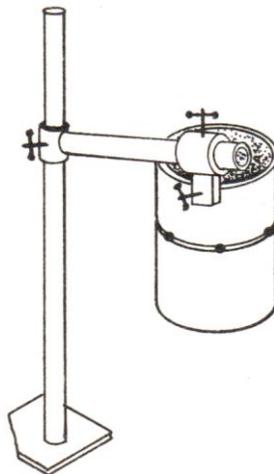


Figura 43. Sujeción en el dispositivo para soldar.

9. Establezca un arco, y haga el primer cordón de manera que penetre limpiamente a través de la junta hasta la pared interior del tubo.
10. Limpie la escoria de esta soldadura.
11. Ajuste el amperaje de la máquina de soldar entre 120 y 140.
12. Coloque un electrodo de  $5/32$  de pulgada de diámetro en el portaelectrodo.
13. Haga dos cordones más, en la secuencia ilustrada en la figura 42 (Asegúrese de limpiar la escoria de cada cordón). *Nota:* Los tres cordones deben ser rectos y sin ondeado, y la superficie de los mismos debe hacerse más convexa que la superficie de las juntas en placas planas.
14. Apague la máquina de soldar.
15. Inspeccione la soldadura, y pida a su instructor que revise su trabajo.

## **PRACTICA 19. SOLDADURA EN RODAMIENTO DE UNA JUNTA A TOPE, CON UNA RANURA EN V, EN TUBO DE ACERO**

**OBJETIVO:** Aprender a controlar el arco mientras se está haciendo girar el tubo a una velocidad constante.

**TIEMPO REQUERIDO:** 1 hora.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio incluyen una fuente de poder para soldadura, con sus accesorios, más lo siguiente:

1. Un dispositivo sencillo para hacer girar el tubo.
2. Dos tramos de tubo de acero de 8 o 10 pulgadas de diámetro y 6 pulgadas de longitud, con espesor de pared de  $1/4$  de pulgada.
3. Varios electrodos de  $5/32$  de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para ca).
4. Varios electrodos de  $3/16$  de pulgada de diámetro (E-6010 para cd, E-6011 para ca).

PROCEDIMIENTO. Lea y familiarícese perfectamente con las instrucciones que siguen, antes de comenzar a soldar.

1. Revise las prácticas de seguridad para soldadura de arco del Capítulo VI del libro de texto.
2. Bisele uno de los extremos de cada tramo de tubo, a un ángulo de 30 grados. Deje una cara de raíz de  $\frac{3}{32}$  de pulgada (figura 44).

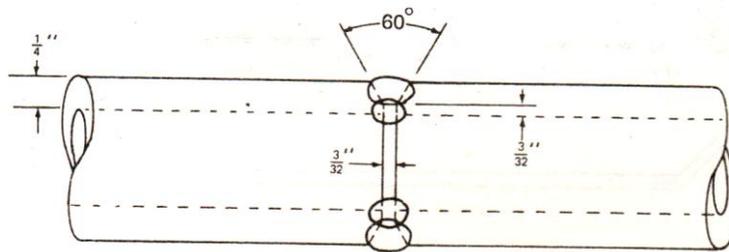


Figura 44. Biselado de los extremos de cada extremo de los tubos

3. Coloque los dos tramos juntos sobre los rodillos, con una separación en la raíz de  $\frac{3}{32}$  de pulgada, como se ilustra en la figura 45.
4. Sujete firmemente la terminal de tierra a uno de los tubos.
5. Ajuste el amperaje de la máquina de soldar entre 120 y 140.
6. Coloque un electrodo de  $\frac{5}{32}$  de pulgada de diámetro en el portaelectrodo.
7. Encienda la máquina de soldar.
8. Una los dos tubos con puntos de soldadura en la parte superior. Dé al tubo un cuarto de vuelta, y vuelva a poner puntos de soldadura en la parte superior.
9. Después de dar otro cuarto de vuelta, vuelva a unir los tubos con puntos de soldadura en la parte superior, por tercera vez.
10. Después de un tercer cuarto de vuelta, comience a soldar hasta el fondo de la V, con un cordón recto. *Nota:* Asegúrese de mantener el electrodo en posición perpendicular, girando simultáneamente el tubo a la velocidad apropiada, de manera que produzca una pulgada de cordón por cada pulgada de electrodo que se funda.

11. Limpie toda la escoria de la junta.
12. Ajuste el amperaje de la máquina de soldar entre 170 y 190.
13. Coloque un electrodo de  $\frac{3}{16}$  de pulgada de diámetro en el portaelectrodo.
14. Deposite el segundo cordón con movimiento ondulante ligero de un lado a otro, obteniendo penetración al interior del primer cordón y a ambos lados de la V.
15. Limpie la escoria de este cordón.
16. Apague la máquina de soldar.
17. Inspeccione la junta, y pida a su instructor que revise su trabajo.

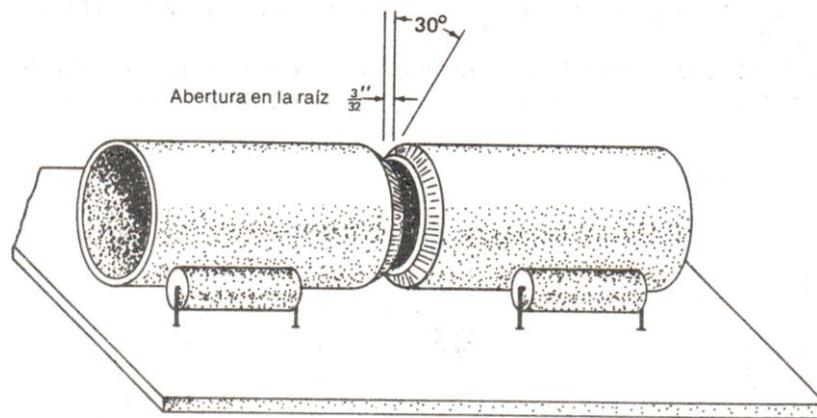


Figura 45. Colocación de los dos extremos de los tubos a soldar.

## CUESTIONARIO DE REPASO

1. Describa o dibuje en esquema cómo debe verse la sección transversal de una buena soldadura de filete.
2. Dé los nombres y haga esquemas de las formas de tres preparaciones de reborde que se usan para soldaduras a tope.
3. Nombre y describa los dos métodos que se usan para soldadura vertical.
4. ¿Por qué se emplea el movimiento oscilante en la soldadura vertical?
5. Mencione dos razones para utilizar diferentes tipos de ondeado en la posición vertical hacia arriba.
6. ¿Qué ángulo de electrodo se usa en la soldadura hacia arriba, o de sobrecabeza?
7. ¿Qué puede hacerse para evitar que el pocillo de metal fundido gotee o se cuelgue al hacer soldadura de sobrecabeza?
8. Nombre el tipo de electrodo AWS, el diámetro, y el ajuste de amperaje que se requieren para soldar acero dulce de 3/8 de espesor en la posición plana.
9. ¿Por qué se usa el movimiento ondeado?
10. ¿Cuál es el espesor de la placa más delgada que requiere preparación de sus bordes para soldarse?
11. ¿Por qué se emplean a veces soleras de respaldo cuando se sueldan placas de acero dulce?
12. Haga una lista de las ropas de seguridad que deben usar los soldadores cuando aplican

soldadura hacia arriba.

## APENDICE 9

# **CURSO DE FORMACIÓN DE SOLDADORES NIVEL II**

## **LIBRO DE TEXTO**

## **CONTENIDO.**

### **CAPITULO I DISEÑO DE LAS UNIONES SOLDADAS**

1.1 DISEÑO DE SOLDADURA DE CHAFLÁN

1.2 DISEÑO DE LA SOLDADURA DE BISEL.

### **CAPITULO II EVALUACION Y CONTROL DE CALIDAD DE LA SOLDADURA.**

2.1 PRUEBAS DESTRUCTIVAS.

2.2 CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

2.3 INSPECCIÓN.

2.4 PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS.

2.5 SÍMBOLOS DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS.

### **CAPITULO III CODIGOS DE SOLDADURA, NORMAS, ESPECIFICACIONE Y**

#### **PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA.**

3.1 CONFIABILIDAD DE LAS SOLDADURAS.

3.2 CÓDIGOS Y ESPECIFICACIONES DE SOLDADURA Y SU CALIFICACIÓN.

### **CAPITULO IV PROCESO DE SOLDADURA MIG "GMAW"**

4.1 EL CONTROL DE LA POROSIDAD

4.2 IMPORTANCIA DE LA FLUIDEZ

4.3 INFLUENCIA DEL GAS Y EL ARCO DE LA SOLDADURA

4.4 PROCESO DE SOLDADURA TIG "GTAW"

## CAPITULO I DISEÑO DE LAS UNIONES SOLDADAS<sup>37</sup>.

El objetivo de las uniones soldadas es el de transferir esfuerzos entre los miembros y a través de la construcción soldada. Las fuerzas y las cargas se introducen en distintos puntos y se transmiten a diferentes áreas a través de la construcción soldada. La cantidad del esfuerzo por transferir a través de la unión se estima mediante cálculos, la experiencia etc.,. Como ya se dijo, el tipo de carga y el servicio de la construcción soldada tienen un gran efecto en el diseño de la unión que se seleccione.

Todas las uniones soldadas son o bien Uniones de penetración completa, o bien Uniones de penetración parcial. Los Nombres son suficientemente descriptivos; sin embargo, una unión de penetración completa tiene metal de soldadura en la sección transversal completa de la unión, La unión de penetración parcial esta diseñada para tener un área sin fundir. La soldadura no penetra completamente a la unión. La capacidad de la unión se basa en el porcentaje de la profundidad del metal de soldadura con respecto a la profundidad total en la unión, si el metal de soldadura penetra un cuarto de camino entre ambos lados, deja todavía la mitad de unión sin fundir, Una unión de 50 % de penetración parcial tendría metal de soldadura en la mitad de la unión. Las construcciones soldadas sujetas a cargas estáticas solo necesitan metal de soldadura suficiente para transmitir las cargas estáticas, cuando se sujetan las uniones a cargas dinámicas, reversibles o de impacto, la unión soldada debe de ser mas eficaz, esto es importante si la construcción soldada trabajara a bajas temperaturas, Con este tipo de servicio se necesitan soldaduras de penetración completa.

La resistencia de la unión soldada depende no solo del tamaño de la soldadura, sino también de la resistencia del metal de la soldadura. Al usar acero suave y de baja aleación, casi no se cuida la resistencia del metal de soldadura porque generalmente la resistencia de este es mayor que los materiales que une, La resistencia a la cadencia del acero estructural normal es de unos  $25.3 \text{ Kgf7mm}^2$ , La resistencia a la cadencia de un tipo normal E60XX de electrodo es por lo menos de  $35.2 \text{ Kgf7mm}^2$ , y por tanto el metal de soldadura es considerablemente mas fuerte que el metal base, Una Soldadura ejecutada adecuadamente entre miembros de acero estructural usando electrodo E6010 es mas fuerte que el metal base, cuando esta unión se sujeta a tensión, se romperá siempre fuera de la soldadura, el metal base cederá primero. La resistencia del metal de soldadura sobrepasa a la del metal base y asi sucede son otra propiedades mecánica. Por esta razón el refuerzo de soldadura se debe de mantener en un mínimo porque no se necesita y representa desperdicio, al soldar aceros altamente aleados, aceros y otros metales tratados térmicamente, puede no presentarse esta situación. Muchos materiales obtienen su resistencia cuando se tratan térmicamente, El metal de soldadura no tiene este mismo tratamiento térmico, por tanto podría tener menores propiedades de resistencia que las del metal base. El trabajo de soldadura puede nulificar el tratamiento térmico del metal base haciendo que se revierta a su menor resistencia alrededor de la soldadura. Al soldar aceros de alta aleación o tratados térmicamente se deben hacer investigaciones y seguir precauciones especiales.

---

<sup>37</sup> HOWARD B. CARY, Manual de Soldadura moderna, 2ª edición, tomo III, PRENTICE HLL HISPANOAMEICANA S,A M, México (ver sección 19-4 pagina 618)

Hay muchos factores que se deben considerar al diseñar una unión soldada. Muchos influyen sobre la economía del diseño de la unión soldada y en la resistencia de la misma, y en la capacidad del soldador para ejecutarla. El diseñador debe tener en cuenta los requisitos de resistencia mencionada y los requerimientos de penetración que dictan las cargas y el servicio. El diseño de la unión soldada se debe adaptar a estos requisitos del modo más económico.

La unión soldada se debe diseñar para que su área transversal sea lo más pequeña posible. El área transversal es una medida de la cantidad de la cantidad o peso del metal de soldadura que se necesita para ejecutar la unión, sin embargo, el área transversal pequeña podría no dar una unión soldada práctica.

Los detalles de cada unión también se deben relacionar al proceso de soldadura que debe emplearse. Todos los detalles de la unión están relacionados con el método de arco de metal protegido, aplicado manualmente. Este es un buen punto de partida, porque los diseños se pueden cambiar para adaptarse a otros procesos.

Al diseñar la unión soldada también hay que considerar la posición para soldar. Un buen ejemplo de esto es el diseño de uniones soldadas para empalmar columnas en edificios de acero estructural. Es una buena práctica el tener plano el lado inferior de la unión, con el bisel en la pieza superior. Esto ha venido a ser la práctica estándar para soldaduras horizontales.

Un factor que a veces es ignorado por los diseñadores es el asunto de la accesibilidad. Un factor relacionado con el problema de la accesibilidad es la soldadura de respaldo, que se pueda ejecutar en una unión particular. El término respaldo unilateral se ha popularizado mucho porque indica que la soldadura se debe hacer completamente de un lado de la unión. Un ejemplo de una soldadura de un lado es la soldadura de diámetro pequeño. Es imposible trabajar por el lado de atrás de una unión así, por tanto, la unión se debe hacer completamente desde el exterior del tubo, o sea que es una *soldadura unilateral*.

También se debe tomar en cuenta la distorsión de la soldadura. Hay que estudiar las posibilidades de control de distorsión por medio del uso de soldadura dobles, o de soldaduras ejecutadas en ambos lados de la línea central de la unión para reducir al mínimo las distorsiones angulares, los tamaños de soldadura también tienen su efecto sobre la distorsión. Hay que utilizar el menor tamaño posible.

## **1.1 DISEÑO DE SOLDADURA DE CHAFLÁN.**

La soldadura de chaflán es la más popular de todas las soldaduras, porque normalmente no se necesita preparación, en algunos casos, la soldadura de chaflán es la más barata, aunque podría necesitar más metal de aporte que una soldadura de bisel, porque el costo de preparación sería menor, puede usarse para la unión a traslape, unión en T y la unión en esquina sin preparación. Efectivamente en las uniones en esquina el doble chaflán puede dar una unión soldada con penetración completa, en la [figura 1.1](#) Se muestra el uso del

chafilán para efectuar las cinco uniones básicas. Las soldaduras en chafilán también utilizan junto con la soldadura de bisel. Especialmente para las uniones en esquina o en T.

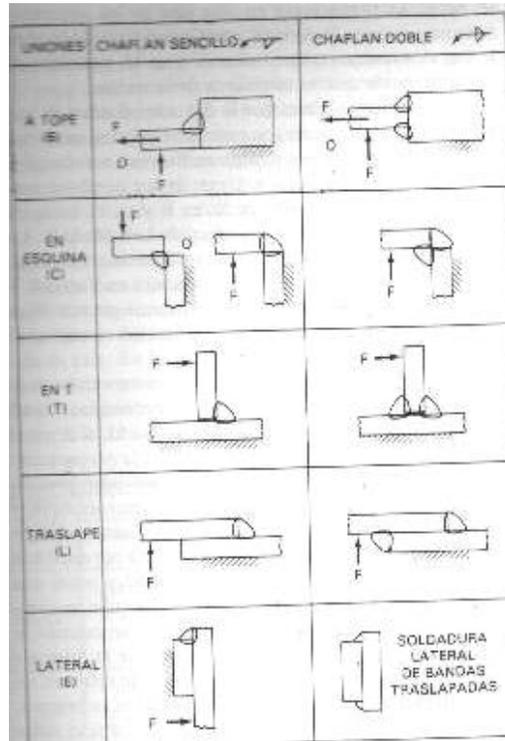


Figura 1.1 Chafilán usado para hacer las cinco uniones básicas.

La soldadura de chafilán debe tener los dos lados iguales y entonces la cara del chafilán tiene un ángulo de  $45^\circ$ . Esto no sucede siempre porque un chafilán puede diseñarse para tener una base más larga que la altura, en cuyo caso se especifica por las dos longitudes de sus lados.

En el tipo normal de chafilán de  $45^\circ$ , la resistencia del chafilán se basa en la dimensión más pequeña, la de la garganta que es de  $0.707 \times$  la longitud de un lado.

Para chafilanes con distintas longitudes de lados se debe calcular la longitud de la garganta, que es la distancia más corta entre la raíz del chafilán y la cara teórica del mismo. Al calcular la resistencia de la soldadura de chafilán se ignora el refuerzo, tampoco se toma en cuenta la penetración de la raíz, a menos que se utilice un proceso de penetración profunda.

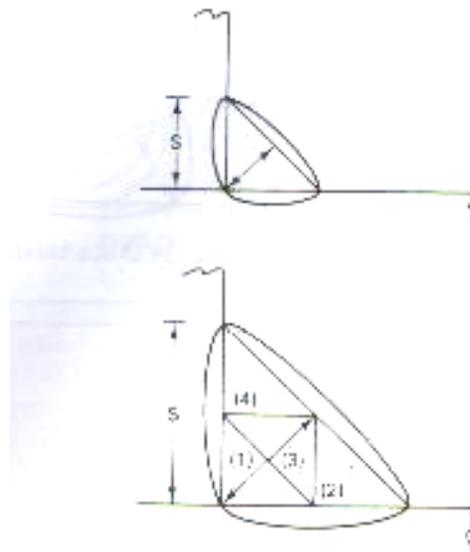


Figura 1. 2. Tamaño contra resistencia de una soldadura de chaflán.

Bajo estas circunstancias se puede reducir el tamaño del chaflán, pero se obtendría una resistencia igual. Estas reducciones se pueden utilizar solo cuando se sigan procedimientos estrictos de soldadura. La resistencia de la soldadura de chaflán se determina por su área de falla, que se relaciona con la dimensión de la garganta. Si se aumenta al doble el tamaño (longitud de los lados) de una soldadura de chaflán, se doblara su resistencia, porque se dobla la dimensión (y el área) de su garganta, sin embargo, al doblar el tamaño del chaflán aumentara el área de su sección transversal y el peso del metal en cuatro veces, esto se ilustra en la [figura 1.2](#). Que muestra la relación de área de la garganta contra el área total o peso de una soldadura de chaflán. Por ejemplo un chaflán de 3/8 “ tiene doble resistencia que un chaflán 3/16”, sin embargo el chaflán de 3/8” utiliza cuatro veces más metal de soldadura.

En trabajos de diseño a veces el tamaño del chaflán, lo determina el espesor de los metales que se están uniendo. En algunos casos el tamaño mínimo del chaflán se debe basar sobre razones prácticas en vez de necesidades teóricas de diseño.

A veces se usan chaflanes intermitentes cuando el tamaño es mínimo, de acuerdo con el código, o por razones prácticas, en lugar de basarse en requisitos de resistencia.

## 1.2 DISEÑO DE LA SOLDADURA DE BISEL.

Hay siete tipos básicos de soldadura de bisel: el cuadrado, en V biselada, en U, en V doblada y en bisel doblado se ilustran en la [figura 1.3](#), todas se pueden usar solas o como soldaduras dobles. Tres de ellas, el bisel cuadrado, la V doblada y el bisel doblado se pueden hacer sin preparación adicional del detalle de la unión, el bisel cuadrado es el más sencillo porque solo necesita de un corte recto y en los metales mas delgados se logra esto con una cizalla. La soldadura al sesgo es una variación del bisel recto o cuadrado, que se

usa para latonar, la soldadura en V doblada y de bisel doblado generalmente se utilizan para materiales delgados, en los cuales se une una sección doblada con otra sección, o en la cual se tiene una sección redonda. Dos de las otras soldaduras de bisel necesitan preparación en solo uno de los miembros de la unión, y son la de bisel achaflanado y la de bisel en J, Las dos restante de bisel en V y en U, necesitan de preparación de ambos miembros de la unión.

La preparación puede ser un factor importante para decidir cual tipo de bisel se utilizara. Por ejemplo, el bisel cuadrado o recto puede prepararse cizallando, si el metal es relativamente delgado. También se utiliza la preparación para la soldadura de bisel recto en materiales gruesos por medio del proceso de elctroescoria y por otros procesos de garganta angosta cuando el espesor es demasiado grande, la preparación seria por corte o con soplete.

La elección entre soldaduras de ranura sencilla o doble se muestra en la [figura 1.3](#). En las ranuras en V y en bisel, teniendo o no una cara de raíz, la practica común es tener una pequeña cara de raíz que ayude a dar un control dimensional de las partes durante las operaciones de preparación.

La cara de raíz que se menciona se usa principalmente para asegurar control dimensional de las partes durante las operaciones de su preparación, cuando se cortan con soplete grandes placas para aguzar sus cantos, para preparaciones en V o en bisel, es más difícil mantener las dimensiones que cuando se incluye una cara de raíz.

Hay dos factores adicionales que se deben considerar con respecto a las soldaduras de bisel, biselada y en V. Deben considerarse juntos porque afectan la capacidad del soldador para ejecutar un cordón de soldadura en la raíz de la unión. Son le ángulo incluido y la abertura de raíz, en las soldadura de penetración completa es absolutamente necesario que el soldador tenga espacio y accesibilidad suficientes para colocar la soldadura en la raíz de la unión. Si la abertura de raíz es muy estrecha o si el ángulo incluido es demasiado agudo, será imposible que el electrodo de soldadura deposite el metal en la raíz de la unión.

TIPOS DE SOLDADURAS DE BISEL	SOLDADURAS DE BISEL			SIMBOLO
	SENCILLA	SIMBOLO	DOBLE	
RECTA			 NOTA: NO CAMBIA EL DETALLE DE LA UNION	
EN V	 RESPALDO 0\" A 1\" PLACA 1\" A 1 1/2\""/>		 1\" A 1 1/2\" PLACA"/>	
BISELADA	 1/2\" A 1\" PLACA RESPALDO"/>		1\" A 1 1/2\" PLACA"/>	
U	 1/2\" A 3\" PLACA"/>		 ESPESORES DE 2\" Y MAYORES"/>	
J	 1/2\" A 3\" PLACA"/>		 ESPESORES DE 1 1/2\" Y MAYORES"/>	
EN V DOBLADA				
EN BISEL DOBLADA				

Figura 1.3. Siete tipos básicos de soldaduras de bisel

## **CAPITULO II      EVALUACION Y CONTROL DE CALIDAD DE LA SOLDADURA.38**

### **2.1 PRUEBAS DESTRUCTIVAS.**

Las soldaduras y el metal de las soldaduras están sujetos a más tipos de distintas pruebas que cualquier otro metal producido.

Las pruebas mecánicas que se emplean para calificar los procedimientos de soldadura, los trabajos soldados, los procesos de soldadura, y para terminar si los electrodos y metales de aporte cumplen con los requisitos de las especificaciones. Las soldaduras en las construcciones soldadas se prueban a menudo para asegurar su resistencia, tenacidad y calidad mediante pruebas mecánicas.

Las pruebas mecánicas son pruebas destructivas porque la prueba o construcción o la unión soldada se destruye al hacer el espécimen de prueba. También resultan caras porque implican la preparación del material, el hacer ensayos, cortes y a menudo el maquinado de los especímenes de prueba mecánica o destructivamente.

### **2.2 CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.**

Para calificar un procedimiento de soldadura [WPS<sup>39</sup>] hay que hacer soldaduras específicas, cortarlas en tamaño normal y ensayarlas hasta que se destruyan. Dichas pruebas se describen detalladamente en las especificaciones que se este siguiendo.

El objetivo de la prueba de calificación del procedimiento es demostrar que una soldadura ejecutada bajo las condiciones prescritas cumplirá con las propiedades mecánicas necesarias. Esto implica elaborar placas de prueba de acuerdo con las especificaciones del procedimiento de soldaduras, y probar entonces la soldadura por medios mecánicos. El proceso de soldadura, los metales de aporte y el progreso de la soldadura se seleccionan para hacerla en la posición requerida sobre el metal base que se va a usar. Los detalles de la unión soldada y el espesor del material se deben especificar, y pueden no ser exactamente como los que se vayan a usar al hacer la soldadura de producción. Los requisitos varían de un código a otro, es esencial que se estudie el reglamento al hacer soldaduras de prueba. En general, los códigos usan el mismo tipo de especímenes de prueba, incluyendo a la prueba de fractura de chaflán, la prueba de fractura de la muesca, la prueba de tensión y la prueba o ensayo de flexión guiada. Es indispensable consultar la edición más reciente del reglamento o la especificación correspondiente al hacer soldaduras de prueba, los especímenes de prueba y los ensayos de soldadura. Esto es importante porque están

---

<sup>38</sup> HOWARD B. CARY, Manual de Soldadura moderna, 2ª edición, tomo III, PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA S,A M, México (ver sección 22 pagina 694)

<sup>39</sup> WPS: welding procedures Specifications. Traducido significa Especificación de procedimientos de soldadura.

implicadas tanto las pruebas de calificación del procedimiento como las de calificación del soldador.

El código D1.1 “estructural welding code” de la American Welding Society [AWS] es muy popular y se usa ampliamente para calificar procedimientos y soldadores, una de las pruebas del código estructural, que se emplea con frecuencia para evaluaciones preliminares, es el espécimen de prueba de fractura de la soldadura de chaflán, para poder calificar una soldadura por puntos. Este espécimen y a forma en que se fractura, se muestra en la [figura 2.1](#). De acuerdo con el código AWS el espesor de las placas debe ser de 12.6 mm y la soldadura de 6.3 mm, las variantes de este espécimen usan placas mas delgadas y chaflán de menor tamaño. Este espécimen se puede utilizar para cada posición de soldar y para todos los procesos de soldadura por arco con cualquier tipo de electrodo.

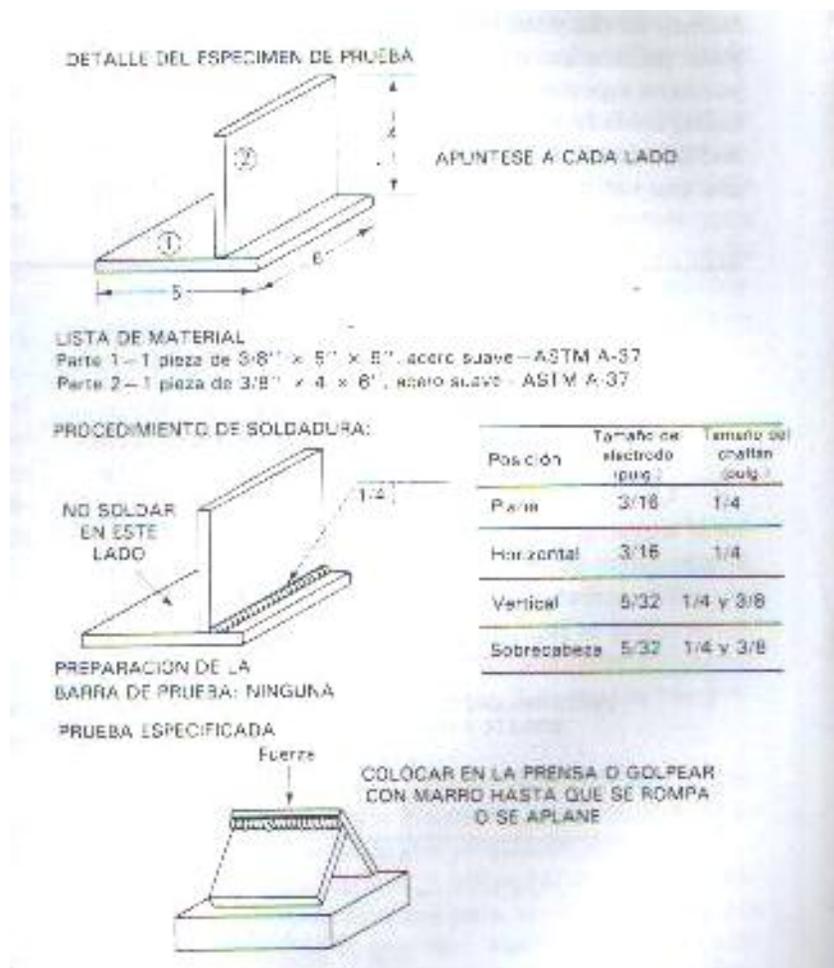


Figura 2.1 . Prueba de rotura de chaflán según la AWS.

Se necesitan otras pruebas destructivas por otras razones, por ejemplo, para comprobar el cumplimiento en lo que respecta al metal de soldadura depositado, se prescribe un diseño especial de unión y un espécimen de prueba completamente de metal de soldadura. Este diseño de unión y este espécimen de prueba se especifican en las distintas especificaciones de metal de aporte de la American Welding Society [AWS]. La [figura 2.2](#) muestra en

detalle la unión para hacer un espécimen de prueba completamente de metal de soldadura. En muchos casos también se especifican las propiedades de impacto para un metal de soldadura en particular.

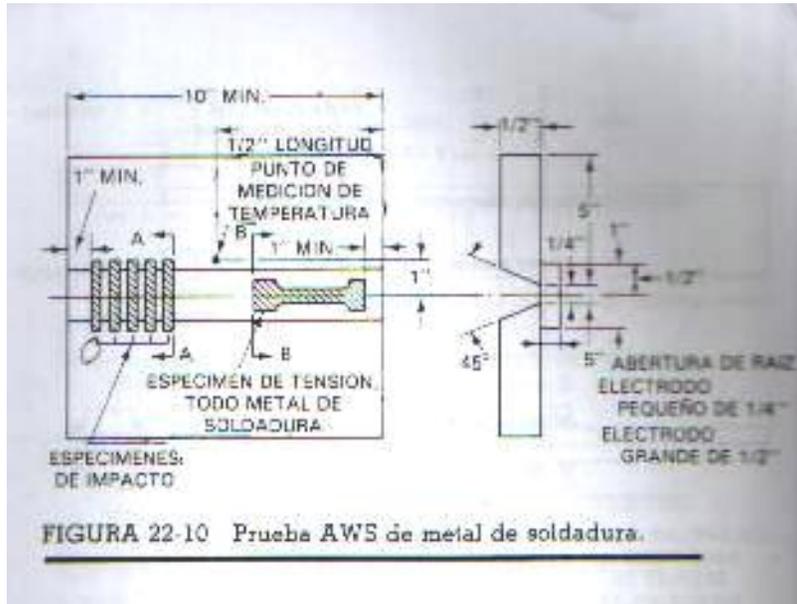


Figura 2.2 Prueba AWS de metal de soldadura.

### 2.3 INSPECCIÓN.

El examen visual es una técnica de prueba o método de evaluación, no destructivo. Con mucho es la más popular y la que más se emplea. Es el método de inspección menos costoso y extremadamente efectivo. El inspector de soldadura puede usar el examen visual durante todo el ciclo de producción de una construcción soldada, es un método efectivo de control de calidad que asegurara la conformidad con el procedimiento y también detectara errores durante las primeras etapas. El trabajo del inspector de soldadura que emplea el examen visual se puede subdividir en tres grupos principales: (1) examen visual antes de soldar, (2) examen visual durante el trabajo de soldadura y (3) examen visual de la construcción después de terminar de soldar.

#### Examen visual antes de soldar.

Como técnica de control de calidad hay muchos puntos que se deben revisar y comprobar antes de soldar, comprenden:

- 1 Revisar que se sigan con cuidado todos los dibujos, especificaciones, los procedimientos, las calificaciones de soldadores, etc. Esto ayuda al inspector a familiarizarse con el trabajo y con todas las especificaciones que se apliquen.
- 2 Revisar las especificaciones de los materiales de las partes que comprenden la soldadura, y determinar que los materiales se ajusten a las especificaciones.
- 3 Comparar la preparación de las orillas de cada unión con los dibujos. Al mismo tiempo, comprobar la preparación de la orilla para verificar las condiciones de su superficie.

- 4 Verificar las dimensiones de cada parte porque pueden afectar el ajuste de la soldadura
- 5 Cuando se haga el ajuste rectificar las dimensiones del ensamble y del conjunto, con especial cuidado en las aberturas de raíz de las uniones soldadas.
- 6 Al armar la piezas revisar las varillas de respaldo, anillos, cobre, fundente, etc. , para asegurarse que estén de acuerdo con los requisitos.
- 7 En el trabajo de armado vigilar que las uniones por soldar estén limpias, así como que los apuntes de soldadura se encuentren en buen estado.

En la estación de armado el inspector de soldadura debe comprobar las soldadura de puntos para cerciorarse de que se este usando el tipo correcto de electrodos para el metal base que se este soldando.

### **Examen visual durante el trabajo de soldadura.**

La técnica de control de calidad cuando principia la soldadura incluye varios puntos que deben comprobarse, incluyendo los procedimientos de soldadura. Hay que estar seguros de estén en orden, que se apliquen a la construcción soldada y que el personal pueda disponer de ellos al ejecutar las soldaduras. Los puntos por revisar son:

- 1 Determinar si están de acuerdo el proceso y el método de aplicación planeados para emplearse con los procedimientos que e usan en realidad.
- 2 Vigilar si los electrodos o el metal de aporte especificados son adecuados para los metales base por soldar, y que se empleen. Verificar que sean adecuadas las instalaciones de almacenamiento, la condición de los electrodos, y para trabajos críticos, anotar lo números e calor de los electrodos que se usan en las uniones o construcciones soldadas específicas.
- 3 Revisar el equipo de soldadura para verificar que este en buenas condiciones de trabajo. Este examen debe comprender las pinzas, soportes, localizadores, et.
- 4 Comprobar que se este usando la corriente y la polaridad adecuadas para la soldadura.
- 5 Verifica que se sigan los requisitos de precalentamiento antes que se vaya a soldar. Esto implica el revisar la temperaturas del metal base y determinar que esas temperaturas sean profundas y no solo superficiales
- 6 Identificar todos los soldadores asignados a la construcción soldada en particular, o a la unión en cuestión. Su nivel de calificación debe estar de acuerdo on los requisitos del trabajo, deben revisarse la actas de calificación para determinar si están en orden y no han expirado.
- 7 Observar a los soldadores cuando suelan. Esto tiene efecto muy asombroso sobre los soldadores, especialmente cuando saben que sus soldaduras están siendo vigiladas al momento de hacerlas.
- 8 Determinar si se mantienen las temperaturas entre pasos durante las operaciones de soldadura. Si se detienen dichas operaciones se deben alcanzar las temperaturas entre pasos antes de reanudar las labores.
- 9 También hay que decidir si se hace limpieza entre pasos mediante cincelado, esmerilado, vaciado, etc., de acuerdo con los requisitos del procedimiento.

Si el inspector de soldadura esta en el lugar del trabajo cuando se esta llevando a cabo advertirá cualquier actividad o reparación desacomumbradas.

### Examen Visual de la construcción después de terminar de soldar.

Se espera que el inspector determine que la construcción soldada se apegue a los dibujos y especificaciones, según los cuales se diseño y construyo. Esto incluye muchos puntos con respecto a la construcción soldada, pero con respecto a las soldaduras es más importante. Todas las soldaduras debe ser del tamaño que se especifico.

- 1 Es importante revisar el tamaño de la soldadura de todas las uniones. esto no es tan difícil como parece. el tamaño de los chaflanes se puede medir con facilidad mediante calibradores de soldadura, la figura 2.3 muestra el uso de un calibrador estándar de soldadura, tal como se muestra en los estados unidos la figura 2.4 muestra el tamaño de las soldaduras de chaflán y el método para comprobar que se cumplen las especificaciones del tamaño. Hay muchos otros tipos de calibradores.



Figura 2.3. Uso de un calibrador estándar de chaflanes.

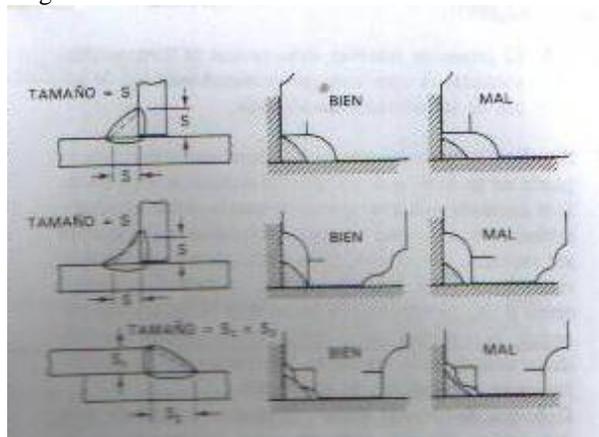


Figura 2.4. Tamaño de las soldaduras de chaflán y método para determinarlas.

- 2 Todas las soldaduras deben inspeccionarse para determinar que no tengan ninguno de los defectos que se enumeran a continuación:
  - a) Fracturas superficiales (incluyendo la de los bordes).

- b) Fracturas de cráter (o cráter sin llenar completamente).
- c) Superficie porosa.
- d) Penetración incompleta en la raíz.
- e) Socavado.
- f) Llenado incompleto de la cara, bisel o chaflán.
- g) Llenado incompleto de la raíz.
- h) Refuerzo excesivo de la raíz.
- i) Traslape
- j) Deslizamiento.
- k) Golpes de arco.
- l) Desalineamiento.
- m) Demasiada salpicadura.

3 El inspector también debe revisar la construcción soldada.

## 2.4 PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS.

Las pruebas no destructivas se llaman también exámenes o evaluaciones no destructivas o inspección no destructiva, en cualquier caso esta técnica consiste en aplicar principios de física para detectar defectos o discontinuidades en los materiales, sin afectar su utilidad, hay varios métodos o técnicas de examen. De ellos, la inspección visual es la más importante, se ha acelerado considerablemente el crecimiento de las pruebas no destructivas por la necesidad de productos de más alta calidad y mejor confiabilidad.

En el campo de la soldadura hay cuatro pruebas no destructivas que son las que se utilizan mas ampliamente, el examen con líquidos penetrantes, ya sea colorantes o por fluorescencia, el examen con partículas magnéticas, el examen ultrasónico y los exámenes radiográficos.

**TABLA 2.1 Guía de Selección de Ensayos No Destructivos<sup>40</sup>**

Equipo Necesario	Aplicaciones	Ventajas	Limitaciones
<b>Visual</b>			
Magnificadores, realce del color, otros equipos de medición, por ejemplo, reglas, micrómetros, comparadores ópticos, fuentes de luz.	Soldaduras que tengan discontinuidades en la superficie	Económica, expedientes, requiere relativamente poco entrenamiento y relativamente pocos equipos para muchas aplicaciones	Limitada a las condiciones externas superficiales solamente. Limitada a la agudeza visual del observador o inspector
Equipo Necesario	Aplicaciones	Ventajas	Limitaciones

<sup>40</sup> Tabla extraída de marco teórico

<b>Líquidos Penetrantes</b>			
<p>Tintas penetrantes o penetrantes fluorescentes, reveladores, limpiadores (solventes, emulsionantes, etc.) Equipo de limpieza apropiado. Fuente de luz Ultravioleta si se emplean las tintas fluorescentes</p>	<p>Discontinuidades de soldaduras abiertas a la superficie, por ejemplo, grietas, porosidad.</p>	<p>Portátil, equipo relativamente barato. Expediente de los resultados de la inspección. Los resultados son fácilmente interpretados. No requiere de energía eléctrica, excepto para las fuentes de iluminación</p>	<p>Las películas superficiales como recubrimientos, óxidos, el metal manchado en mascara o esconde los defectos rechazables. Las filtraciones de la porosidad en soldadura en la superficie pueden además enmascarar las indicaciones. Las piezas deben estar limpias antes y después de la inspección</p>

Equipo Necesario	Aplicaciones	Ventajas	Limitaciones
<b>Partículas Magnéticas</b>			
<p>Los picadores, yugos, y bobinas apropiadas para inducir magnetismo en la soldadura. Fuentes de Energía eléctrica. Polvos magnéticos – algunas aplicaciones exigen instalaciones especiales y luces ultravioletas</p>	<p>La mayoría de las discontinuidades abiertas a la superficie – algunos grandes defectos vacíos levemente sub. Superficiales. Más apropiado para grietas</p>	<p>Relativamente útil y económico. El equipo de inspección es considerado portátil. A diferencia de las tintas penetrantes, las partículas magnéticas pueden detectar algunas discontinuidades levemente debajo de la superficie</p>	<p>Aplicable solamente para materiales ferro magnéticos. Las partes deben ser limpiadas antes y después de la inspección. Los recubrimientos gruesos pueden enmascarar discontinuidades rechazables. Algunas aplicaciones requieren que las piezas sean desmagnetizadas después de la inspección. La inspección con partículas magnéticas exigen el uso de energía eléctrica para la mayoría de las aplicaciones</p>

Equipo Necesario	Aplicaciones	Ventajas	Limitaciones
<b>Radiografía (Gamma)</b>			
<p>Fuente de rayos Gamma, proyectores de cámara de rayos gamma, sujetadores de película, pantallas de plomo, equipo procesador de películas, visores de películas, instalaciones de exposición, equipo de monitoreo de la radiación.</p>	<p>Las soldaduras que tienen discontinuidades voluminosas como las porosidades, penetración incompleta de la junta, corrosión, etc. Las discontinuidades tipo laminar tales como las grietas y la fusión incompleta pueden ser detectadas con un menor grado de exactitud. Pueden ser usados además en ciertas aplicaciones para evaluar requerimientos dimensionales tales como, montaje, condiciones de la raíz, y el espesor de pared</p>	<p>Generalmente no está restringido por el tipo de material o estructura del grano. Capacidad de inspección superficial y sub. Superficial. Las imágenes radiográficas ayudan en la caracterización de las discontinuidades. Proporciona un registro permanente para futuras revisiones.</p>	<p>Las discontinuidades aplanadas deben estar alineadas favorablemente con el haz de la radiación para ser detectadas exactamente. La radiación plantea un riesgo potencial al personal. Los costos de los equipos de radiografía, las instalaciones, programas de seguridad, y permisos relacionados es relativamente alto. Un tiempo relativamente largo entre el proceso de exposición y la disponibilidad de los resultados. Se requiere la accesibilidad por ambos lados de la soldadura</p>
<b>Radiografía (Rayos-X)</b>			
<p>Una fuente de rayos-x (equipo), fuente de energía eléctrica, el mismo equipo general como es empleado con las fuentes gamma (arriba)</p>	<p>La misma aplicación como arriba.</p>	<p>Niveles de energía ajustables. Generalmente produce radiografías de más alta calidad que las fuentes gamma. Además, las mismas ventajas como arriba.</p>	<p>Costo inicial alto del equipo de rayos-x. Generalmente no se considera portátil. Además. Las mismas limitaciones que arriba</p>

Equipo Necesario	Aplicaciones	Ventajas	Limitaciones
<b>Ultrasónica</b>			
Instrumento de impulso-eco capaz de excitar un material piezo eléctrico y general energía ultrasónica en una soldadura y una esfera apropiada CRT capaz de mostrar las magnitudes de la energía sonora recibida. Estándares de calibración, líquidos acoplantes.	La mayor parte de las discontinuidades incluyendo las grietas, escorias y la fusión incompleta. Puede además ser usada para verificar el espesor de las piezas.	Más sensibles a las discontinuidades tipo aplanadas. Se conocen inmediatamente los resultados de las pruebas. Portátil. La mayoría de los detectores de defectos ultrasónicos no requieren una salida de energía eléctrica. Alta capacidad de penetración.	Las condiciones de las superficies deben ser apropiadas para acoplarse al transductor. Se requiere líquido acoplante. Las soldaduras delgadas y pequeñas pueden ser difíciles de inspeccionar. Son requeridos estándares de referencia. Requiere de un operario o inspector relativamente hábil

## 2.5 SÍMBOLOS DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS.

Los símbolos de pruebas no destructivas los ha establecido la American Welding Society (AWS), los usan el diseñador para trasladar la información al inspector en lo que se refiere a las uniones, las soldaduras o las construcciones soldadas que necesiten de especial atención. Estos símbolos son muy semejantes a los de soldadura. La figura 2.5 muestra los elementos del símbolo del examen y la localización estándar entre sí, solo se usan aquellos elementos del símbolo de prueba necesarios para dar la información que se precisa.

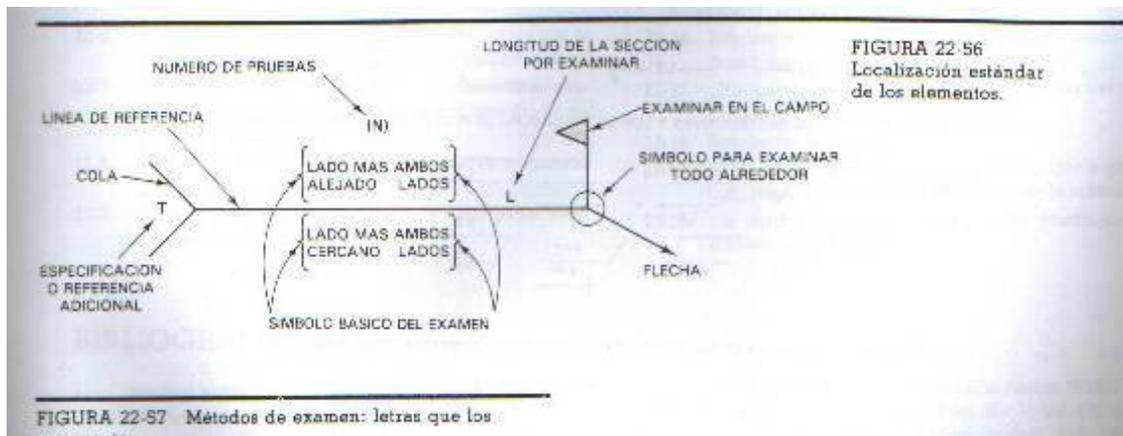


Figura 2. 5. Métodos de examen, símbolos de pruebas no destructivas

## **CAPITULO III CODIGOS DE SOLDADURA, NORMAS, ESPECIFICACIONE Y PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA.<sup>41</sup>**

### **3.1 CONFIABILIDAD DE LAS SOLDADURAS.**

La demanda de productos mas confiables, la tecnología cada vez mas compleja, y la necesidad de conservar los recursos hace que la calidad de las soldaduras cada día sea de mayor importancia. “un sistema de manufactura de soldadura” como parte del sistema total de fabricación producirá artículos de buena calidad estableciendo capacidades e ingeniería para.

- 1 Seleccionar, aplicar adecuadamente e inspeccionar los procesos y los equipos de soldadura. (Programa de control de calidad)
- 2 Seleccionar o generar, aplicar procedimientos calificados de soldadura para cada operación. (Calificación del procedimiento de soldadura)
- 3 Dirigir, adiestrar y calificar al personal soldador que produce las construcciones soldadas (la calificación del soldador.)

El objetivo de la prueba de calificación del desempeño del soldador es determinar la capacidad del soldador o de la persona que hace la soldadura siguiendo una especificación de procedimiento de soldadura

### **3.2 CÓDIGOS Y ESPECIFICACIONES DE SOLDADURA Y SU CALIFICACIÓN.**

Hay muchos códigos y especificaciones relacionados con la soldadura, figura 6 (21-1). Para comprender adecuadamente esos reglamentos y saber cuando usarlos se sugiere tener en cuenta las industrias que emplean especificaciones de soldadura, algunos productos están protegidos por códigos y especificaciones sobre soldadura, para propósitos de clasificación de los códigos existentes se elaboran listas de acuerdo con los propósitos manejados.

---

<sup>41</sup> HOWARD B. CARY, Manual de Soldadura moderna, 2ª edición, tomo III, PRENTICE HLL HISPANOAMEICANA S,A M, México (ver sección 21 pagina 671)

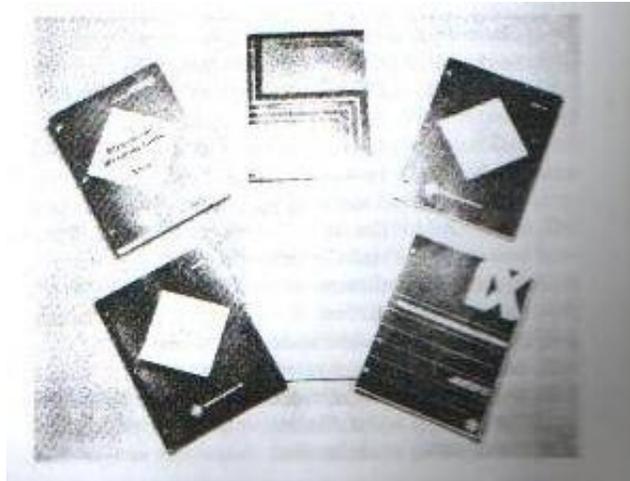


Figura 3.1. Códigos y especificaciones más comunes.

Los productos que se ajustan a ciertas especificaciones son los siguientes:

- 13 Recipientes a presión.
- 14 Reactores nucleares.
- 15 Tuberías.
- 16 Puentes y edificios.
- 17 Barcos.
- 18 Tanques y recipientes de almacenamiento.
- 19 Ferrocarriles
- 20 Aeroplanos e industria aeroespacial.
- 21 Equipo de construcción y agrícola.
- 22 Maquinaria industrial
- 23 Industria automotriz.

### **Recipientes a presión.**

En estados unidos el fabricante de recipientes de presión y de todo tipo de artículo que se defina como recipiente a presión queda bajo las especificaciones del código ASME (American Society of Mechanical Engineers) para calderas y recipientes a presión, este código consiste en 11 secciones.

- 12 Sección I: calderas de potencia.
- 13 Sección II: Especificaciones de materiales ferrosos, especificaciones de materiales, varillas de soldadura, electrodos y materiales de aporte
- 14 Sección III: Componentes de Plantas de energía nuclear.
- 15 Sección IV: Calderas de calefacción.
- 16 Sección V: Pruebas no destructivas
- 17 Sección VI: Reglas recomendadas para el cuidado y el funcionamiento de calderas de calefacción.
- 18 Sección VII: Reglas recomendadas para el cuidado de calderas de potencia.
- 19 Sección VIII: Recipientes a presión, divisiones I, II y III.
- 20 Sección IX: Calificaciones de soldadura
- 21 Sección X: Recipientes a presión de plástico reforzado con fibra de vidrio.

22 Sección XI: Reglas para inspección de sistemas de enfriamiento de reactores nucleares dentro del servicio.

### **Tuberías a presión.**

La soldadura del tubo a presión que se usa en las estaciones térmicas y nucleares, refinerías, plantas químicas, barcos, etc. se hace de acuerdo al código ASME .

### **Puentes y edificios.**

En Estados Unidos, la soldadura de estructuras se lleva a cabo según los requisitos de muchas de las grandes ciudades y para los puentes bajo la jurisdicción de los departamentos de carreteras. La base de estos reglamentos, es el “structural welding Code” publicado por la “american Welding Society” (AWS).

### **Barcos.**

La soldadura de barcos es regida por distintas especificaciones y códigos. En Estados Unidos los barcos del gobierno federal quedan bajo los reglamentos emitidos por el “coast Guard” o por la “Navships division of the department of defense”, estos requisitos son casi idénticos en lo que respecta al procedimiento de calificación de soldadura y de calificación de soldadores.

### **Tanques y recipientes de almacenamiento.**

Hay dos códigos principales para soldar tanques de almacenamiento, uno es la soldadura de tanques de almacenamiento elevados, publicado por la AWS y la “American Water Works Association” que se llama “Standard for welded steel elevated tanks”. El otro es para tanques de almacenamiento de aceites y productos de petróleo, publicado por el American Petroleum Institute que es, “Standard for welded steel tanks for oil storage”

### **General.**

El documento “Standard for welding procedure and performance qualifications” puede llegar a ser documento de referencia para la calificación de procedimientos y desempeño para todos los códigos estándares y especificaciones de la AWS.

## **3.3 PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA Y SU CALIFICACIÓN.**

El tema de los procedimientos de soldadura ha llegado a ser en extremo complicado debido a las distintas terminologías y definiciones de cada código de soldadura.

En general, un procedimiento de soldadura es el conjunto de métodos y prácticas detalladas implicados en la producción de una construcción soldada. Esa es una definición muy amplia que ampara dos tipos de procedimientos. El primero es el requisito legal de un código o especificación. El segundo es más amplio y puede ser el instructivo paso a paso para ejecutar una construcción soldada específica, este tipo de procedimientos ayudan a mantener la constancia y a reducir la distorsión de la soldadura, o indican como se puede ejecutar una construcción soldada

El procedimiento de soldadura, necesario según los códigos, comprende las instrucciones paso a paso para ejecutar una soldadura específica y la prueba de que la soldadura se puede aceptar, este tipo de procedimientos consiste de tres partes:

- 1 Una explicación escrita que describe las condiciones implicadas.
- 2 Un dibujo de la unión soldada y una tabla que da los parámetros de soldadura.
- 3 Una hoja de información que muestra los resultados de las pruebas de soldadura, y que afirma que cumple con los requisitos.

Todos los códigos y especificaciones de soldadura son semejantes en lo que refiere a los procedimientos. En cada caso es necesario dejar por escrito el procedimiento de soldadura y después probarlo y certificarlo.

### **Especificación del procedimiento de soldadura.**

El código ASME denomina Welding procedure specification (WPS) al procedimiento de soldadura. Este documento detalla las condiciones necesarias para que las aplicaciones respectivas aseguren a soldadores y otros trabajadores entrenados la repetición cuando sea necesario. Un WPS es un procedimiento escrito preparado para dirigir la fabricación de soldadura de producción de acuerdo a los requisitos del código.

Todo el WPS describe las variables esenciales, no esenciales y esenciales suplementarias para cada proceso de soldadura.

El WPS debe referir al registro de calificación de procedimientos (Procedure qualification record PQR) que es un registro de los datos de soldadura que se usan para soldar los cupones de prueba, muestra todas las condiciones que imperaron al soldar los cupones de prueba y los resultados reales de los especímenes de prueba

### **Registro de calificación de procedimientos.**

Para respaldar al WPS es necesario probar y certificar los resultados de la soldadura, esto se lleva a cabo ejecutando las soldaduras descritas por el WPS, maquinándolas y examinando el espécimen de acuerdo con el código. Para ello, se usa el registro de calificación de procedimientos (PQR), que se define como un documento que proporciona las variables reales de soldadura, que se usaron para producir una soldadura aceptable de prueba, y los resultados de las pruebas efectuadas en la soldadura con el fin de calificar una especificación de procedimiento de soldadura (WPS.).

### **Registro de las pruebas de calificación de soldadura.**

Con los documentos WPS y PQR en orden, a continuación se examinara a los soldadores y trabajadores, de acuerdo con los que se tenga que hacer, hay que calificar a cada soldador y operador que tome parte en la fabricación o instalación de productos amparados con el código.

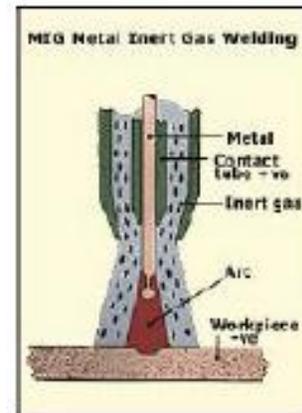
## **3.4 ESPECIFICACIONES DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA.**

Un gasto importante de los fabricantes, contratistas, compañías constructoras y fabricantes de construcciones soldadas, consiste en el diseño, escritura, preparación, prueba y calificación de procedimientos de soldadura.

Este gasto es muy alto debido a la necesidad de calificar nuevamente los mismos procedimientos y al personal una y otra vez. La recalificación de procedimientos de soldadura y de los soldadores se hace para cumplir con los requisitos del código, los requisitos del cliente o por razones legales.

## CAPITULO IV PROCESO DE SOLDADURA MIG "GMAW"<sup>42</sup>

La soldadura GMAW (gas metal arc welding) o Soldadura MIG (metal inert gas) es también conocida como Gas Arco Metal o MAG, donde un arco eléctrico es mantenido entre un alambre sólido que funciona como electrodo continuo y la pieza de trabajo. El arco y la soldadura fundida son protegidos por un chorro de gas inerte o activo. El proceso puede ser usado en la mayoría de los metales y la gama de alambres en diferentes aleaciones y aplicaciones es casi infinita.



La soldadura Mig es inherentemente más productiva que la MMA (Soldadura de arco manual), donde las pérdidas de productividad ocurren cada vez que el soldador se detiene para reemplazar el electrodo consumido. En la soldadura de arco manual también es notable la pérdida cuando el restante del electrodo que es sujetado por el porta electrodo es tirado a la basura, en algunos casos es reciclado.

Por cada Kilogramo de varilla de electrodo cubierto comprado, solamente al rededor del 65% es aprovechado como parte de la soldadura, el resto es tirado a la basura o solo en algunos casos reciclado. El uso de alambre sólido y el alambre tubular ha incrementado la eficiencia entre 80-95 % a los procesos de soldadura.

El proceso MIG opera en DC. (corriente directa) usualmente con el alambre como electrodo positivo. Esto es conocido como "Polaridad Negativa" (reverse polarity), La "Polaridad Positiva" (straight polarity) es raramente usada por su poca transferencia de metal de aporte desde el alambre hacia la pieza de trabajo. Las corrientes de soldadura varían desde unos 50 Amperios hasta 600 Amperios en muchos casos en voltajes de 15V hasta 32V, un arco auto-estabilizado es obtenido con el uso de un sistema de fuente de poder de potencial constante (voltaje constante) y una alimentación constante del alambre.

Continuos desarrollos al proceso de soldadura MIG lo han convertido en un proceso aplicable a todos los metales comercialmente importantes como el acero, aluminio, acero inoxidable, cobre y algunos otros. Materiales por encima de 0.76 mm (.030-in) de espesor pueden ser soldados en cualquier posición, incluyendo "de piso", vertical y sobre cabeza.

Es muy simple escoger el equipo, el alambre o electrodo, el gas de la aplicación y las condiciones optimas para producir soldaduras de alta calidad a muy bajo costo.

El proceso básico MIG incluye tres técnicas muy distintas: Transferencia por ["Corto Circuito"](#), transferencia ["Globular"](#) y la transferencia de

<sup>42</sup> Tomado del sitio WWW.drweld.com

"Arco Rociado (Spray Arc)". Estas técnicas describen la manera en la cual el metal es transferido desde el alambre hasta la soldadura fundida.

En la transferencia por corto circuito, también conocido como "Arco Corto", "Transferencia espesa" y "Micro Wire", la transferencia del metal ocurre cuando un corto circuito eléctrico es establecido, esto ocurre cuando el metal en la punta del alambre hace contacto con la soldadura fundida.

En la transferencia por rociado (spray arc) diminutas gotas de metal fundido llamadas "Moltens" son arrancadas de la punta del alambre y proyectadas por la fuerza electromagnética hacia la soldadura fundida.

En la transferencia globular el proceso ocurre cuando las gotas del metal fundido son lo suficientemente grandes para caer por la influencia de la fuerza de gravedad.

Los factores que determinan la manera en que los metales son transferidos son la corriente de soldadura, el diámetro del alambre, la distancia del arco (voltaje), las características de la fuente de poder y el gas utilizado en el proceso.

Desde su aparición en el mundo de la soldadura, todas las agencias de regulación y clasificación de los metales de aporte tomaron muy en serio este proceso y la creación de su propio código de clasificación fue indispensable, en el caso de la Sociedad Americana de Soldadura AWS, se crearon dos códigos por separado, uno para las aleaciones de bajo contenido de Carbón o también conocido como acero dulce y uno para las aleaciones de alto contenido de Carbón o donde la composición química final del material aportado fuera cambiada de forma dramática.

**Clasificación AWS para los metales de aporte de la especificación A5.18**  
Electrodos de acero al carbón para soldadura de arco protegida por gas

**ER - XX S - X**  
(1)    (2) (3) (4)

(1) Las primeras dos letras lo identifican como alambre o varilla desnudas	(3) Sólido
(2) Fuerza tensil X 1000 PSI	(4) Composición química del alambre

**Clasificación AWS para los metales de aporte de la especificación A5.28**  
Electrodos de baja aleación de acero para soldadura de arco protegida por gas

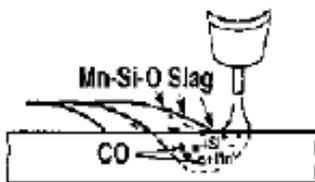
**ER - XXX S - XXX**  
(1) (2) (3) (4)

<p>(1) Las primeras dos letras lo identifican como alambre o varilla desnudas</p> <p>(2) Los tres primeros números indican la Fuerza tensil X 1000 PSI</p>	<p>(3) La letra intermedia indica su estado físico Sólido</p> <p>(4) Los últimos tres dígitos indican la Composición química del alambre</p>
--	--

**Lo que determina la ejecución correcta de este proceso es:**

- La fluidez de la soldadura fundida.
- La forma del cordón de la soldadura y sus bordes.
- La chispa o salpicaduras que genera (Spatter).

Un buen procedimiento de soldada esta caracterizado por la poca presencia de porosidad, buena fusión, y una terminación libre de grietas o quebraduras



La Porosidad, es una de las causas mas frecuentemente citadas de una soldadura pobremente ejecutada, es causada por el exceso de oxigeno de la atmósfera, creada por el gas usado en el proceso y cualquier contaminación en el metal base, que, combinado con el carbón en el metal soldado forma diminutas burbujas de monóxido de carbono (CO). Algunas de estas burbujas de Co pueden quedar atrapadas en la soldadura fundida después que se enfría y se convierten en poros mejor conocidos como porosidad.

Típicamente el proceso MIG es reconocido como un proceso de muy poca deposición de Hidrogeno. Factores como la humedad en el gas protector, condiciones atmosféricas y las condiciones del metal a ser soldado podrían tener una variación en el grado de efecto adverso sobre el Hidrogeno di fusible en el material depositado.

**4.1 EL CONTROL DE LA POROSIDAD**

Una suficiente desoxidación del cordón de soldadura es necesaria para minimizar la formación de monóxido de carbono CO y, por consiguiente, la porosidad. Para lograr esto, Algunos fabricantes han desarrollado alambres que contienen elementos con los cuales el oxigeno se combina preferentemente al carbón para formar escorias inofensivas. Estos

elementos, llamados desoxidantes, son manganeso (Mn), silicón (Si), titanio (Ti), aluminio (Al), y zirconio (Zr).

Aluminio, titanio y zirconio son los desoxidantes mas poderosos, quizás cinco veces mas efectivos que el manganeso y el silicón, no obstante estos últimos dos elementos afectan de manera especial el proceso y por eso son ampliamente utilizados, las cantidades de manganeso podrían variar desde 1.10% hasta 1.58% y en el caso del silicón desde un 0.52% hasta 0.87%.

## 4.2 IMPORTANCIA DE LA FLUIDEZ

La fluidez de la soldadura fundida en el cordón de soldadura es muy importante por varias razones. Cuando la soldadura fundida es suficientemente fluyente, mientras esta en su estado liquido, tiende a moverse sola llenando los espacios hasta los bordes produciendo una forma rasa, con formas mas gentiles especialmente en las soldaduras de filetes. Esto es muy importante para las soldaduras de corto circuito de multi-paso, donde un defecto de "carencia de fusión" puede ocurrir si la forma en los pasos iniciales es pobre. Soldaduras rasas bien moldeadas son también bien apreciadas cuando la apariencia es una de las principales preocupaciones y donde el uso de esmeriles sea necesario para llegar a cumplir los requerimientos del trabajo.

***Precaución: Excesiva fluidez podría generar problemas en la ejecución de la soldadura en ciertas posiciones o haciendo soldaduras sobre filetes cóncavos horizontales.***

## 4.3 INFLUENCIA DEL GAS Y EL ARCO DE LA SOLDADURA

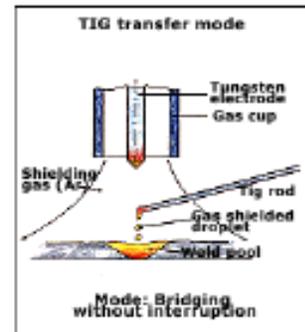
El uso de Anhídrido Carbónico (CO<sub>2</sub>) causa más turbulencias en la transferencia del metal del alambre al metal base con la tendencia a crear cordones de soldadura mas abultados y un alto incremento de las salpicaduras.

Las mezclas de gases con bases de Aragon (Ar) proveen transferencias de metales mas estables y uniformes, buena forma del cordón de soldadura y las salpicaduras son reducidas al mínimo, además de un rango mas bajo en la generación de humo.

El incremento en el Voltaje del arco tiende a incrementar la fluidez, haciendo las soldaduras mas rasas, afectando la penetración de los bordes y generando más salpicaduras, Los voltajes mas altos reducen considerablemente la penetración y podrían causar la perdida de elementos que forman parte de la aleación.

#### 4.4 PROCESO DE SOLDADURA TIG "GTAW"

La soldadura GTAW (gas tungsten arc welding) o Soldadura TIG (tungsten inert gas) es también conocida como soldadura Heliarc, es un proceso en el que se usa un electrodo no consumible de tungsteno sólido, el electrodo, el arco y el área al rededor de la soldadura fundida son protegidas de la atmósfera por un escudo de gas inerte, si algún metal de aporte es necesario es agregado a la soldadura desde el frente del borde de la soldadura que se va formando.



La Soldadura TIG fue desarrollada inicialmente con el propósito de soldar metales anticorrosivos y otros metales difíciles de soldar, no obstante al pasar del tiempo, su aplicación se ha expandido incluyendo tanto soldaduras como revestimientos endurecedores (hardfacing) en prácticamente todos los metales usados comercialmente.

En cualquier tipo de proceso de soldadura la mejor soldadura, que se puede obtener, es aquella donde la soldadura y el metal base comparten las mismas propiedades químicas, metalúrgicas y físicas, para lograr esas condiciones la soldadura fundida debe estar protegida de la atmósfera durante la operación de la soldadura, de otra forma, el oxígeno y nitrógeno de la atmósfera se combinarían, literalmente, con el metal fundido resultando en una soldadura débil y con porosidad. En la soldadura TIG la zona de soldadura es resguardada de la atmósfera por un gas inerte que es alimentado a través de la antorcha, Argón y Helio pueden ser usados con éxito en este proceso, el Argón es principalmente utilizado por su gran versatilidad en la aplicación exitosa de una gran variedad de metales, además de su alto rendimiento permitiendo soldaduras con un bajo flujo para ejecutar al proceso. El Helio genera un arco mas caliente, permitiendo una elevación del voltaje en el arco del 50-60%. Este calor extra es útil especialmente cuando la soldadura es aplicada en secciones muy pesadas. La mezcla de estos dos gases es posible y se usa para aprovechar los beneficios de ambos, pero la selección del gas o mezcla de gases dependerá de los materiales a soldar.

Dado que la atmósfera esta aislada 100% del área de soldadura y un control muy fino y preciso de la aplicación de calor, las soldaduras TIG, son más fuertes, más dúctiles y más resistentes a la corrosión que las soldaduras hechas con el proceso ordinario de arco manual (electrodo cubierto). Además del hecho de que no se necesita ningún fundente, hace este tipo de soldaduras aplicable a una amplia gama de diferentes procedimientos de unión de metales.

Es imposible que ocurra una corrosión debido a restos de fundente atrapados en la soldadura y los procedimientos de limpieza en la post-soldadura son eliminados, el proceso entero se ejecuta sin salpicaduras o chispas, la soldadura de fusión puede ser ejecutada en casi todos los metales usados industrialmente, incluyendo las aleaciones de Aluminio, Acero Inoxidable, aleaciones de Magnesio, Níquel y las aleaciones con base de Níquel, Cobre, Cobre-Silicón, Cobre-Níquel, Plata, Bronce fosforico, las aleaciones de acero dealto carbón y bajo carbón, Hierro Colado (cast iron) y otros. El proceso también es

ampliamente conocido por su versatilidad para soldar materiales no similares y aplicar capas de endurecimiento de diferentes materiales al acero.



## Los Lentes Del Gas

Con la introducción del "Lente del Gas" (Gas Lens) la forma con la que las boquillas elaboran el escudo de gas cambio, el Lente es una malla de acero inoxidable con diminutos agujeros concéntricos que enfocan el gas produciendo un chorro considerablemente estable, reduciendo la turbulencia y enfocando el gas en un chorro coherente y un patrón más efectivo que puede ser proyectado a mayor distancia haciendo que la soldadura sea posible con la Boquilla mas elevada, en muchos casos hasta 25 mm (1").

El resultado de reducir la turbulencia es tener un escudo más efectivo y que las moléculas de aire que entren en la zona de soldadura sean muy pocas. Trabajando a mayor distancia del área permite la extensión del electrodo mas allá de la boquilla incrementando el campo visual y la eliminación del "Punto Ciego" en el cordón de soldadura sin la necesidad de las boquillas de cristal transparentes que se manchan y rompen con mucha facilidad, el electrodo extendido también hace más fácil el acceso a las esquinas y otras áreas de difícil acceso. La capacidad de amperaje de las antorchas también es incrementada con el uso de los lentes del gas.

**CURSO DE FORMACIÓN DE  
SOLDADORES NIVEL II**

**LIBRO DE PRÁCTICAS**

## **CONTENIDO**

- INTRODUCCIÓN A LA PRACTICA DE LA SOLDADURA CON ARCO METALICO Y GAS  
(GMAW)**
- PRACTICA 1. FAMILIARIZACION CON EL EQUIPO (METODO DEL ARCO EN CORTO)**
- PRACTICA 2. SOLDADURA DE JUNTAS DE TOPE, CON RANURA ESCUADRADA, EN ACERO  
AL CARBONO**
- PRACTICA 3. SOLDADURA DE JUNTAS TRASLAPADAS, EN ACERO AL CARBONO**
- PRACTICA 4. SOLDADURA DE JUNTAS EN T EN ACERO AL CARBONO**
- PRACTICA 5. AJUSTE CORRECTO DEL EQUIPO**
- PRACTICA 6. SOLDADURA DEL ALUMINIO**
- PRACTICA 7. SOLDADURA EN ACERO INOXIDABLE**
- PRACTICA 8. SOLDADURA DE TUBO DE ACERO EN POSICION HORIZONTAL FIJA (5G)**
- PRACTICA 9. SOLDADURA DE TUBOS EN POSICION HORIZONTAL (2G)**
- PRACTICA DE LA SOLDADURA DE ARCO DE TUNGSTENO Y GAS (GTAW)**
- PRACTICA 10. FUENTES DE PODER**
- PRACTICA 11. ENERGÍA PARA LA SOLDADURA**
- PRACTICA 12. PREPARACION PARA APLICAR LA SOLDADURA**
- PRACTICA 13. PARÁMETROS DE SOLDADURA QUE SE RECOMIENDAN**
- PRACTICA 14. FAMILIARIZACIÓN CON EL EQUIPO PARA SOLDADURA  
CON ARCO DE TUNGSTENO Y GAS**
- PRACTICA 15. HECHURA DE UN CORDON LONGITUDINAL EN LA POSICION PLANA**
- PRACTICA 16. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE, DE RANURA ESCUADRADA, EN  
ALUMINIO Y EN POSICION PLANA**
- PRACTICA 17. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TRASLAPE CON CORDON DE FILETE EN  
POSICION HORIZONTAL, EN ALUMINIO, SIN USAR METAL DE APORTE**
- PRACTICA 18. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TRASLAPE CON CORDON DE FILETE EN  
POSICION HORIZONTAL, EN ALUMINIO, USANDO METAL DE APORTE**
- PRACTICA 19. HECHURA DE UNA SOLDADURA DE FILETE PARA FORMAR UNA ESQUINA  
EXTERIOR, EN POSICION PLANA Y EN ALUMINIO**
- PRACTICA 20. SOLDADURA DE UNA JUNTA INTERIOR DE ESQUINA, EN POSICION  
HORIZONTAL Y EN ALUMINIO**
- PRACTICA 21. HECHURA DE SOLDADURAS DE CORDON EN POSICION VERTICAL EN  
ALUMINIO**

## **PRACTICA DE LA SOLDADURA DE ARCO PROTEGIDO CON GAS**

### **INTRODUCCIÓN A LA PRACTICA DE LA SOLDADURA CON ARCO METALICO Y GAS (GMAW)**

La soldadura con arco metálico y gas es un proceso que utiliza la cd, con polaridad invertida, en el cual los electrodos sólidos, desnudos y consumibles, que se alimentan en forma continua están protegidos contra la atmósfera por un gas inerte. La soldadura MIG puede efectuarse con cualquiera de los tres tipos de voltaje: en descenso, de arco constante, o de arco en ascenso. Las fuentes de poder están diseñadas para obtener un control completo de la pendiente y el voltaje. Con control ajustable de la pendiente y el voltaje, y con el estabilizador, es posible seleccionar y mantener las mejores características posibles del arco.

El traslado del metal en el proceso GMAW se efectúa ya sea por arco de rociado o por el método de corto circuito. En el método de arco de rociado, los electrodos son mayores que en el de corto circuito, y el arco se mantiene constante. Esto produce un depósito pesado de metal de aporte, y es bastante adecuado para hacer soldaduras gruesas en una sola pasada o en varias pasadas en posición plana. El método de corto circuito logra trasladar el metal dejando que “corten” el arco las gotas de metal fundido. La pendiente, o sea, la magnitud de caída de voltaje por 100 amperes, controla la cantidad de corriente disponible desde la fuente de poder (figura 1). Esta corriente actúa en forma que ejerce una “fuerza punzonante” en el alambre, lo que hace que el alambre experimente una “estricción” y finalmente se separa de la pieza de trabajo (figura. 2). La magnitud de la corriente en este punto es importante, porque la manera en que el alambre se separa de la pieza de trabajo puede ser violenta o suave. Si la corriente es demasiado alta, ocurre una separación violenta. Esto ocasiona salpicaduras y un esquema de solidificación pronunciada en el cordón. Si la corriente está en el valor correcto, la separación es tersa o suave, con poca o nada de salpicadura, apareciendo en el cordón un dibujo en friso apretado. La magnitud de la corriente disponible en el corto circuito se controla seleccionando la pendiente.

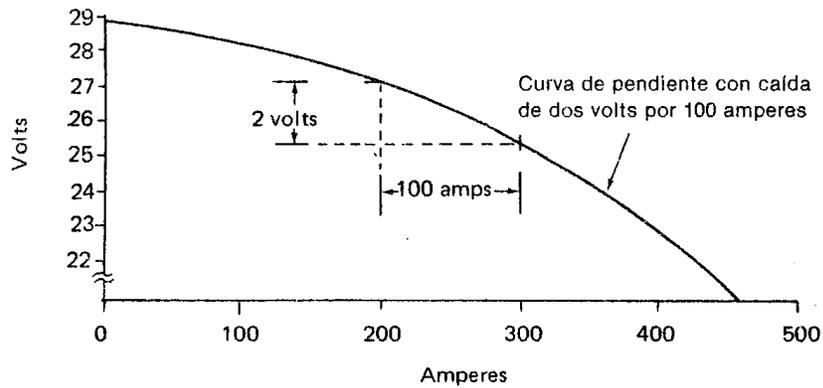


Figura.1 Significado de la pendiente en la soldadura MIG

El método de traslado por corto circuito, al que también se llama *método del arco en corto*, es excepcionalmente bien adecuado para la soldadura de secciones delgadas, en cualquiera posición de aplicación de la soldadura. Puede usarse el bióxido de carbono, las mezclas de argón y bióxido de carbono y los gases a base de helio como gases protectores. En las Tablas 1 al 9 se presentan listas de mezclas recomendadas de gases, tipos de juntas, características de la pendiente, y otras informaciones seleccionadas para lograr buenas soldaduras en aluminio, acero inoxidable, cobre, y acero al carbono, aplicando el método del arco en corto y el método de rociado.

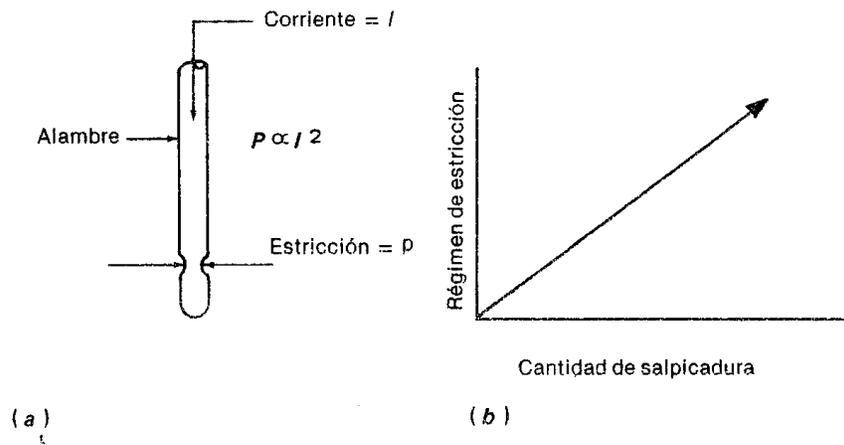


Figura .2 Relación entre la corriente, la salpicadura, la cantidad y el régimen de estricción.



Tabla.3 Preferencias de gas de protección para soldadura de aluminio con gas inerte

ESPELOR DE PLACA (PLG)	MEZCLA DE GAS
0 a 1	Argón
1 a 2	Argón
2 a 3	50% Argón – 50% Helio
3 +	25% Argón – 75% Helio

Tabla.4 Situación de soldadura manual con arco corto, para aluminio

ESPELOR DE PLACA (PULGADAS)	TIPO DE JUNTA	DIAMETRO DEL ALAMBRE (PULGADAS)	GASTO DE ARGON (PC/H)	AMPERES (CDP)	VOLTAJE (VOLTS)	VELOCIDAD APROX. DE ALIMENTACION DEL ALAMBRE (PLG/MIN)	VELOCIDAD APROX. DE ALIMENTACION DEL ALAMBRE (PLG/MIN)
0.040	De filete o hermética a tope	0.030	30	40	15	240	20
0.050	De filete o hermética a tope	0.030	15	50	15	290	15
0.063	De filete o hermética a tope	0.030	15	60	15	340	15
0.093 a 0.125	De filete o hermética a tope	0.030	15	90	15	410	15

Tabla.5 Situaciones para soldadura manual con arco de rociado de juntas a tope en aluminio,  
en la posición de debajo de la mano

ESPEJOR DE PLACAS	PREPARACION	DIAMETRO DE ALAMBRE (PLG)	GASTO DE ARGON (PC/H)	AMPERES (CDPI)	VOLTAJE	VELOCIDAD DE APLICACIONES (PLG/MIN)	No. DE PASADAS
0.250	A tope, una V (ángulo incluido de 60°) nariz aguda, se usa tira de respaldo	3/64	35	180	24	15	1
	A tope, escuadra, con tira de respaldo	3/64	40	250	26	16	1
	A tope, escuadrada, sin tira de respaldo	3/64	35	220	24	24	2
0.375	A tope, de una V (ángulo incluido de 60°) nariz aguda, se usa tira de respaldo	1/16	40	280	27	24	2
	A tope, doble V (ángulo incluido de 75°, nariz de 1/16 de pulgadas). Sin respaldo, se rebabea por atrás después de la pasada de fondo	1/16	40	260	26	18	2
	A tope, escuadrada, sin tira de respaldo	1/16	50	270	26	22	2
0.500	A tope, de una V (ángulo incluido de 60°) nariz aguda, se usa tira de respaldo	1/16	50	310	27	18	2
	A tope, doble V (ángulo incluido de 75°, nariz de 1/16 de pulgada). Sin respaldo, se rebabea por atrás después de la pasada de fondo	1/16	50	300	27	18	3

Tabla.6 Situaciones de soldadura para soldaduras a tope hechas manualmente, desde fuera de posición, en aluminio (soldadura con arco de rociado)

ESPESOR DE PLACA (PLG)	POSICION	PREPARACION DE BORDES <sup>1</sup>	RESPALDO	DIAMETRO DEL ALAMBRE (PLG)	GAS ARGON DE PROTECCION (PC/H)	No. DE PASADAS	VOLTS.	CORRIENTE (AMPERES) CDPI	VELOCIDAD DE APLICACION (PLG/MIN)
1/4	Vertical	Una V, ángulo incluido de 60°, nariz de 1/16 plg, se rebabea por atrás después de la pasada de fondo.	Ninguno	3/64 o bien, 1/16	40	2	23	180	20
	Hacia arriba	Una V, ángulo incluido de 60°, nariz de 1/16 plg, se rebabea por atrás después de la pasada de fondo.	Ninguno	3/64 o bien, 1/16	40	2	23-24	200	22
3/8	Vertical	Una V, ángulo incluido 60°, nariz de 1/16 plg, se rebabea por atrás después de la pasada de fondo.	Ninguno	3/64 o bien, 1/16	40	3	23	210	18
	Hacia arriba	Una V, ángulo incluido de 60°, nariz de 1/16 plg, se rebabea por atrás después de la pasada de fondo.	Ninguno	1/16	45	3	23-24	220	20
1/2	Vertical	Una V, ángulo incluido de 60°, nariz de 1/16 plg, se rebabea por atrás después de la pasada de fondo.	Ninguno	1/16	45	3	22-23	215	12
	Hacia arriba	Una V, ángulo incluido de 60°, nariz de 1/16 plg, se rebabea por atrás después de la pasada de fondo.	Ninguno	1/16	50	4	23-24	225	16

$\frac{3}{4}$	Vertical	Una V, ángulo incluido de 75°, nariz de $\frac{1}{16}$ plg, se rebabea por atrás después de la pasada de fondo.	Ninguno	$\frac{1}{16}$	50	4	23-24	225	10
	Hacia arriba	Una V, ángulo incluido de 75°, nariz de $\frac{1}{16}$ plg, se rebabea por atrás después de la pasada de fondo.	Ninguno	$\frac{1}{16}$	50	6	24	240	14

Tabla.7 Situaciones generales de soldadura para aplicación manual, con arco de rociado, en acero inoxidable.

ESPEJOR DE PLACA (PLG)	PREPARACION DE JUNTA Y BORDES	DIAM. DEL ALAMBRE	GASTO DE GAS (PC/H)	CORRIENTE (AMPERES) CDPI	ALIMENTACION DEL ALAMBRE (PLG/MIN)	VELOCIDAD DE APLICACIONES	PASADAS
0.125	A tope escuadrada con respaldo	$\frac{1}{16}$	35	200-250	110-150	20	1
0.250	A tope, una V, áng. incl. 60°, sin nariz	$\frac{1}{16}$	35	250-300	150-200	15	2
0.375	A tope, una V, áng. incl. 60°, nariz de $\frac{1}{16}$ "	$\frac{1}{16}$	(O <sub>2</sub> -1)	275-325	225-250	20	2
0.500	A tope, una V, áng. incl. 60°, nariz de $\frac{1}{16}$ "	$\frac{3}{32}$	(O <sub>2</sub> -1)	300-350	75-85	5	3-4
0.750	A tope, Una V, áng. incl. 60°, nariz de $\frac{1}{16}$ "	$\frac{3}{32}$	(O <sub>2</sub> -1)	350-375	85-95	4	5-6
1.000	A tope, una V, áng. soldado 90°, nariz de $\frac{1}{16}$ "	$\frac{3}{32}$	(O <sub>2</sub> -1)	350-375	85-95	2	7-8

Tabla.8 Situaciones generales de soldadura para aplicación manual, con arco corto, en acero inoxidable

ESPEJOR DE PLACA (PLG)	PREPARACION DE JUNTA Y BORDES	DIAM. DEL ALAMBRE (PLG)	GASTO DE GAS (PC/H)	CORRIENTE (AMPERES) CDPI	VOLTAJE	VELOCIDAD DE ALIM. DEL ALAMBRE (PLG/MIN)	VELOCIDAD DE APLICACION (PLG/MIN)	PASADAS
0.063	De filete o a traslape, no posicionada	0.030	15-20	85	15	184	18	1
0.063	A tope (bordes escuadrados)	0.030	O <sub>2</sub> -2	85	15	184	20	1
0.078	De filete o a traslape, no posicionada	0.030	O <sub>2</sub> -2	90	15	192	14	1
0.078	A tope (bordes escuadrados)	0.030	O <sub>2</sub> -2	90	15	192	12	1
0.093	De filete o a traslape, no posicionada	0.030	O <sub>2</sub> -2	105	17	232	15	1
0.125	De filete o a traslape, no posicionada.	0.030	O <sub>2</sub> -2	125	17	280	16	1

\*Los valores del voltaje son para gas C-25 o gas O<sub>2</sub>-2. Para 90% de HE-10% C-25, el voltaje será de 6 a 7 volts mayor.

Tabla.9 Situaciones nominales para aplicación manual de soldadura de gas y arco metálico (GMAW), en cobres comerciales

ESPEJOR (PLG)	AMPERES (CDPI)	VOLTS	AVANCE (PLG/MIN)	DIAM. DEL ALAMBRE (PLG)	VELOCIDAD DE ALIM. DEL ALAMBRE (PLG/MIN)	DISEÑO DE LA JUNTA
1/8	310	27	30	1/16	200	A tope escuadrada, requiere respaldo de solera de acero
1/4 (1) <sup>b</sup>	460	26	20	3/32	135	A tope, escuadrada
1/4 (2)	500				150	
3/8 (1)	500	27	14	3/32	150	Doble bisel, ángulo incluido de 90°, nariz de 3/16"
3/8 (2)	550				170	
1/2 (1)	540	27	12	3/32	165	Doble bisel, ángulo incluido de 90°, nariz de 1/4"
1/2 (2)	600		10		180	

# **PRACTICA 1. FAMILIARIZACION CON EL EQUIPO (METODO DEL ARCO EN CORTO)**

OBJETIVOS: Aprender a:

1. Identificar visualmente y conocer los nombres de todas las partes componentes de un equipo para soldadura de arco metálico y gas (en inglés GMAW).
2. Preparar correctamente y tener listo para funcionamiento un equipo para soldadura con arco metálico y gas.
3. Poner en marcha correctamente un equipo para soldadura de arco metálico y gas.

TIEMPO REQUERIDO: 1/2 hora a 3/4 de hora

EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS. Un equipo para soldadura de arco metálico y gas, y sus accesorios, por cada estudiante.

PREPARACIÓN PREVIA DEL EQUIPO POR EL INSTRUCTOR. Se supone que el instructor ha hecho los preparativos siguientes, antes de hacer entrega del equipo al estudiante:

1. Arreglar el equipo de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por el fabricante del mismo.
2. Conectar la máquina de soldar al dispositivo de suministro de energía.
3. Revisar el equipo para ver que:
  - a. Los controles del alimentador de alambre y el alimentador mismo hayan sido instalados y ajustados correctamente.
  - b. El conjunto de pistola y cable haya sido conectado y alineado con el alimentador de alambre.
  - c. Se hayan conectado las mangueras del sistema de suministro de gas al alimentador de alambre, y de éste al conjunto pistola-cable.
  - d. Los suministros de alambre y gas de protección sean los requeridos para efectuar la práctica.

e. Se hayan hecho las conexiones del contactor y las conexiones de energía entre la máquina de soldar y el alimentador de alambre.

#### PROCEDIMIENTO DE PRESOLDADURA POR EL ESTUDIANTE:

1. Revise las conexiones del cable de potencia. Nota: Recuerde que la cd con polaridad invertida es la más usada.
2. Ponga en marcha la máquina de soldar. Nota: Si la máquina es diferente de la que se ilustra en la figura 3, consulte las instrucciones proporcionadas por el fabricante de la soldadora.
3. Ponga en marcha el alimentador de alambre. Nota: Si la máquina es diferente de la ilustrada en la figura 3, consulte las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

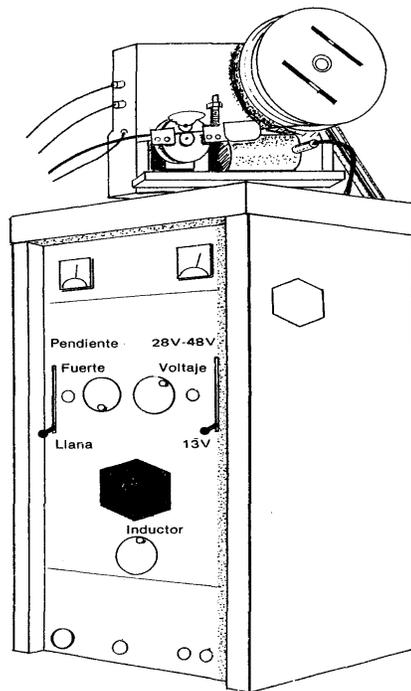


Figura .3 Fuente de poder de uso común para soldadura MIG

4. Coloque el control de velocidad del alimentador de alambre en la posición cero. (Esto impide que el alambre se alimente mientras está usted haciendo algún ajuste necesario.)

5. Abra la válvula de salida del cilindro de gas de protección (figura 4).
  6. Abra lentamente la válvula del medidor de gasto o de flujo, oprimiendo y manteniendo simultáneamente apretado el gatillo o disparador del aplicador.
- Nota: Los pasos que siguen sirven para determinar y ajustar la pendiente. Ordinariamente esta información se encuentra en el instructivo proporcionado por el fabricante del equipo, pero si no se cuenta con él, bastará comenzar con una gráfica como la de la figura 5, y continuar con los pasos siguientes, excepto cuando se utilicen máquinas del tipo de rectificador de silicio, las cuales se dañan si se sigue este procedimiento.
7. Ajuste la manivela de control de la pendiente (figura 3) a la mitad del máximo número de vueltas. Si la máquina tiene un máximo de 14 vueltas, ajústela a 8.
  - 8 Dé vuelta a la manivela de circuito abierto (voltaje) (figura 3), de manera que el medidor de voltaje en circuito abierto indique 24 volts.
  9. Verifique que el voltaje esté en 24, oprimiendo el gatillo del aplicador. Esto cierra el contactor principal. Nota: Si el voltaje no está ajustado a 24, repita los pasos 8 y 9, hasta que lo esté.
  10. Comience a trazar la gráfica (figura 6), poniendo un punto en 24 sobre la línea vertical (voltaje).
  11. Quite la cubierta de protección del soplete, y coloque la punta de conexión en buen contacto con la mesa de trabajo conectada a tierra.
  12. Oprima momentáneamente el gatillo, y lea simultáneamente el amperaje.

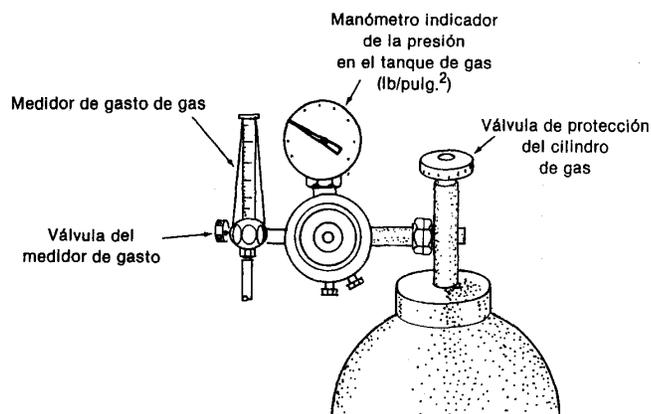


Figura.4 Válvulas de salida del gas de protección

Figura.5 Gráfica básica para trazar la pendiente correspondiente a una fuente de poder de soldadura MIG

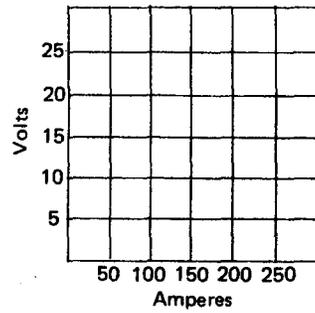
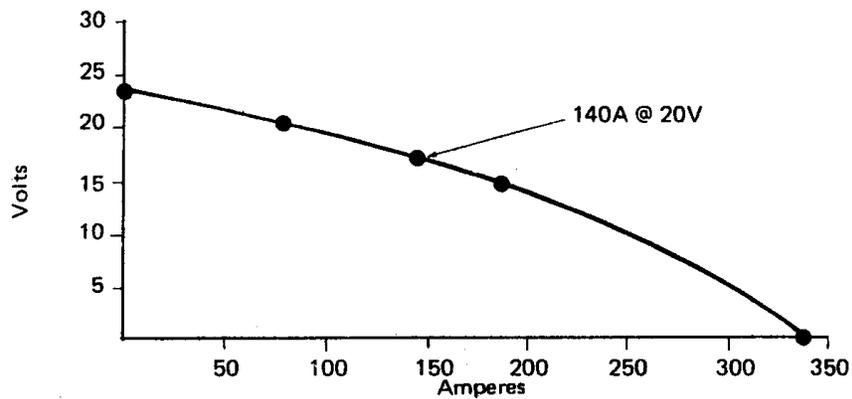
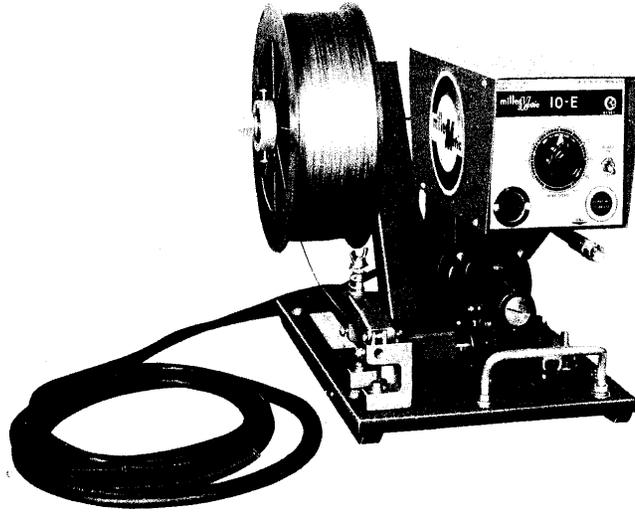


Figura.7 Control de alimentación de alambre, en uso común en el proceso MIG



13. Ponga un punto sobre el eje horizontal (figura 6), indicando el amperaje que acaba de leer.
14. Vuelva a colocar la cubierta de protección sobre el soplete.
15. Trate de establecer un arco.
  - a. Si no salta el arco, varíe la velocidad del alambre (figura 7), hasta obtener el arco.
  - b. Ya con un buen arco, haga que alguien lea los valores de la corriente y el voltaje, y márquelos en la gráfica.

Figura.6 Ejemplo de trazo de la pendiente de una fuente de poder para soldadura MIG



16. Continúe soldando, y aumente lentamente la velocidad del alambre precisamente hasta el punto en el que el alambre comience a encorvarse. Lea el voltaje y el amperaje, y márquelos.

17. Una los puntos, uniéndolos con una curva inclinada (figura 6).

18. Continúe soldando, y disminuya lentamente la velocidad del alambre hasta el punto en que pasen gotas grandes por el arco. Lea el voltaje y el amperaje en este punto, y anote sus valores.

19. Una con una curva inclinada los puntos marcados (figura 6).

La inclinación de la curva es la pendiente de la fuente de poder correspondiente a los ajustes que se hicieron. Si la corriente de corto circuito no es suficiente para el diámetro del alambre que se utiliza, se observará un encorvamiento ocasional, y el tiempo de respuesta parecerá lento. Por otra parte, si la corriente de corto circuito es demasiado alta, el arco carecerá de uniformidad, habrá salpicadura de metal, y se sentirá inestable el arco, como si el tiempo de respuesta fuera demasiado corto. El cordón que resulta con una corriente de corto circuito demasiado alta presenta líneas pronunciadas de friso, más penetración, y una superficie más convexa.

Una vez que se obtiene el ajuste correcto de pendiente (curva de volts-amperes) para un tamaño de alambre en particular, no hay necesidad de cambiarlo para dicho tamaño de alambre.

Al construir la gráfica, probablemente se habrá notado que cuando sólo se cambió la velocidad del alambre, también cambió la corriente (amperaje). Esto significa que la alimentación del alambre es lo que controla la corriente. Cambiando los valores de la pendiente, cambia la forma de la curva (figura 8). Cambiando el voltaje no cambia la forma de la curva (figura 9). Esto es lo que permite soldar diferentes espesores de material sin cambiar la pendiente.

Figura.8 Ejemplo de trazo de las pendientes obtenidas variando las vueltas de la manivela de pendiente.

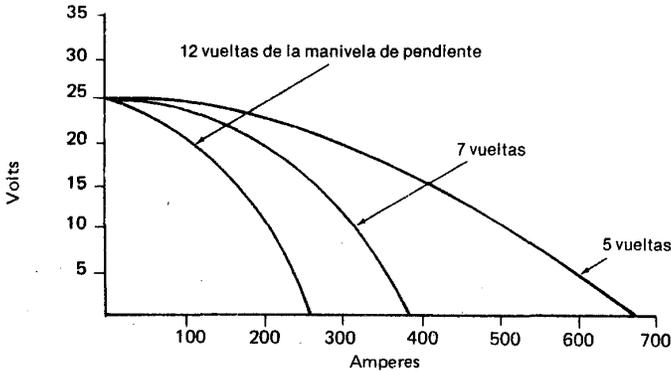
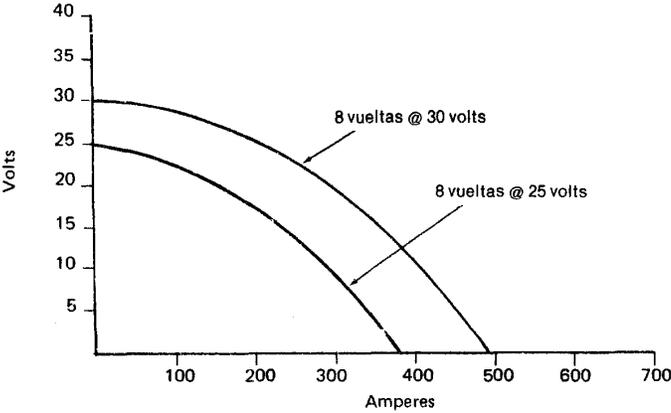


Figura.9 Ejemplo de trazo que muestra que un cambio en el voltaje no cambia la pendiente.



## **PRACTICA 2. SOLDADURA DE JUNTAS DE TOPE, CON RANURA ESCUADRADA, EN ACERO AL CARBONO**

OBJETIVO: Aprender a:

1. Ajustar correctamente la distancia (separación) entre la punta del electrodo (metal de aporte) y la pieza de trabajo.
2. Hacer soldaduras de ranura escuadrada en acero dulce o similar, en posición plana.
3. Apagar correctamente el equipo de soldar, y desmantelarlo para su almacenaje.

TIEMPO REQUERIDO: 2 horas.

EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN. El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para efectuar este ejercicio son:

1. Un equipo para soldadura con arco metálico y gas, como el que se ilustra en la figura 10.
2. Varias piezas de acero dulce de 2 x 4 x 1/16 de pulgada.
3. Varias piezas de acero dulce de 2 x 4 x 1/16 de pulgada.
4. Suficiente metal de aporte de 0.030 pulgada de diámetro.
5. Suficiente metal de aporte de 1/16 de pulgada de diámetro.
6. Gas de protección con 75% de argón + 25% de CO o con 95% de argón + 5% de CO

PROCEDIMIENTO:

1. Ajuste el voltaje a 19 volts.
2. Ajuste el control de la velocidad de alimentación del alambre de manera que se produzca una corriente de aproximadamente 130 amperes, o una velocidad de alimentación de alambre de 300 pulgadas por minuto (pulg. /min.).
3. Ajuste el flujo o gasto de gas a aproximadamente 15 pies cúbicos por hora (pies<sup>3</sup>/h)
4. Ajuste la separación del electrodo a ¼ de pulgada (figura 11).

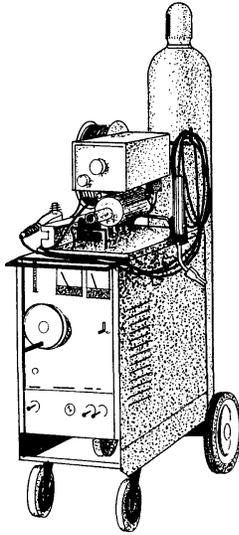
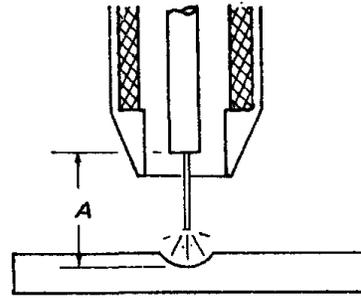


Figura 10



A = distancia de la punta  
a la pieza de trabajo  
(separación)

5. Acomode dos piezas de acero para formar una junta a tope.
6. Baje su careta de protección, apriete el gatillo del aplicador, activando los controles, y establezca un arco.
7. Una con puntos de soldadura las dos piezas de acero, dejando una abertura de 1/16 de pulgada en la raíz.
8. Sostenga su aplicador en la posición de 90 grados, inclínelo 5 grados con el aplicador apuntando en la dirección de aplicación de la soldadura, y suelde la junta a tope, avanzando de derecha a izquierda, conservando el ángulo de ataque del aplicador. Nota: Si no obtiene un arco terso, ajuste la corriente de la máquina. Recuerde que el amperímetro de la máquina de soldar sólo registra mientras se está soldando.
9. Detenga la soldadura, y suelte el gatillo del aplicador.
10. Repita los pasos 5 al 9, usando placa de 3/16 de pulgada de espesor. Nota: Consulte la Tabla 1 para las situaciones de soldadura sugeridas.

## PRACTICA 3. SOLDADURA DE JUNTAS TRASLAPADAS, EN ACERO AL CARBONO

OBJETIVO: Aprender a hacer soldaduras aceptables de filete en una junta a traslape, en acero dulce o similar, de 1/16 a 3/16 de pulgada, en posición horizontal.

TIEMPO REQUERIDO: 2 horas.

EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN. El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para efectuar este ejercicio se describen en la practica 1.

PROCEDIMIENTO:

1. Consulte la Tabla 1 para determinar las situaciones sugeridas para hacer una soldadura de filete en acero al carbono de 1/16 de pulgada de espesor.
2. Ajuste la máquina de soldar para cumplir las situaciones apropiadas.
3. Disponga dos piezas de acero al carbono, de 1 /16 de pulgada de espesor, para hacer una junta a traslape.
4. Baje su careta de protección.
5. Sitúe la boquilla de su aplicador con un ángulo de alrededor de 60 grados respecto a la placa inferior. Oprima el gatillo para establecer un arco, y suelde la junta a traslape, usando un ángulo de arrastre para su aplicador (figura 12), y haciendo una sola soldadura de filete horizontal.

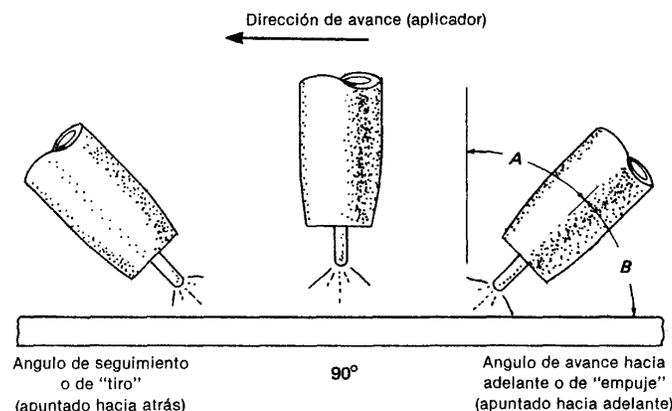


Figura.12

6. Repita este procedimiento en varias juntas hasta que esté diestro en la hechura de la soldadura de filete en esta junta.
7. Repita los pasos 1 al 6, y practique la aplicación de soldaduras de filete en acero al carbono de 3/16 de pulgada de espesor.

## **PRACTICA 4. SOLDADURA DE JUNTAS EN T EN ACERO AL CARBONO**

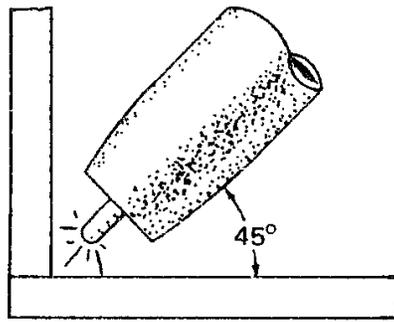
**OBJETIVO:** Aprender a hacer soldaduras aceptables de filete en una junta en T, en acero dulce o similar, de 1/16 y 3/16 de pulgada en posición horizontal.

**TIEMPO REQUERIDO:** 2 horas.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para efectuar este ejercicio son los mismos que para la practica 1.

**PROCEDIMIENTO:**

1. Consulte la Tabla 1 para determinar las situaciones sugeridas para hacer una soldadura de filete en una junta en T en acero al carbono de 1/16 de pulgada de espesor.
2. Ajuste la máquina de soldar de manera que cumpla las condiciones apropiadas.
3. Disponga dos piezas de acero al carbono, de 1/16 de pulgada de espesor, para hacer una junta en T.
4. Baje su careta de protección, oprima el gatillo, y una con puntos de soldadura ambos extremos de las láminas de acero.
5. Sostenga su aplicador de manera que la boquilla bisecte a la junta.  
Inclínelo de 5 a 10 grados, con el aplicador apuntando en dirección contraria a la del avance (figura 13) y suelde la junta en T haciendo un filete horizontal en cada lado.
6. Repita este procedimiento en varias juntas, hasta que haya adquirido destreza en la aplicación de la soldadura de filete en estas juntas.
7. Repita los pasos 1 al 6, usando acero al carbono de 3/16 de pulgada de espesor.



Angulo de la boquilla (vista lateral)

Figura.13

## PRACTICA 5. AJUSTE CORRECTO DEL EQUIPO

**OBJETIVO:** Aprender a dar las razones correspondientes a las medidas correctivas, y aplicar las apropiadas cuando haya penetración insuficiente o excesiva o cuando el electrodo esté quemando hasta pasar el metal.

**TIEMPO REQUERIDO:** 1 hora.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio son los mismos que para la practica 1.

**PROCEDIMIENTO:**

1. Prepare para soldar las juntas a tope.
2. Encienda la máquina de soldar, y haga los mismos ajustes que en la practica 1.
3. Trate de hacer la soldadura usando una separación del electrodo de aproximadamente 1/4 de pulgada. Note que la penetración es profunda, y que puede llegar a quemar hasta el otro lado.
4. Aumente la separación a aproximadamente 1/2 pulgada, y trate de soldar la junta a tope. Note que con una separación mayor hay menos penetración, y que el electrodo (metal de aporte) posiblemente podría haber quedado soldado al entrehierro sin mediar fusión.

5. Coloque la placa en posición vertical, con los bordes tocándose.
6. Con separación de 1/4 de pulgada, trate de hacer la soldadura, utilizando la técnica de aplicación vertical hacia arriba. Observe que con una separación tan corta está obteniendo una penetración insuficiente.
7. Coloque otro juego de placas, correctamente espaciadas, en posición vertical; aumente la separación del electrodo a 3/8 de pulgada, y, utilice la técnica hacia arriba, con un ligero movimiento de ondeado, dejando que el electrodo haga contacto en la parte de atrás del pocillo de metal fundido, en vez de hacerlo en su borde delantero y complete así la primera pasada. El cordón deberá resultar aceptable.
8. Coloque otro par de placas, correctamente espaciadas, para hacer una junta a tope en posición plana.
9. Ajuste el control de alimentación del metal de aporte (electrodo) a la posición 9 o 10 (90% o 100%). Así se depositará más metal; de hecho, se depositará probablemente demasiado metal, y el alambre se atascará, en el caso más probable, en la soldadura. Esto es consecuencia de una mayor velocidad de alimentación del alambre, la cual produce un amperaje mayor.
10. Ajuste el control, de velocidad de alimentación del alambre en la posición 2 o 3 (20% o 30%). Este ajuste producirá un amperaje muy bajo, el que dará como resultado una de las situaciones siguientes o una combinación de las mismas:
  - a. Arco inestable y breve, con depósitos irregulares de metal.
  - b. Quemado del electrodo, con poco o nada de depósito metálico.
  - c. Pegado del electrodo a la punta de contacto.

## PRACTICA 6. SOLDADURA DEL ALUMINIO

**OBJETIVO:** Aprender a producir soldaduras aceptables de filete en las posiciones horizontal y vertical, en aluminio.

**TIEMPO REQUERIDO:** 1 hora.

### EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN

1. Un equipo para soldadura con arco metálico y gas, como el que se describe en la practica
1. Haga los arreglos necesarios para soldar aluminio (verifique lo necesario con su instructor).
2. Varios trozos de aluminio de 2 x 4 x 1/8 de pulgada.
3. Suficiente metal de aporte de aluminio 4043, de 3/64 de pulgada de diámetro.
4. Suficiente gas argón para protección.

### PROCEDIMIENTO:

1. Instale el alimentador del alambre metálico de aporte (aluminio).
2. Instale en la máquina de soldar el tanque de gas argón para protección.
3. Instale el aplicador de soldadura enfriado por agua, del tipo de pinza.
4. Consulte la Tabla 4 para las situaciones recomendadas de la máquina de soldar, y disponga el equipo de soldar atendiendo las mismas.
5. Disponga dos piezas de placa de aluminio de 1/8 de pulgada de espesor de manera que formen una junta en T. Compruebe que el ajuste sea bueno. Limpie perfectamente la zona de la junta.
6. Encienda la máquina de soldar, baje su careta de protección, y una, con puntos de soldadura, ambos extremos de la junta.
7. Coloque las placas unidas por puntos de manera que la junta quede en posición horizontal.
8. Sosteniendo la boquilla del aplicador aproximadamente a 5/8 de pulgada de la pieza de trabajo, y con inclinación de 15 grados en la dirección del recorrido, haga una soldadura de un solo filete horizontal en cada lado de la junta.

- a. Si la velocidad de aplicación (avance) es demasiado rápida, el cordón de soldadura será demasiado pequeño y de alto coronamiento, y no se obtendrá suficiente penetración.
  - b. Si la velocidad de aplicación (avance) es demasiado lenta, el cordón de soldadura será demasiado grande, y se tendrá una penetración excesiva.
9. Repita los pasos 5 al 8, hasta que pueda producir soldaduras aceptables.
  10. Repita el paso 5; baje su careta de protección; una las placas con puntos de soldadura, y colóquelas de manera que quede la junta en posición vertical.
  11. Sostenga la boquilla del aplicador aproximadamente a 5 de pulgada de la pieza de trabajo, e inclinada 15 grados hacia la dirección de avance.
  12. Suelde la junta por el método de aplicación vertical hacia arriba (de la parte inferior a la parte superior de la junta) y haga una soldadura de un solo filete a cada lado de la junta.
  13. Repita los pasos 5 al 12, hasta que pueda producir una soldadura aceptable.

## **PRACTICA 7. SOLDADURA EN ACERO INOXIDABLE**

**OBJETIVO:** Aprender a producir soldaduras, de calidad aceptable, de juntas a tope, con ranura escuadrada, y soldadura de filete en las posiciones horizontal y plana, en acero inoxidable.

**TIEMPO REQUERIDO:** 2 horas.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN:**

1. Un equipo para soldadura de arco metálico y gas, como el que se describe en la práctica.
2. Varias piezas de acero inoxidable de 2 x 4 x 0.125 pulgadas.
3. Suficiente gas protector de mezcla (90% de helio y 10% de C-25 [75% de argón + 25% de bióxido de carbono]).
4. Suficiente gas 0-2 (argón con 2% de oxígeno).

**PROCEDIMIENTO:**

1. Determine el tipo de junta por hacer, y la posición de aplicación que se va a usar.

2. Consulte la Tabla 7, para determinar las situaciones de aplicación de la soldadura, la posición de esta, y el tipo de juntas a hacer.
3. Ajuste la máquina de soldar de acuerdo con las situaciones determinadas en el paso 2.
4. Determine la colocación apropiada de las placas que se van a soldar.
5. Si va a hacer un filete en una junta en T, dé un ángulo a la boquilla de aplicación de alrededor de 45 grados respecto a la placa inferior.
6. Baje su careta de protección, y ponga en marcha la máquina de soldar.
7. Sosteniendo la boquilla del aplicador a alrededor de 1/4 de pulgada de la pieza de trabajo, oprima el gatillo y suelde la junta en la posición horizontal.
8. Repita los pasos 5 al 7, hasta que pueda producir una soldadura aceptable. Una vez que pueda hacerlo, pase al paso 9.
9. Consulte la Tabla 7, para determinar las situaciones para hacer una junta a tope, con ranura escuadrada, en posición plana.
10. Ajuste la máquina de soldar, atendiendo las condiciones de aplicación determinadas en el paso 9.
11. Determine la colocación apropiada de las placas que se van a soldar.
12. Baje su careta de protección, y, sosteniendo la boquilla de manera que quede aproximadamente a 1/4 de pulgada de la pieza de trabajo y bisectando ésta, oprima el gatillo y suelde la junta.
13. Repita el paso 12, hasta que pueda producir una calidad aceptable en juntas a tope, con ranura escuadrada, en posición plana.

## **PRACTICA 8. SOLDADURA DE TUBO DE ACERO EN POSICION HORIZONTAL FIJA (5G)**

**OBJETIVO:** Aprender a hacer una pasada de fondo aceptable en posición horizontal fija (5G), utilizando la técnica de pendiente hacia abajo, en tubo de acero común de 8 pulgadas de diámetro, número 40 de catálogo con 0.322 de pulgada de espesor de pared.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN:**

1. Dispositivo para colocación (figura 14).

2. Suficientes tramos de tubo de acero común, de 3 1/2 pulgadas de longitud, preparados como se ilustra en la figura 15.
3. Suficiente metal de aporte de acero al carbono, de 0.035 de pulgada de diámetro.
4. Suficiente gas de protección (75% Ar y 25% CO<sub>2</sub>)
5. Un equipo para soldadura de arco metálico y gas como el que se describe en el ejercicio 1.

**PROCEDIMIENTO:**

1. Consulte la Tabla 1, para determinar los ajustes de la máquina de soldar.
2. Haga los necesarios ajustes de operación en la máquina de soldar.
3. Coloque una pieza de tubo de desperdicio sobre la mesa de soldar.
4. Ajuste el alambre electrodo a una separación de aproximadamente 1/4 de pulgada.
5. Baje su careta de protección, oprima el gatillo del aplicador de soldadura, y haga una soldadura de prueba. Inspeccione la soldadura, y haga los ajustes necesarios.
6. Coloque un tramo corto de tubo, o niple, en posición vertical, con la ranura hacia arriba, sobre la mesa de trabajo (figura 15).
7. Tome un trozo de electrodo de acero dulce, de 3/32 de pulgada de diámetro, y dóblelo para formar una V (figura 15).

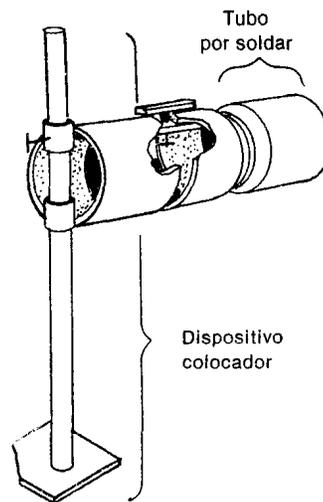


Figura 14

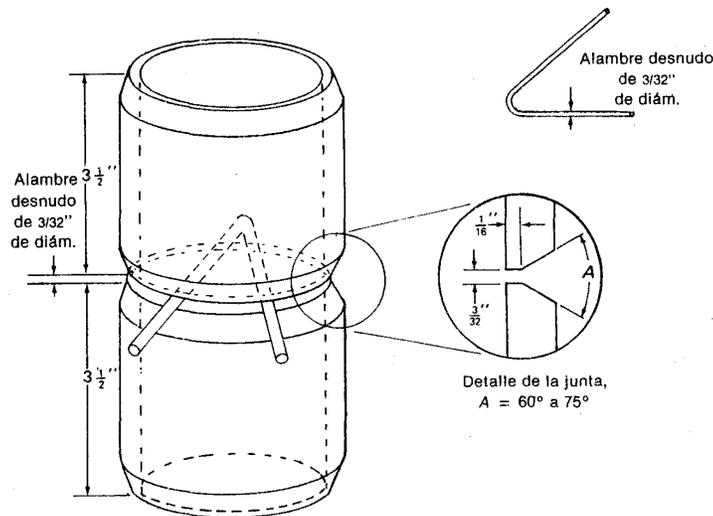


Figura 15

8. Coloque el electrodo doblado de acero dulce transversalmente al tubo, de manera que el alambre toque al niple de tubería en cuatro puntos.
9. Coloque el segundo niple de tubería, con la ranura hacia abajo, encima del primer niple (figura 15).
10. Baje su careta de protección, y una con puntos de soldadura los dos niples en cuatro lugares separados por espacios iguales. Nota: Las soldaduras de puntos deben tener entre 3/4 y 1 pulgada de longitud.
11. Coloque los niples unidos por puntos de soldadura en posición horizontal (5G) fija (figura 14), y apriete las prensas de sujeción del dispositivo de colocación.
12. Comience a soldar la pasada del fondo en posición vertical y hacia abajo, y continúe hasta que llegue a la posición que indica las 6 horas en un reloj.
  - a. Si tiene que detenerse antes de llegar a la posición indicada en la pasada del fondo, pare en una de las soldaduras de puntos (figura 16). La detención, en cualquier otro punto, de la soldadura del fondo puede ocasionar contracción, agrietamiento, cavidades, o formación de cráteres.

b. Si tiene que detenerse en la ranura abierta mientras está haciendo la pasada del fondo, lleve el pocillo de metal fundido de la soldadura hacia arriba hasta la mitad del bisel del tubo (figura 17).

c. Antes de continuar soldando, limpie a cincel o con esmeril el cordón y el área circundante, hasta quitar toda la escoria y las incrustaciones.

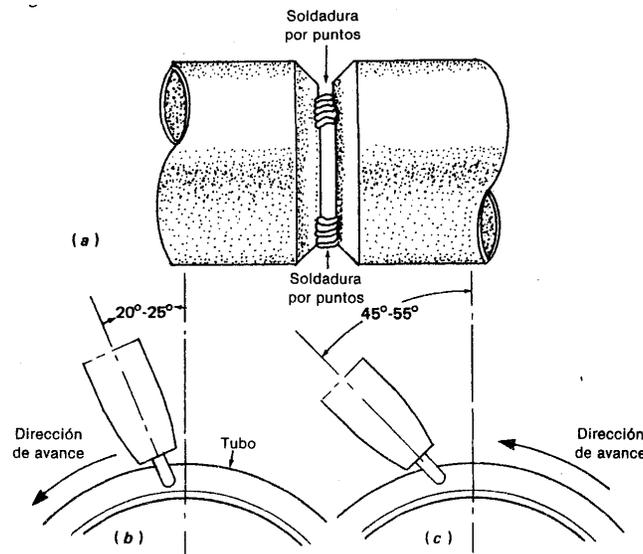


Figura 16

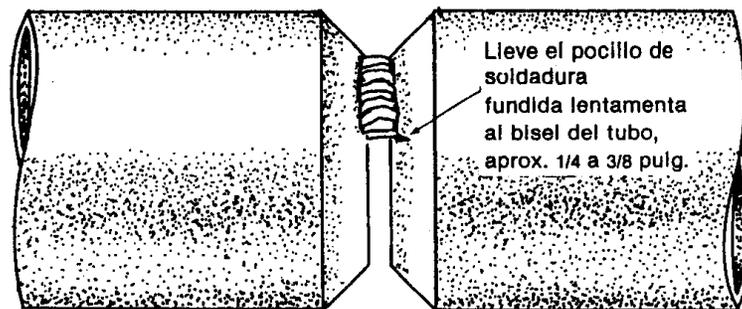


Figura 17

d. Para reiniciar la soldadura, utilice la técnica de “liga” (figura 18).

e. Cuando llegue a la posición de sobrecabeza puede necesitar aumentar el ángulo de arrastre del aplicador (soplete), y volver a aplicar el movimiento de ondeado angosto (figura 19).

f. Si la velocidad de avance es demasiado lenta, el metal de base se fundirá demasiado, y el resultado consistirá en una falta de penetración.

13. Gire el tubo 180 grados, regrese a la posición de las 12 del reloj, y repita los pasos 12 y 13 hasta que haya completado el cordón de fondo en toda la periferia.

14. Usando anteojos de seguridad, y un cepillo, una rasqueta, un cincel y/o un esmeril, quite toda la escoria de la superficie de la pasada de fondo.

15. Consulte la Tabla 1 para las situaciones de soldadura recomendadas, y, en caso necesario, vuelva a ajustar la máquina de soldar.

16. Baje su careta de protección y, usando un ligero ángulo de inclinación hacia atrás en el soplete (de 15 a 20 grados), inicie la pasada de relleno.

a. Para asegurar un buen contorno del cordón, y una buena liga en la orilla, manipule el soplete de un lado al otro, al ancho exacto de la pasada de fondo (figura 20).

b. Una regla importante para la soldadura de relleno y de cubierta consiste en mantener el arco por delante del pocillo de metal fundido. La formación de defectos “en frío” es común, y ocurre casi con seguridad si se reduce la velocidad de la soldadura, en un intento por depositar más metal en una pasada dada. Mantenga delgado el cordón. La falta de observación de esta regla es la razón por la que algunos soldadores no pueden cumplir con las normas de calidad de la ASME relativas a la técnica de pendiente hacia abajo.

c. Para evitar un engrosamiento excesivo, cuando se hace el cordón de relleno, detenga la pasada de relleno en la posición de las 5 horas del reloj en un lado del tubo, y en la posición de las 7 en el otro lado.

17. Estudie las figuras 18 y 20, y repita los pasos 15 al 16 para la pasada de cubierta.

18. Repita los pasos 6 al 17, hasta que pueda producir soldaduras aceptables.

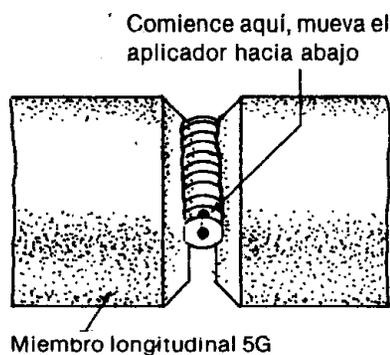


Figura 18

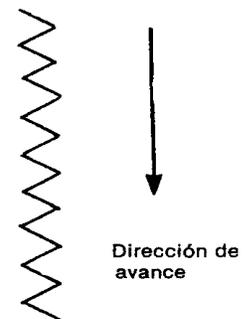


Figura 19

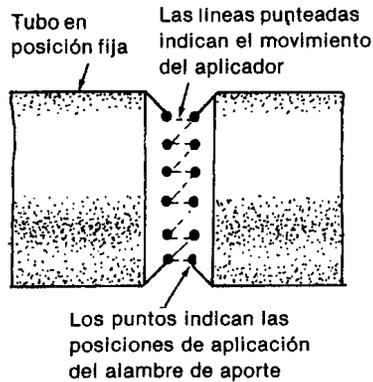


Figura 20

## PRACTICA 9. SOLDADURA DE TUBOS EN POSICION HORIZONTAL (2G)

**OBJETIVO:** Aprender a producir soldaduras aceptables en tubo de acero común en posición horizontal (2G).

**TIEMPO REQUERIDO:** 2 horas.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas, y los materiales que se requieren, son los mismos que para la practica 8.

**PROCEDIMIENTO:**

1. Consulte la Tabla 1, para determinar los ajustes de la máquina.
2. Ajuste la máquina de soldar a los valores apropiados.
3. Coloque una pieza de tubo de desperdicio sobre la mesa de soldar.
4. Ajuste el alambre electrodo a una separación de aproximadamente 1/4 de pulgada.
5. Baje su careta de protección, oprima el gatillo del aplicador de soldadura, y haga una soldadura de prueba. Inspeccione la soldadura, y haga los ajustes que sean necesarios.

6. Coloque un niple de tubería en posición vertical, con la ranura hacia arriba, sobre la mesa de trabajo (figura 15).
7. Tome un trozo suficientemente largo de electrodo de acero dulce, de 3/32 de pulgada de diámetro, y dóblelo para formar una V (figura 15).
8. Coloque el electrodo doblado de acero dulce transversalmente al niple de tubería, tocándolo en cuatro puntos.
9. Coloque el segundo niple de tubería, con la ranura hacia abajo, encima del primer niple (figura 15).
10. Baje su careta de protección, y una con puntos de soldadura los dos niples de tubería, en cuatro lugares separados por distancias iguales (figura 16).
11. Coloque los niples de tubería, unidos por puntos de soldadura, en posición horizontal (2G) (figura 21), y apriete las prensas del dispositivo de colocación.
12. Sostenga el aplicador de soldadura como se ilustra en la figura 22, y comience a soldar la pasada de fondo en uno de los puntos de soldadura.
13. Consulte la Tabla 1, y, en caso necesario, cambie los ajustes de la máquina de soldar según se requiera, para hacer la segunda pasada.
14. Haga la segunda pasada.
  - a. Sostenga la boquilla del aplicador como en la pasada del fondo.
  - b. Mueva el aplicador formando óvalos cortos y cerrados, como se ilustra en la figura 23.
  - c. Si la ranura entre los tubos es demasiado ancha para llenarla usando el movimiento en óvalos del aplicador, use tantos cordones longitudinales como se requieran para rellenar las juntas.
  - d. Si se requieren más de dos pasadas, consulte la figura 24, en cuanto a la secuencia en las posiciones de las pasadas.
15. Repita los pasos 1 al 15 hasta que pueda producir soldaduras aceptables.

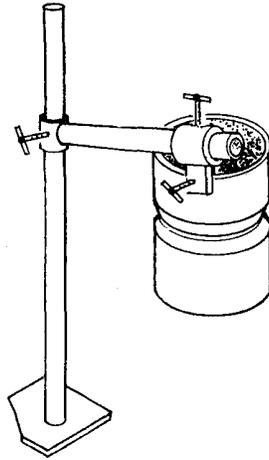


Figura 21

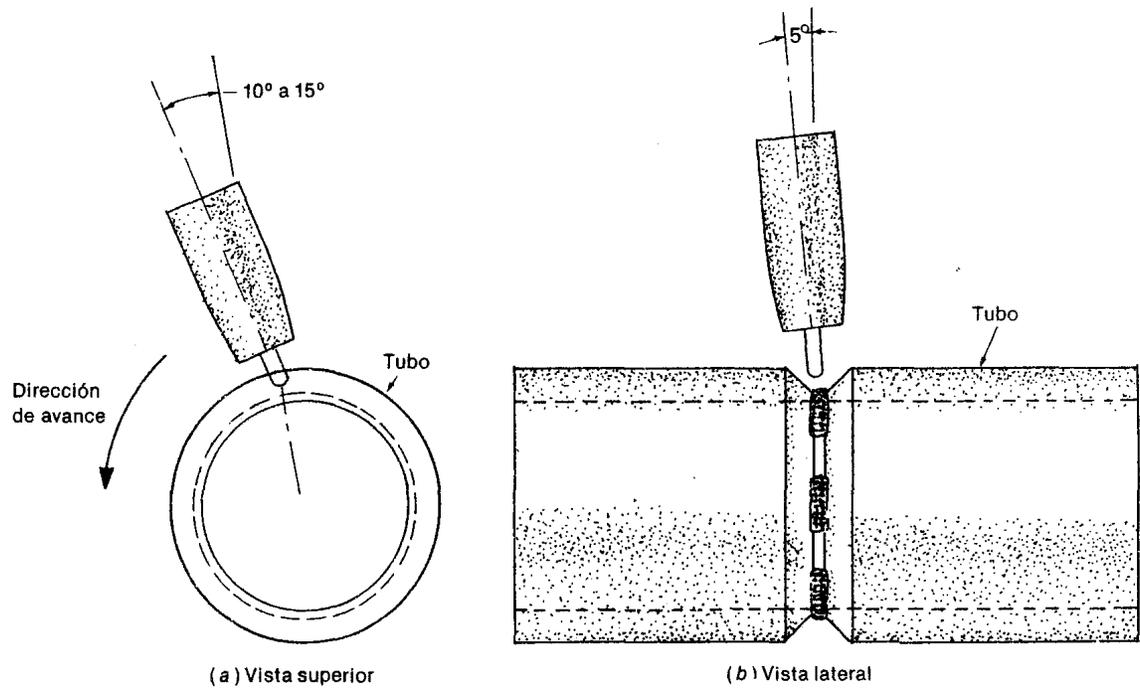


Figura 22

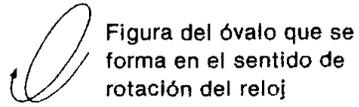
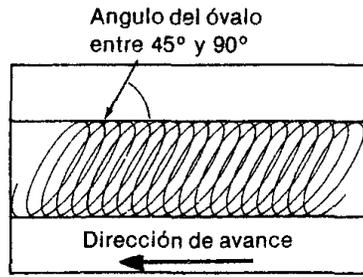
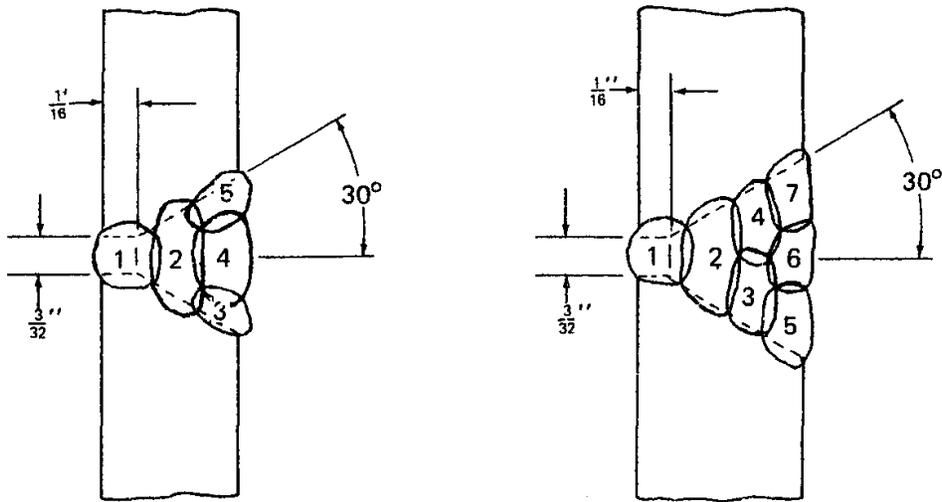


Figura 23



( a ) Para tubo de pared delgada,  
espesor de pared de  $\frac{3}{32}$ " ó menor

( b ) Para tubos de pared gruesa,  
espesor de pared de  $\frac{1}{16}$ " ó mayor

Figura 24

## **PRACTICA DE LA SOLDADURA DE ARCO DE TUNGSTENO Y GAS (GTAW)**

El proceso GTAW es un proceso de arco que utiliza un electrodo de tungsteno no consumible, y gases de protección de suministro externo (figura 25). Este proceso se usa primordialmente para soldaduras de penetración profunda y de alta calidad.

### **PRACTICA 10. FUENTES DE PODER**

Las fuentes de poder para la soldadura TIG pueden ser de ca o de cd. Normalmente se usa la corriente alterna para la soldadura manual del aluminio y el magnesio. La corriente directa se prefiere, por lo general, para los materiales no ferrosos y demás metales no ferrosos. Algunas aplicaciones de soldadura automática en aluminio se hacen con corriente directa. Los requerimientos de amperaje pueden variar desde unos cuantos hasta varios centenares de amperes. Las fuentes de poder que se emplean (figura 26) pueden ser las mismas máquinas de ca o de ca/cd que se utilizan para soldadura con electrodo de varilla, o, dependiendo de los requerimientos del trabajo, puede ser una fuente de poder muy avanzada, capaz de ser programada para efectuar automáticamente las soldaduras. Cuando las aplicaciones requieren amperajes elevados, o cuando se tiene que soldar en forma continua, puede usarse un conjunto de soplete y cable enfriado por agua (figura 27). El agua se lleva hasta el soplete por una manguera, circula a través del soplete, y regresa por otra manguera que contiene el cable de energía. Esto se hace porque el agua que regresa del soplete enfría el cable y le permite conducir un amperaje mucho mayor que el que resultaría posible si no se le enfriara. El agua de enfriamiento puede tomarse de las tuberías municipales, de un sistema central de enfriamiento, o de sistemas individuales incluidos en el equipo (figura 28). Cuando se toma el agua de una tubería municipal, se la hace pasar por una válvula de solenoide. Mientras se está aplicando soldadura, la válvula está abierta, y el agua sigue circulando. El agua se descarga al drenaje, después de salir del soplete. Cuando se interrumpe la aplicación de soldadura, se cierra la válvula, y el agua deja de fluir. Este

sistema no es deseable en los lugares en donde el agua de la ciudad sea muy costosa; tenga un contenido de sales minerales demasiado alto, o pueda ser escasa durante ciertas épocas del año.

Un sistema central de enfriamiento, formado por un tanque grande de almacenaje, y una bomba de gran caudal, puede hacer circular el agua hacia un número grande de máquinas. Entre las dificultades importantes de un sistema central de enfriamiento se cuentan las siguientes:

1. Su inflexibilidad.
2. Cualquier falla del sistema de enfriamiento, la que dejaría fuera de ser vicio todas las unidades.
3. Un costo original muy elevado.

El tercer tipo de sistema de enfriamiento, el individual incluido, está formado por un tanque, un motor eléctrico, y una bomba de alta presión para circular el agua. La bomba trabaja continuamente mientras la máquina de soldar está encendida, y recircula el agua a través del sistema. A veces es conveniente usar la válvula de solenoide aun cuando esté en uso el sistema de circulación de agua. El enfriamiento excesivo del soplete de soldar durante los periodos ociosos puede ocasionar una condensación de la humedad del aire ambiente dentro del soplete, y ésta producir porosidad en las soldaduras subsecuentes. En los ambientes fríos debe tenerse el cuidado de prevenir la congelación del agua. Normalmente se agrega al agua un aceite soluble, para la lubricación de la bomba. Cuando puedan llegar a presentarse condiciones de congelación, puede substituirse el aceite soluble por un anticongelante de tipo permanente. El anticongelante permanente tiene suficientes cualidades lubricantes para servir adecuadamente en la lubricación de la bomba.

Figura 25. Aspectos esenciales del proceso de soldadura TIG

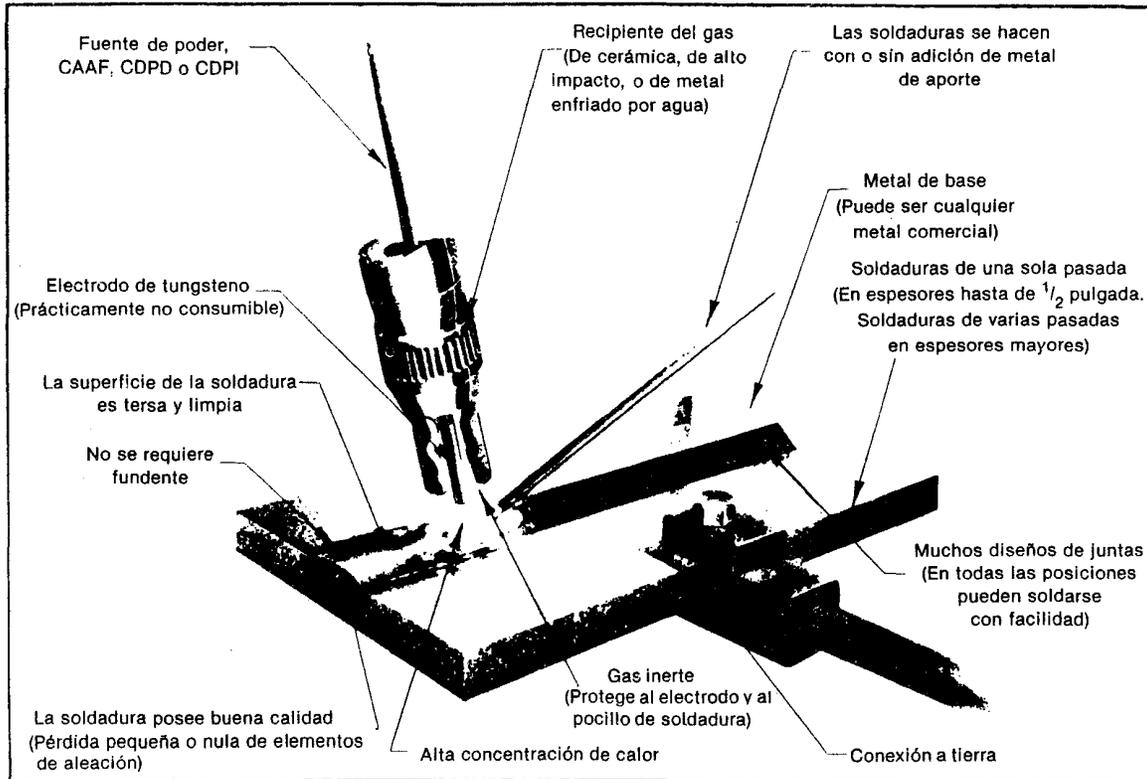


Figura 26. Fuentes de poder que se utilizan para la soldadura TIG: a) máquina de ca/cd usada para soldar con electrodo de varilla, y que también puede usarse para aplicaciones de TIG; b) máquina de ca/cd diseñada para soldadura TIG.

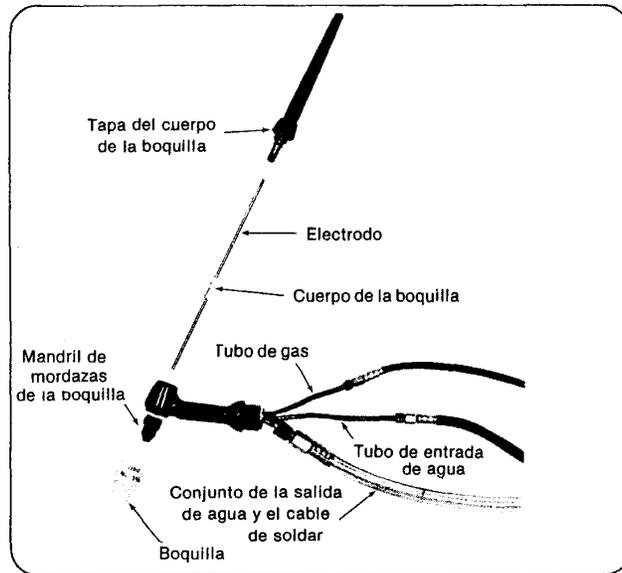


Figura 27. Vista esquemática de un conjunto de soplete y cable enfriado por agua para soldadura TIG.

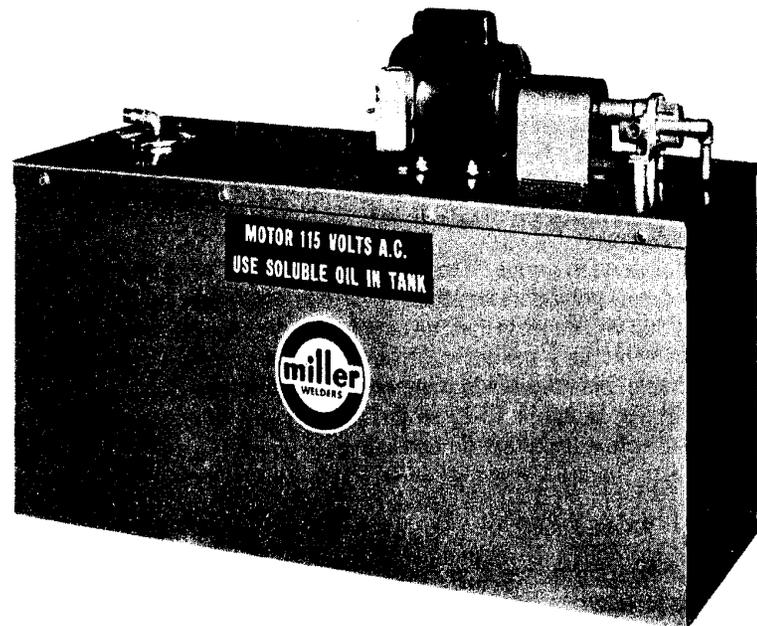


Figura 28. Sistema de enfriamiento de fuente de poder TIG, de uso común, del tipo individual e integrado.

## **PRACTICA 11. ENERGÍA PARA LA SOLDADURA**

El operador tiene tres tipos de corriente para escoger, la cd con polaridad directa, cd con polaridad invertida, y ca con estabilización de alta frecuencia. Cada uno de estos tipos de corriente tiene sus aplicaciones (Tabla 10), sus ventajas, y sus desventajas. El tipo de corriente que se utilice tendrá un gran efecto sobre la penetración, así como en la configuración del cordón. En la figura 29 se ilustran detalles de la zona del arco correspondiente a cada tipo de corriente.

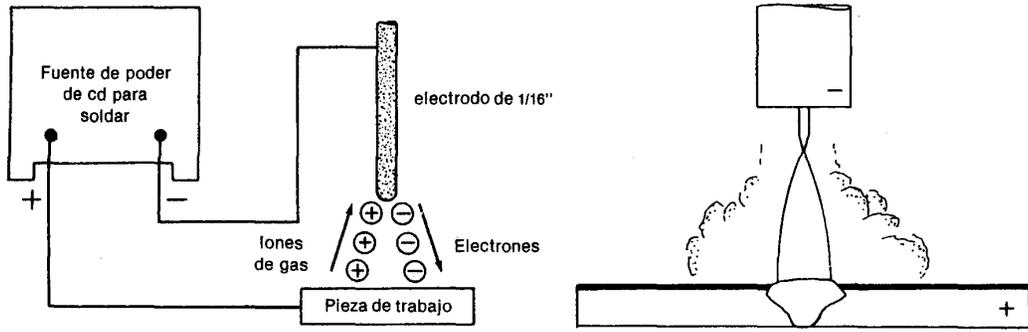
Tabla 10. Tipos de corriente adecuados para la soldadura de diversos metales con arco de tungsteno y gas.

METAL POR SOLDAR	CORRIENTE ALTERNA <sup>a</sup>	METAL POR SOLDAR	
		POLARIDAD DIRECTA	POLARIDAD INVERTIDA
Acero con bajo contenido de carbono:			
0.015 a 0.030 plg <sup>a</sup>	B <sup>b</sup>	E	NR
0.030 a 0.125 plg	NR	E	NR
Acero con alto contenido de carbono	B <sup>b</sup>	E	NR
Hierro fundido	B <sup>b</sup>	E	NR
Acero inoxidable	B <sup>b</sup>	E	NR
Aleaciones resistentes al calor	B <sup>b</sup>	E	NR
Metales refractarios	NR	E	NR
Aleaciones de aluminio:			
Hasta de 0.025 plg.	E	NR <sup>c</sup>	B
Más de 0.025 plg.	E	NR <sup>c</sup>	NR
Piezas fundidas	E	NR <sup>c</sup>	NR
Berilio	B <sup>b</sup>	E	NR
Cobre y sus aleaciones:			
Latón	B <sup>b</sup>	E	NR
Cobre desoxidado	NR	E	NR
Bronce al silicio	NR	E	NR
Aleaciones de magnesio:			
Hasta de 1/8 plg.	E	NR <sup>c</sup>	B
Más de 3/16 plg.	E	NR <sup>c</sup>	NR
Piezas fundidas	E	NR <sup>c</sup>	NR
Plata	B <sup>b</sup>	E	NR
Aleaciones de titanio	NR	E	NR

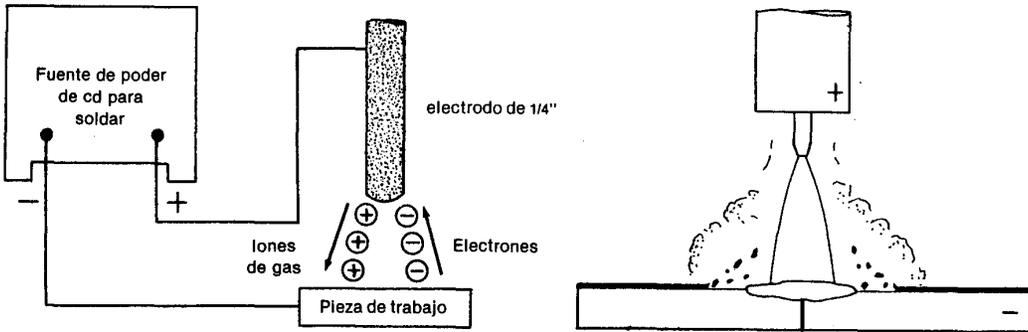
E = Excelente; B = Buena; NR = No se recomienda.

<sup>a</sup>Estabilizado. No se recomienda usar corriente alterna en ensamblajes muy justos armados en dispositivo posicionador.

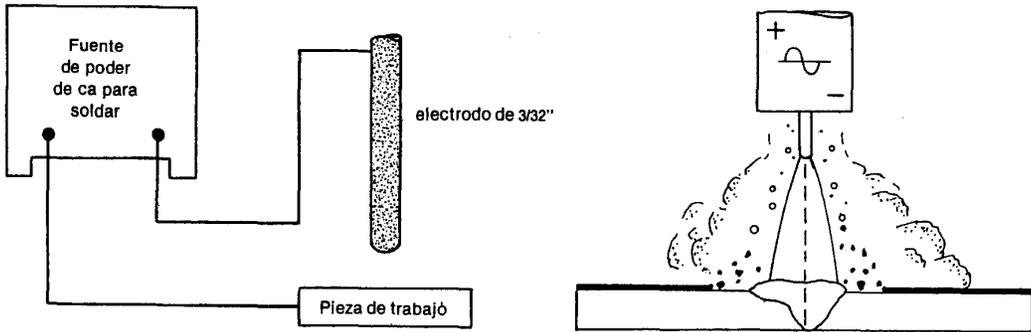
<sup>b</sup>El amperaje debe ser aproximadamente un 25% mayor que cuando se usa corriente directa con polaridad directa. <sup>c</sup>A menos que se haga la limpieza de la pieza de trabajo por medios mecánicos o químicos en las zonas por soldar.



(a) cd polaridad directa (electrodo negativo)



(b) cd polaridad invertida (electrodo positivo)



(c) conexión de la máquina de soldar de ca

Figura 29. Detalles de la zona del arco que se produce con los diversos tipos de corriente.

## PRACTICA 12. PREPARACION PARA APLICAR LA SOLDADURA

Antes de establecer el arco deben hacerse ciertos preparativos básicos. Comprendidos en éstos están la preparación del metal de base, y el ajuste de la máquina y sus controles. En la figura 30 aparece el tablero frontal de una máquina típica, diseñada para soldadura de arco de tungsteno y gas. Cada uno de los diversos controles tiene una función específica, y el operador cambia sus posiciones al cambiar la aplicación. A continuación se explica la función de cada uno.

**INTERRUPTOR DE ALTA FRECUENCIA.** El interruptor de alta frecuencia tiene tres posiciones: “Arranque”, “Paro” y “Operación Continua”. Cuando se desea usar la alta frecuencia únicamente para establecer el arco, se lleva el interruptor a la posición de “Arranque” (Start). La alta frecuencia permanece en acción sólo hasta que se ha establecido el arco, y queda a continuación eliminada automáticamente del circuito.

Esto permite iniciar el arco sin tocar con el electrodo la pieza de trabajo, lo cual es ventajoso en materiales que pudieran contaminar al electrodo. La posición de “Paro” o “Fuera” (Off) se utiliza cuando no se desea la alta frecuencia, por ejemplo, cuando se usa la máquina con electrodo de varilla. El interruptor se pone en la posición de “Operación Continua” (“Continuous”) para soldar, con corriente alterna, aluminio o magnesio. Esta posición proporciona alta frecuencia continua para la estabilización del arco.

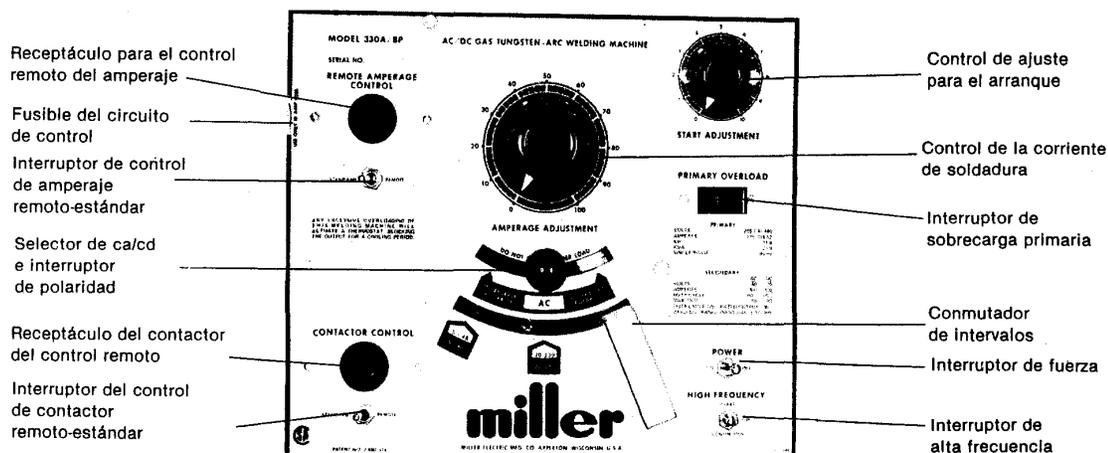


Figura 30. Tablero de control de una fuente de poder típica de ca/cd, diseñada

específicamente para soldadura TIG.

**INTERRUPTOR DE ENERGIA.** Este interruptor controla la energía de la línea primaria que llega al transformador. Cuando está en la posición de “Conectado” (On), trabaja el ventilador, y está aplicando voltaje al circuito de control.

**INTERRUPTOR DE INTERVALO.** El interruptor de intervalo tiene tres posiciones. Se ajusta para seleccionar el rango de amperaje deseado. Dentro de éste se puede controlar del mínimo al máximo utilizando el control de la corriente de soldadura.

**INTERRUPTOR DE SOBRECARGA PRIMARIA.** Este interruptor sirve para proteger contra una sobrecarga los componentes principales de la máquina de soldar. El interruptor debe estar en la posición de “Conectado” (On) antes de que pueda energizarse el contactor primario de la máquina.

**CONTROL DE LA CORRIENTE DE SOLDADURA.** Este control de la corriente puede ajustarse para proporcionar un porcentaje de la corriente entre el mínimo y el máximo del intervalo seleccionado.

**CONTROL DE AJUSTE DEL ARRANQUE.** Este control se emplea para regular la corriente de iniciación durante aproximadamente  $2/3$  de segundo. Pasado este atraso, la corriente cambia automáticamente al ajuste de corriente determinado por el control de la corriente de soldadura. El amperaje inicial puede ser más alto o más bajo que la corriente de soldadura. Puede ser conveniente tener un bajo amperaje para iniciación “suave” en metales delgados, en los que la perforación del arco a todo el espesor puede presentar un problema al iniciar el trabajo.

El mayor amperaje de iniciación “caliente” se usa primordialmente en materiales más gruesos, o en metales que tengan buena conductividad térmica. A manera de ejemplo sobre la forma de iniciar las funciones de control, la figura 31 muestra las posiciones de los reóstatos de control de arranque y de control de corriente correspondiente a una iniciación de bajo amperaje y otra de alto amperaje.

El reóstato de control de la corriente principal se ajusta al 50% del intervalo de soldadura. El ajuste de iniciación se coloca al 20%, para la iniciación a bajo amperaje. El amperaje de iniciación, por tanto, será aproximadamente del 20% del intervalo durante  $2/3$  de segundo, y luego pasará al ajuste del 50% del reóstato principal. Si el reóstato principal se ajusta al 50%. Y el ajuste de iniciación al 80%, el amperaje de iniciación será entonces

aproximadamente del 80% del intervalo, y luego descenderá al ajuste del 50%, habiendo logrado así una iniciación “caliente”.

**RECEPTACULO DE CONTROL REMOTO DEL AMPERAJE.** Se cuenta con este receptáculo para poder conectar un control remoto manual o de pie. Permite al operador controlar el amperaje mientras está soldando en el lugar de trabajo, el que puede estar a una distancia considerable de la fuente de poder. Con el control de pie, el operador puede variar el amperaje al ir avanzando a lo largo de la junta. Esto es particularmente útil al iniciar el trabajo en una pieza fría. El amperaje puede aumentarse para establecer rápidamente un pocillo de fusión, y a medida que el material se va calentando, el operador puede ir reduciendo el amperaje. Al llegar al término de una junta, el amperaje puede limitarse aún más, para terminar el cordón y “levantar el cráter”.

**FUSIBLE DEL CIRCUITO DE CONTROL.** Este fusible protege al circuito de control de la máquina. También protege al circuito de control remoto y al rectificador de control. Si este fusible está defectuoso, el amperaje de salida de la máquina tendrá sólo el valor mínimo de un intervalo.

**INTERRUPTOR PARA CONTROL REMOTO O ESTÁNDAR DEL AMPERAJE.** Cuando se está usando un dispositivo de control remoto, el interruptor debe estar en la posición de “remoto”. Cuando el control del amperaje se va a efectuar en el tablero de la máquina, el interruptor debe estar en la posición “estándar”.

**SELECTOR DE CA/CD, E INTERRUPTOR DE POLARIDAD.** Este interruptor de tres posiciones permite al operador seleccionar ca, cd con polaridad directa, o cd con polaridad invertida.

**RECEPTACULO PARA EL CONTROL DEL CONTACTOR REMOTO.** Puede usarse un interruptor para abrir y cerrar el contactor por control remoto. Se usa normalmente a la vez que el control remoto del amperaje. El arco no puede establecerse que esté cerrado el contactor.

**INTERRUPTOR DE CONTROL DEL CONTACTOR ESTÁNDAR-REMOTO.** Cuando se está usando un interruptor para el control remoto del contactor remoto, debe estar aquel en la posición de “Remoto”. Cuando el interruptor esté en la posición “Estándar”, el contactor permanece cerrado mientras se esté aplicando energía primaria a la máquina. Siempre que

se cierra el contactor se abren las válvulas del gas y el agua, para permitir su paso hacia el soplete.

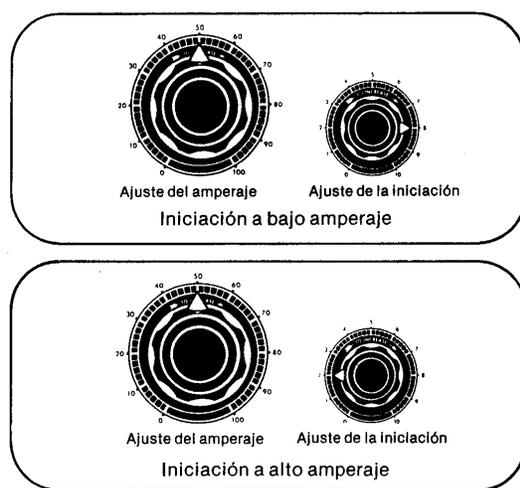


Figura 31. Ajustes para iniciación con bajo y alto amperaje

**CONTADOR DE TIEMPO DE POSCORRIENTE.** Además de los controles que aparecen en el tablero frontal de la figura 30, se cuenta con un contador de tiempo de poscorriente, situado atrás de la puerta de acceso a la máquina (ver la figura 32).

Este contador de tiempo, que actúa sobre las válvulas de gas y agua, controla el tiempo en que continúan fluyendo el gas y el agua después de que se ha interrumpido el arco.

El contador debe ajustarse de manera que el flujo de gas continúe durante el tiempo suficiente para permitir que se enfríe el tungsteno hasta un punto en el que ya no se contamine por exposición al aire. Este tiempo es generalmente de 10 segundos por cada 100 amperes de corriente de soldadura. El tungsteno, al enfriarse, debe tener un aspecto brillante. Cualquier tonalidad azulada o negruzca indica una falta de poscorriente.

**CONTROL DE INTENSIDAD DE LA CORRIENTE DE ALTA FRECUENCIA.** Este control permite al operador escoger la intensidad apropiada en la salida de corriente de alta frecuencia. Al aumentar el valor de ajuste de este control aumenta la corriente en el circuito de alta frecuencia. Esta debe ajustarse a la intensidad necesaria para iniciar el arco. Se recomienda que este control se mantenga al ajuste mínimo con que se logre una iniciación

satisfactoria de la soldadura. A un mayor valor de ajuste corresponde una mayor cantidad de radiación, y ésta causa interferencias en el equipo de comunicaciones.

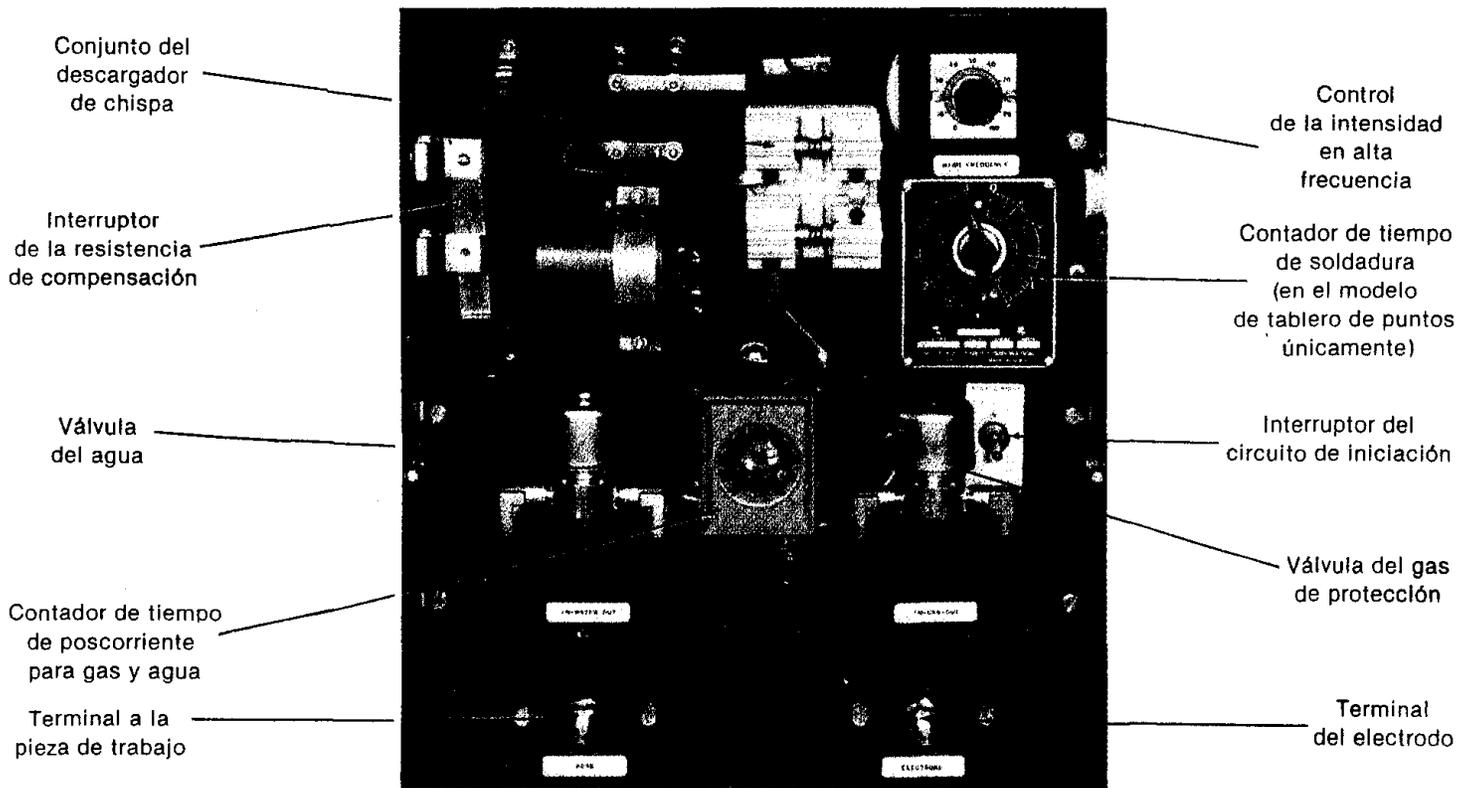


Figura 32. Vista posterior del tablero de control que se ilustra en la figura 30

**CONJUNTO DE CHISPA Y ENTREHIERRO.** Las puntas que forman el entrehierro son preajustadas en la fábrica. El dispositivo (conjunto) proporciona al circuito el voltaje apropiado. Puede usarse un calibrador de hojas para verificar la separación o para hacer ajustes. Advertencia: Este ajuste de inspección sólo debe hacerse estando la máquina desconectada. Consulte el manual del fabricante para ver la separación correcta del entrehierro.

**INTERRUPTOR DE CUCHILLAS CON RESISTENCIA COMPENSADORA**

Este interruptor tiene dos posiciones. La posición para ARCO METÁLICO PROTEGIDO es para soldar con electrodo de varilla; La posición para ARCO DE TUNGSTENO Y GAS es para la soldadura TIG.

## **PRACTICA 13. PARÁMETROS DE SOLDADURA QUE SE RECOMIENDAN**

En las Tablas 11 a la 18 se presentan listas de recomendaciones relativas al gas de protección, a las posiciones de soldadura, a la corriente de gas, y a otros datos seleccionados, necesarios para producir buenas soldaduras en aluminio, acero inoxidable, cobre, bronce, magnesio y acero al carbono por el procedimiento manual GTAW (TIG). Las secciones que siguen contienen ejercicios de soldadura con arco de tungsteno y gas.

## **PRACTICA 14. FAMILIARIZACIÓN CON EL EQUIPO PARA SOLDADURA CON ARCO DE TUNGSTENO Y GAS**

OBJETIVOS: Aprender a:

1. Identificar visualmente y nombrar correctamente todos los componentes principales del equipo al que se refiere este ejercicio.
2. Preparar correctamente y poner en condiciones de trabajo todas las partes componentes del equipo para soldadura con arco de tungsteno y gas.
3. Poner en marcha correctamente un equipo de esta naturaleza.

TIEMPO REQUERIDO: 1/2 a 3/4 de hora.

EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN. Un equipo para soldadura con arco de tungsteno y gas (figuras 25 y 26) y sus accesorios de seguridad, tales como peto, guantes y careta.

Tabla 11. Soldadura manual de aluminio por el proceso TIG

ESPESOR (PLG)	TIPO DE SOLDADURA	TIPO	CORRIENTE DE SOLDADURA			DIAMETRO DEL ELECTRODO* (PLG)	VELOCIDAD DE APLICACION** (PLG/MIN)	
			AMPERES					
			PLANA	VERTICAL	HACIA ARRIBA			
1/16	A tope	Corriente alterna de alta frecuencia, estabilizada	60-80	60-80	Hacia abajo	60-80	1/16	12
	A traslape		70-90	55-75	Hacia arriba	60-80	1/16	10
	De esquina		60-80	60-80	Hacia arriba	60-80	1/16	12
	De filetes		70-90	70-90	Hacia abajo	70-90	1/16	10
1/8	A tope		125-145	115-135	Hacia arriba	120-140	3/32	12
	A traslape		140-160	125-145	Hacia abajo	130-160	3/32	10
	De esquina		125-145	115-135	Hacia abajo	130-150	3/32	12
	De filetes		140-160	115-135	Hacia arriba	140-160	3/32	10
3/16	A tope		190-220	190-220		180-210	1/8	11
					Hacia arriba o hacia abajo			
	A traslape		210-240	190-220	Hacia arriba	180-210	1/8	9
	De esquina		190-220	180-210	Hacia arriba	180-210	1/8	11
	De filete		210-240	190-220	Hacia arriba	180-210	1/8	9
1/4	A tope		260-300	220-260	Hacia arriba	210-250	3/16	10
	A traslape		290-340	220-260	Hacia arriba	210-250	3/16	8
	De esquina		280-320	220-260	Hacia arriba	210-250	3/16	10
	De filete	280-320	220-260	Hacia abajo	210-250	3/16	8	
3/8	A tope	330-380	250-300		250-300	3/16, 1/4	5	
	A traslape	330-380	250-300		250-300	3/16, 1/4	5	
	De filetes en T	350-400	250-300		250-300	3/16, 1/4	5	
	De esquina	330-380	250-300		250-300	3/16, 1/4	5	
1/2	A tope	400-450	290-350	Hacia arriba	250-300	3/16, 1/4	3	
	A traslape	400-450	300-350	Hacia arriba	275-325	3/16, 1/4	3	
	De filetes en T	420-470	300-350	Hacia arriba	275-325	3/16, 1/4	3	
	De esquina	400-450	300-350	Hacia arriba	275-325	3/16, 1/4	3	

Nota: Para aluminio de un espesor mayor de 1/2 pulgada, las mezclas de argón-helio permiten lograr resultados mucho mejores.  
 \*Si aparecen dos tamaños en la lista, el menor es para soldadura vertical y hacia arriba, o de sobrecabeza. Use un electrodo mayor o corriente de soldar ligeramente más baja cuando se utilice un transformador de onda equilibrada.  
 \*\*Velocidad de aplicación para la posición plana.

TAMAÑO DE RECIPIENTE DE GAS O DE LA BOQUILLA****					
VARILLA DE SOLDAR*** TAMAÑO (PLG)	RECIPIENTE DE CERAMICA (LAVA) (250 AMP. MAX.)	RECIPIENTE DE ALTO IMPACTO (ALUMINA) (300 AMP. MAX.)	BOQUILLA METALICA (CUANDO SE DISPONGA DE ELLA)	GASTO DE GAS ARGON (PC/H)	OBSERVACIONES
Ninguna o 1/16	4,5,6	4,5,6	6	15	
Ninguna o 1/16	4,5,6	4,5,6	6	15	
Ninguna o 1/16	4,5,6	4,5,6	6	15	
Ninguna o 1/16	4,5,6	4,5,6	6	15	
3/32 o 1/8	6,7	6,7	6,7	20	Varilla 3/32" - Hacia arriba
Ninguna o 3/32	6,7	6,7	6,7	20	Varilla 3/32" - Hacia arriba
Ninguna o 3/32	6,7	6,7	6,7	20	Varilla 3/32" - Vertical
1/16 o 3/32	6,7	6,7	6,7	20	
1/8	7,8	7,8	6,8	20	
1/8	7,8	7,8	6,8	20	
1/8	7,8	7,8	6,8	20	
1/8	7,8	7,8	6,8	20	
1/8 o 3/16		8,10,12	8,10	25	Varilla 1/8"-Vertical y hacia arriba, dos pasadas
1/8 o 3/16		8,10,12	8,10	25	
1/8 o 3/16		8,10,12	8,10	25	
1/8 o 3/16		8,10,12	8,10	25	Varilla 1/8" - Vertical
3/16 o 1/4			10	30	Dos pasadas
3/16 o 1/4			10	30	Dos pasadas
3/16 o 1/4			10	30	Dos pasadas
3/16 o 1/4			10	30	Dos pasadas
3/16 o 1/4			10	30	Dos o tres pasadas
3/16 o 1/4			10	30	Tres pasadas
3/16 o 1/4			10	30	Tres pasadas
3/16 o 1/4			10	30	Tres pasadas

Tabla 12. Soldadura manual del acero inoxidable por el proceso TIG

ESPESOR (PLG)	TIPO DE SOLDADURA	CARACTE- RISTICAS	CORRIENTE DE LA SOLDADURA				DIAMETRO DEL ELECTRODO (PLG)	VELOCIDAD DE APICACION** (PLG/MIN)
			AMPERES					
			PLANA	VERTICAL	HACIA ARRIBA			
1/16	A tope	Polaridad directa—corriente directa	80–100	70– 90	Hacia arriba	70–90	1/16	12
	A traslape		100–120	80–100	Hacia arriba	80–100	1/16	10
	De esquina		80–100	70– 90	Hacia arriba	70–90	1/16	12
	De filete		90–110	80–100	Hacia arriba	80–100	1/16	10
3/32	A tope		100–120	90–110	Hacia arriba	90–110	1/16	12
	A traslape		110–130	100–120	Hacia arriba	100–120	1/16	10
	De esquina		100–120	90–110	Hacia arriba	90–110	1/16	12
	De filete		110–130	100–120	Hacia arriba	100–120	1/16	10
1/8	A tope		120–140	110–130	Hacia arriba	105–125	1/16	12
	A traslape		130–150	120–140	Hacia arriba	120–140	1/16	10
	De esquina		120–140	110–130	Hacia arriba	115–135	1/16	12
	De filete		130–150	115–135	Hacia arriba	120–140	1/16	10
3/16	A tope		200–250	150–200	Hacia arriba	150–200	3/32	10
	A traslape		225–275	175–225	Hacia arriba	175–225	3/32, 1/8	8
	De esquina		200–250	150–200	Hacia arriba	150–200	3/32	10
	De filete		225–275	175–225	Hacia arriba	175–225	3/32, 1/8	8
1/4	A tope	275–350	200–250	Hacia arriba	200–250	1/8	—	
	A traslape	300–375	225–275	Hacia arriba	225–275	1/8	—	
	De esquina	275–350	200–250	Hacia arriba	200–250	1/8	—	
	De filete	300–375	225–275	Hacia arriba	225–275	1/8	—	
1/2	A tope	350–450	225–275	Hacia arriba	225–275	1/8, 3/16	—	
	A traslape	375–475	230–280	Hacia arriba	230–280	1/8, 3/16	—	
	De filete	375–475	230–280	Hacia arriba	230–280	1/8, 3/16	—	

\*Las condiciones son muy semejantes para el HASTELLOY B & C y otras aleaciones similares.

\*\*Velocidad de aplicación para la posición plana.

VARILLA DE SOLDAR		TAMAÑO DEL RECIPIENTE DE GAS O DE LA BOQUILLA***			GASTO DE GAS ARGON (PC/H)	OBSERVACIONES	
		METAL DE APORTE TIPO No.	TAMAÑO (PLG)	RECIPIENTE DE CERA- MICA (LAVA) (250 AMP. MAX.)			RECIPIENTE DE ALTO IMPACTO ALÚMINA (300 AMP. MAX.)
Para la varilla de soldar vea "Principales tipos soldables de acero inoxidable"		1/16	4,5,6	4,5,6	6	10	
		1/16	4,5,6	4,5,6	6	10	
		1/16	4,5,6	4,5,6	6	10	
		1/16	4,5,6	4,5,6	6	10	
		1/16 O 3/32	4,5,6	4,5,6	6	10	
		1/16 O 3/32	4,5,6	4,5,6	6	10	
		1/16 O 3/32	4,5,6	4,5,6	6	10	
		1/16 O 3/32	4,5,6	4,5,6	6	10	
		3/32	4,5,6	4,5,6	6	10	
		3/32	4,5,6	4,5,6	6	10	
		3/32	4,5,6	4,5,6	6	10	
		3/32	4,5,6	4,5,6	6	10	
		1/8	6,7,8	6,7,8	6,8	15	
		1/8	6,7,8	6,7,8	6,8	15	
		1/8	6,7,8	6,7,8	6,8	15	
		1/8	6,7,8	6,7,8	6,8	15	
		3/16			8	15	Una o dos pasadas
		3/16			8	15	Una o dos pasadas
		3/16			8	15	Una pasada
		3/16			8	15	
		1/4			8	15	Dos o tres pasadas
		1/4			8	15	Tres pasadas
		1/4			8	15	Tres pasadas

Tabla 13. Soldadura manual del cobre desoxidado por el proceso TIG

ESPESOR (PLG)	TIPO DE SOLDADURA	CORRIENTE DE SOLDADURA AMPERES		DIAMETRO DEL ELECTRODO (PLG)	VELOCIDAD DE APLICACION (PLG/MIN)	VARILLA DE SOLDADURA* TAMAÑO EN PULGADAS
		TIPO	PLANA			
1/16	A tope		110–140	1/16	12	1/16
	A traslape		130–150	1/16	10	1/16
	De esquina		110–140	1/16	12	1/16
	De filete		130–150	1/16	10	1/16
1/8	A tope	Corriente directa de polaridad directa	175–225	3/32	11	3/32 O 1/8
	A traslape		200–250	3/32	9	3/32 O 1/8
	De esquina		175–225	3/32	11	3/32 O 1/8
	De filete		200–250	3/32	9	3/32 O 1/8
3/16	A tope	Corriente directa de polaridad directa	190–225	1/8	10	1/8
	A traslape		205–250	1/8	8	1/8
	De esquina		190–225	1/8	10	1/8
	De filete		205–250	1/8	8	1/8
1/4	A tope	Corriente directa de polaridad directa	225–260	1/8	9	1/8
	A traslape		250–280	1/8	7	1/8
	De esquina		225–260	1/8	9	1/8
	De filete		250–280	1/8	7	1/8
3/8	A tope	Corriente directa de polaridad directa	280–320	3/16		3/16
	A traslape		300–340	3/16		3/16
	De esquina		280–320	3/16		3/16
	De filete		300–340	3/16		3/16
1/2	A tope		375–525	3/16, 1/4		1/4

TAMAÑO DEL RECIPIENTE DE GAS O DE LA BOQUILLA**					
RECIPIENTE DE CERAMICA (LAVA) (250 AMP. MAX.)	RECIPIENTE DE ALTO IMPACTO (ALUMINA) (300 AMP. MAX.)	BOQUILLA METALICA (CUANDO LA HAYA)	GASTO DE GAS		OBSERVACIONES
			ARGON (PC/H)	HELIO (PC/H)	
4,5,6	4,5,6	6	15		Una pasada
4,5,6	4,5,6	6	15		Una pasada
4,5,6	4,5,6	6	15		Una pasada
4,5,6	4,5,6	6	15		Una pasada
6,7,8	6,7,8	6,8	15		Una pasada
6,7,8	6,7,8	6,8	15		Una pasada
6,7,8	6,7,8	6,8	15		Una pasada
6,7,8	6,7,8	6,8	15		Una pasada
	8,10	8		30	Una pasada; precalentar a 200°F.
	8,10	8		30	Una pasada; precalentar a 200°F.
	8,10	8		30	Una pasada; precalentar a 200°F.
	8,10	8		30	Una pasada; precalentar a 200°F.
	8,10	8		30	Una pasada; precalentar a 300°F.
	8,10	8		30	Una pasada; precalentar a 300°F.
	8,10	8		30	Una pasada; precalentar a 300°F.
	8,10	8		30	Una pasada; precalentar a 300°F.
		8		40	Dos pasadas; precalentar a 500°F.
		8		40	Tres pasadas; precalentar a 500°F.
		8		40	Dos pasadas; precalentar a 500°F.
		8		40	Tres pasadas; precalentar a 500°F.
		8,10		40	Tres pasadas; precalentar a 500°F.

Tabla 14. Soldadura manual del bronce al silicio por el proceso TIG

ESPESOR (PLG)	TIPO DE SOLDADURA	CORRIENTE DE SOLDADURA				DIAMETRO DEL ELECTRODO (PLG)	VELOCIDAD DE APLI- CACION* (PLG/MIN)	
		AMPERES						
		TIPO	PLANA	VERTICAL	HACIA ARRIBA			
1/16	A tope		100-120	90-110	Hacia arriba	90-110	1/16	12
	A traslape		110-130	100-120	Hacia arriba	100-120	1/16	10
	De esquina		100-130	90-110	Hacia arriba	90-110	1/16	12
	De filete		110-130	100-120	Hacia arriba	100-120	1/16	10
1/8	A tope		130-150	120-140	Hacia arriba	120-140	1/16	12
	A traslape		140-160	130-150	Hacia arriba	130-150	1/16, 3/32	10
	De esquina		130-150	120-140	Hacia arriba	120-140	1/16	12
	De filete		140-160	130-150	Hacia arriba	130-150	1/16, 3/32	10
3/16	A tope	Corriente directa con polaridad directa	150-200	—	—	—	3/32	—
	A traslape		175-225	—	—	—	3/32	—
	De esquina		150-200	—	—	—	3/32	—
	De filete		175-225	—	—	—	3/32	—
1/4	A tope		150-200	—	—	—	3/32	—
	A traslape		250-300	—	—	—	1/8	—
	De esquina		175-225	—	—	—	3/32	—
	De filete		175-225	—	—	—	3/32	—
3/8	A tope		230-280	—	—	—	1/8	—
	A traslape		250-300	—	—	—	1/8	—
	De filete		230-280	—	—	—	1/8	—
1/2	A tope		250-300	—	—	—	1/8	—
	A traslape		275-325	—	—	—	1/8	—
	De filete		275-325	—	—	—	1/8	—
3/4	A tope		300-350	—	—	—	1/8	—
	A traslape		300-350	—	—	—	1/8	—
	De filete	300-350	—	—	—	1/8	—	
1	A tope	300-350	—	—	—	1/8	—	
	A traslape	325-350	—	—	—	1/8	—	
	De filete	325-350	—	—	—	1/8	—	

\*Para soldadura en la posición plana.

VARILLA DE SOLDADURA		TAMAÑO DE RECIPIENTE DE GAS O DE LA BOQUILLA***			GASTO DE GAS ARGON PC/H)	OBSERVACIONES
MATERIAL No. **	TAMAÑO (PLG)	RECIPIENTE DE CERAMICA (LAVA) (250 AMP. MAX.)	RECIPIENTE DE ALTO IMPACTO (ALUMINA) (300 AMP. MAX.)	BOQUILLA METALICA (CUANDO LA HAYA)		
Everdur	1/16	4,5,6	4,5,6	6	15	
Everdur	1/16	4,5,6	4,5,6	6	15	
Everdur	1/16	4,5,6	4,5,6	6	15	
Everdur	1/16	4,5,6	4,5,6	6	15	
Everdur	3/32	6,7,8	6,7,8	6,8	15	
Everdur	3/32	6,7,8	6,7,8	6,8	15	
Everdur	3/32	6,7,8	6,7,8	6,8	15	
Everdur	3/32	6,7,8	6,7,8	6,8	15	
Everdur	1/8	6,7,8	6,7,8	6,8	20	
Everdur	1/8	6,7,8	6,7,8	6,8	20	
Everdur	1/8	6,7,8	6,7,8	6,8	20	
Everdur	1/8	6,7,8	6,7,8	6,8	20	
Everdur	1/8 O 3/16	7,8,10	7,8,10	6,8	20	Tres pasadas
Everdur	1/8 O 3/16	7,8,10	7,8,10	6,8	20	Una pasada – a tope, escuadrada
Everdur	1/8 O 3/16	7,8,10	7,8,10	6,8	20	Tres pasadas
Everdur	1/8 O 3/16	7,8,10	7,8,10	6,8	20	Tres pasadas
Everdur	1/8, 3/16		8,10,12	8	20	Tres o cuatro pasadas
Everdur	1/8, 3/16		8,10,12	8	20	Tres pasadas
Everdur	1/8, 3/16		8,10,12	8	20	Tres pasadas
Everdur	1/8, 3/16		8,10,12	8	20	Cuatro o cinco pasadas
Everdur	1/8, 3/16		8,10,12	8	20	Seis pasadas
Everdur	1/8, 3/16		8,10,12	8	20	Siete pasadas
Everdur	3/16			8	20	Nueve o diez pasadas
Everdur	3/16			8	20	Doce pasadas
Everdur	3/16			8	20	Catorce pasadas
Everdur	3/16, 1/4			8	20	Trece pasadas
Everdur	3/16, 1/4			8	20	Dieciséis pasadas
Everdur	3/16, 1/4			8	20	Veinte pasadas

\*\*\*Varilla de soldadura OXWELD No. 26 para la aleación "Everdur"

Tabla 15. Soldadura del magnesio (aleaciones AZ31B y HK31A) utilizando corriente alterna de alta frecuencia

ESPESOR (PLG.)	TIPO DE SOLDADURA (1)	CORRIENTE DE SOLDADURA, EN AMPERES*, POSICION PLANA		VARILLA DE SOLDADURA (2), TAMAÑO EN PULGADAS	GASTO DE GAS DE PROTECCION		OBSERVACIONES
		HK31A**	AZ31B***		ARGON	HELIO	
0.040	A tope	40	35	$\frac{3}{32}$ , $\frac{1}{8}$	10	25	Con respaldo
0.040	A tope	30	25	$\frac{3}{32}$ , $\frac{1}{8}$	10	25	Sin respaldo
0.040	De filete	40	35	$\frac{3}{32}$ , $\frac{1}{8}$	10	25	
0.064	A tope	55	50	$\frac{3}{32}$ , $\frac{1}{8}$	10	25	Con respaldo
0.064	A tope y de esquina	35	30	$\frac{3}{32}$ , $\frac{1}{8}$	10	25	Sin respaldo
0.064	De filete	55	50	$\frac{3}{32}$ , $\frac{1}{8}$	10	25	
0.081	A tope	75	65	$\frac{1}{8}$	10	25	Con respaldo
0.081	A tope, de esquina y	45	40	$\frac{1}{8}$	10	25	
0.081	de orilla	75	65	$\frac{1}{8}$	10	25	Sin respaldo
0.102	De filete	95	85	$\frac{1}{8}$	20	30	
	A tope						Con respaldo
0.102	A tope de esquina y	70	60	$\frac{1}{8}$	20	30	
0.102	de orilla	95	85	$\frac{1}{8}$	20	30	Sin respaldo
0.128	De filete	110	100	$\frac{1}{8}$ , $\frac{5}{32}$	20	35	
	A tope						Con respaldo
0.128	A tope, de esquina	80	70	$\frac{1}{8}$ , $\frac{5}{32}$	20	35	
0.128	y de orilla	110	100	$\frac{1}{8}$ , $\frac{5}{32}$	20	35	Sin respaldo
$\frac{3}{16}$	De filete	155	140	$\frac{1}{8}$ , $\frac{5}{32}$	20	35	
$\frac{3}{16}$	A tope	110	100	$\frac{1}{8}$ , $\frac{5}{32}$	20	35	1 pasada
$\frac{1}{4}$	A tope	200	180	$\frac{5}{32}$ , $\frac{3}{16}$	25	50	2 pasadas
$\frac{1}{4}$	A tope	125	115	$\frac{5}{32}$	20	35	1 pasada
$\frac{3}{8}$	A tope	270	250	$\frac{5}{32}$ , $\frac{3}{16}$	25	50	2 pasadas
$\frac{3}{8}$	A tope	160	140	$\frac{5}{32}$ , $\frac{3}{16}$	25	50	1 pasada
$\frac{1}{2}$	A tope	330	310	$\frac{3}{16}$	25	50	2 pasadas
$\frac{3}{4}$	A tope	450	420	$\frac{3}{16}$ , $\frac{1}{4}$	35	75	2 pasadas
	A tope						2 pasadas

\*Los valores de la corriente dados para soldadura de juntas a tope son con placa de respaldo. Se usan valores ligeramente menores para soldar sin placa de respaldo.

\*\*Varilla de soldadura: EZ33A.

\*\*\*Varilla de soldadura: EZ92A o AZ61A.

Tabla 16. Soldadura manual de otras aleaciones de cobre por el proceso TIG

	TIPO DE CORRIENTE DE SOLDADURA	FUNDENTE <sup>a</sup>	TECNICA DE APLICACION	VARILLA <sup>a</sup>
Latón rojo	CDPD en espesores mayores de 0.050 plg. CAAF en material más delgado.		Avance hacia adelante	
Bronce de zinc				
Latón con bajo contenido de zinc				
Latón común				
Metal Muntz				
Bronce fosforado	CDPD	Ninguno	Avance hacia adelante	
Bronce al plomo	CDPD	Ninguno	Avance hacia adelante	
Cobre al berilio	ACHF	Ninguno	Avance hacia adelante	Be-Cu

Tabla 17. Soldadura manual del bronce al aluminio por el proceso TIG

ESPEJOR DE PLACA (PLG.)	PREPARACION DE BORDES	CORRIENTE DE SOLDADURA, AMPERES (CAAF)	GASTO DE ARGON AL VALOR RECOMENDADO DE 20 LB/PLG <sup>2</sup> (PC/H)	DIAMETRO DE ELECTRODO (PLG)	NUMERO DE PASADAS
1/4	V de 90°, nariz aguda	200	15–20	1/8	2
3/8	V de 60°, nariz aguda	250	15–20	5/32	3
1/2	V de 60°, nariz aguda	260	15–20	5/32	4

Tabla 18. Soldadura manual del acero al carbono por el proceso TIG

ESPEJOR (PLG)	AMPERES (CDPD)	TAMAÑO SUGERIDO DE VARILLA (PLG)	VELOCIDAD MEDIA DE APLICACION (PLG)	GASTO DE ARGON (PC/H)
0.035	100	1/16	12–15	8–10
0.049	100–125	1/16	12–18	8–10
0.060	100–140	1/16	12–18	8–10
0.089	140–170	3/32	12–18	8–10
0.125	150–200	1/8	10–12	8–10

## PREPARACION PREVIA DEL EQUIPO POR PARTE DEL INSTRUCTOR

Se supone que el instructor ha hecho los preparativos siguientes, antes de pasar el equipo al estudiante:

1. Ajuste del equipo, siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante.
2. Conexión de la máquina de soldar a la fuente de energía.
3. Conexión de la máquina de soldar al suministro de agua de enfriamiento.
4. Conexión del suministro de gas de protección.

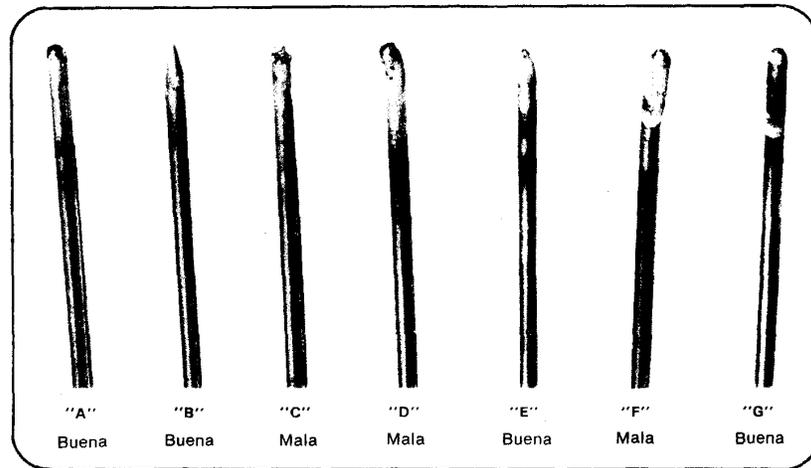
## PROCEDIMIENTO PREVIO A LA SOLDADURA, POR PARTE DEL ESTUDIANTE

1. Cuide que la mesa de soldadura esté limpia.
2. Compruebe que cuenta con el equipo de protección necesario.
  - a. Careta (con vidrios de la sombra correcta.)
  - b. Peto de cuero.
  - c. Guantes de cuero.
  - d. Casco de soldador.
  - e. Sobretotas (si el instructor las requiere).

En los siguientes pasos se supone que el estudiante va a soldar aluminio.

3. Obtenga piezas de aluminio de 2 x 6 x de pulgada.
4. Suficiente varilla de aluminio 4043 como metal de aporte.
5. Revise el soplete de soldar (figura 27) verificando lo siguiente:
  - a. Boquilla. Debe ser de de pulgada (D.1.) y tener su extremo uniforme, sin quemadura ni grietas.
  - b. Boquilla de quijadas. Debe ser de 3/32 de pulgada de capacidad.
  - c. Boquilla. Debe ser de 3/32 de pulgada de capacidad.
  - d. Electrodo. Debe ser de tungsteno puro, de 3 de pulgada de diámetro, y estar en buen estado (figura 33(B)).

Figura 33. Formas de los electrodos de tungsteno de uso común



6. Ajuste el electrodo como sigue:

a. Usando la llave de tuercas apropiada la que le fue suministrada con el soplete, afloje la tapa.

b. Quite la tapa del soplete.

c. Introduzca la boquilla en el cuerpo del soplete.

d. Introduzca el electrodo en la boquilla, y empújelo de manera que sobresalga aproximadamente 1/2 pulgada del extremo de la punta de la boquilla (figura 1 1).

e. Apriete la tapa ligeramente.

f. Golpee ligeramente el electrodo contra la orilla de la mesa de soldar, hasta que sobresalga solamente una longitud entre 1 1/2 y 2 veces su diámetro.

g. Apriete la tapa con los dedos.

7. Sujete con prensa la terminal de la pieza de trabajo (alambre de tierra) a un lugar de la mesa de soldar en donde no interfiera con la soldadura.

8. Consulte la Tabla 11, para determinar los ajustes recomendados para la máquina de soldar y la corriente de gas de protección.

9. Ajuste la máquina de soldar a los valores apropiados.

10. Encienda la máquina de soldar.

11. Abra lentamente la válvula del tanque del gas de protección hasta que quede abierta totalmente. Advertencia: No se pare frente al indicador de presión mientras esté abriendo la válvula; la carátula puede volar y lesionarlo.

12. Oprima una vez el pedal con el pie, y suéltelo inmediatamente. Esto abre la válvula de gas el tiempo suficiente para que se ajuste la válvula de paso del gas.

13. Ajuste el gasto de gas a los  $\text{pie}^3/\text{hora}$  determinados de la Tabla 11.

## **PRACTICA 15. HECHURA DE UN CORDON LONGITUDINAL EN LA POSICION PLANA**

OBJETIVO. Aprender a manipular apropiadamente el equipo GTAW (TIG) descrito en la practica 14.

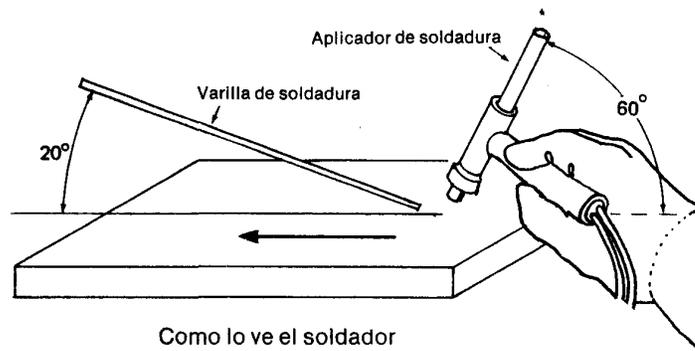
1. Suficiente dotación de gas argón para protección.
2. Uno o dos electrodos de tungsteno puro de  $3/32$  de pulgada de diámetro.
3. Suficiente aluminio 4043 como metal de aporte, de  $1/8$  de pulgada de diámetro.
4. Amplia dotación de tiras de aluminio de  $6 \times 2 \times 1/8$  de pulgada.

PROCEDIMIENTO:

1. Elimine los óxidos del aluminio.
2. Coloque una pieza de aluminio sobre la mesa de soldar, como se indica en la figura 34.
3. Consulte la Tabla 11 para determinar las situaciones de soldadura.
4. Ajuste la máquina de soldar a las situaciones apropiadas.
5. Encienda la máquina de soldar.
6. Observe la figura 34 para la posición del soplete y el metal de aporte en relación con el metal de base.
7. Baje su careta de protección.
8. Inicie el arco, oprimiendo el pedal lo suficiente para fundir el metal de base y formar un pocillo de metal fundido de  $1/4$  de pulgada.
9. Comience a hacer el cordón.
  - a. La longitud del arco debe ser igual al diámetro del electrodo.
  - b. El ancho de la cara del cordón debe ser igual al doble del diámetro del electrodo.
  - c. Después de recorrer toda la longitud de la tira de aluminio, inspeccione las soldaduras.
10. Repita los pasos 6-9, hasta que pueda producir soldaduras aceptables. Si rellena la tira y no desea engruesarla, o no quiere poner cordones en ambos lados de la tira, repita los pasos 1, 2, y 6-9.

11. Apague la máquina de soldar, como sigue:
- Cierre la válvula del tanque de gas, apretándola bien con la mano.
  - Oprima una vez el pedal, y suéltelo inmediatamente, para purgar la tubería del gas.
  - Cierre la válvula de paso del gas cuando la esfera descansa sobre el fondo.
  - Desconecte la alimentación de fuerza a la máquina de soldar.

Figura 34



## **PRACTICA 16. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TOPE, DERANURA ESCUADRADA, EL ALUMINIO Y EN POSICION PLANA**

**OBJETIVO:** Aprender a hacer juntas aceptables a tope, de ranura escuadrada, en posición plana, con el proceso de arco de tungsteno y gas.

**TIEMPO REQUERIDO:** 1 hora.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** Los mismos que para la practica 14.

**PROCEDIMIENTO:**

1. Elimine los óxidos del aluminio.
2. Coloque el aluminio sobre la mesa de soldar, como se indica en la figura 34.
3. Consulte la Tabla 11 para determinar las situaciones de soldadura.
4. Ajuste la máquina de soldar a los valores apropiados.

5. Sujete con prensa la terminal de la pieza de trabajo (pinza de tierra) a la mesa de soldar, de manera que no interfiera con la soldadura.
6. Coloque el soplete sobre la mesa de soldar, de manera que no establezca un arco.
7. Ponga en marcha la máquina de soldar.
8. Baje su careta de protección.
9. Una con puntos de soldadura uno de los extremos de la tira de aluminio, como sigue:
  - a. Descanse la boquilla sobre la mesa de soldar, a 1/16 de pulgada del extremo de la ranura.
  - b. Inicie el arco, y funda 1/16 de pulgada del metal a cada lado de la ranura.
  - c. Alimente la varilla de metal de aporte, moviéndola hacia adentro y hacia afuera del área fundida, hasta completar la primera soldadura de puntos.
10. Gire la pieza de trabajo, y suelde por puntos el otro extremo.
- II. Deje el soplete sobre la mesa, y levante su careta.
12. Consulte la figura 34 para el ángulo del soplete y el metal de aporte en relación con la pieza de trabajo.
13. Baje su careta, y sosteniendo el soplete como se ilustra en la figura 34, comience a soldar, utilizando el mismo procedimiento de manipulación que en la practica 15-17.
14. Termine la soldadura. Deje el soplete sobre la mesa y levante su careta.
15. En caso necesario, tome otra pieza de aluminio, y, usando la pieza sol dada como la otra mitad, repita los pasos 1 al 14, hasta que pueda producir una soldadura aceptable.
16. Apague y ponga fuera de operación el equipo de soldadura.

## **PRACTICA 17. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TRASLAPE CON CORDON DE FILETE EN POSICION HORIZONTAL, EN ALUMINIO, SIN USAR METAL DE APORTE**

**OBJETIVO:** Aprender a hacer una soldadura aceptable de filete en posición horizontal, en aluminio, con el proceso GTAW, sin usar metal de aporte.

**TIEMPO REQUERIDO:** 1 hora.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** Los mismos que para la practica 14.

PROCEDIMIENTO. Lea y familiarícese perfectamente con los procedimientos que siguen, antes de soldar.

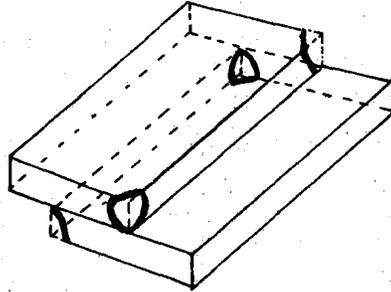
1. Elimine los óxidos del aluminio
2. Consulte la Tabla 11 para determinar las situaciones de soldadura.
3. Ajuste la máquina de soldar a los valores apropiados.
4. Coloque piezas de aluminio sobre la mesa de soldar, y ponga un trozo de metal pesado (5 libras) sobre ellas, como se muestra en la figura 35.
5. Encienda la máquina de soldar.
6. Una con puntos de soldadura ambos extremos de la junta superior (figura 36), sin usar metal de aporte.
7. Quite el trozo de metal de las piezas de aluminio, y póngalo en donde no estorbe.
8. Dé vuelta a las piezas soldadas con puntos, y suelde con puntos el otro
9. Consulte la figura 37 para la posición del soplete. Tenga cuidado de mantener la longitud del arco igual al diámetro del electrodo, y proceda a soldar la junta a la velocidad que produzca una penetración completa (figura 38) en la esquina de la junta, y una cara de cordón igual al doble del diámetro del electrodo.
10. Complete las soldaduras, apoye el soplete en forma segura, levante su careta, y observe la figura 39 en cuanto a la calidad de la soldadura.
11. En caso necesario, repita este ejercicio; de lo contrario, pare la máquina.

Figura 35



Figura 36

El arco directo a la placa inferior en primer lugar  
Asegúrese de que queden unidos por puntos  
los cuatro extremos de la junta



La esquina se funde  
pasando hacia la  
placa inferior

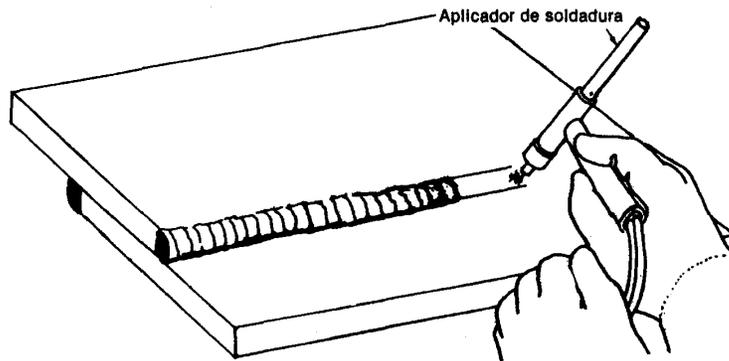
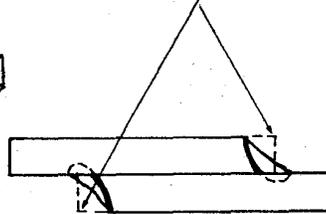


Figura 37

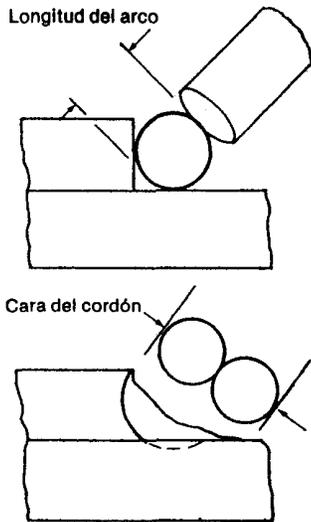


Figura 38

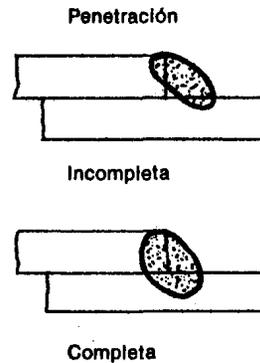


Figura 39

## **PRACTICA 18. SOLDADURA DE UNA JUNTA A TRASLAPE CON CORDON DE FILETE EN POSICION HORIZONTAL, EN ALUMINIO, USANDO METAL DE APORTE**

**OBJETIVO:** Aprender a hacer una soldadura de filete aceptable en aluminio, en posición horizontal, y usando metal de aporte.

**TIEMPO REQUERIDO:** 1 hora.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** Los mismos que en la practica 14, además del metal de aporte, de acuerdo con las recomendaciones de la Tabla 11.

**PROCEDIMIENTO.** Lea y familiarícese perfectamente con el procedimiento que sigue, antes de soldar.

1. Repita los pasos 1 al 9 de la practica 17.
2. Coloque el soplete y el metal de aporte como se indica en la figura 37.
3. Establezca el arco, y, usando el metal de aporte, proceda como se describe en el paso 10 de la practica 17.

4. Complete las soldaduras, aparte el soplete, levante su careta, y observe la figura 39 en cuanto a la calidad de la soldadura.
5. En caso necesario, repita este ejercicio; de lo contrario, pare la máquina.

## **PRACTICA 19. HECHURA DE UNA SOLDADURA DE FILETE PARA FORMAR UNA ESQUINA EXTERIOR, EN POSICION PLANA Y EN ALUMINIO**

**OBJETIVO:** Aprender a hacer una soldadura de filete aceptable para formar una esquina exterior, en posición plana y en aluminio.

**TIEMPO REQUERIDO:** 1 hora.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** Los mismos que en la practica 18, más un trozo de hierro en ángulo del tamaño apropiado para ensamblar las dos piezas de aluminio que van a unirse, y una prensa en forma de C.

**PROCEDIMIENTO.** Antes de comenzar a soldar, lea y familiarícese perfectamente con el procedimiento que sigue.

1. Coloque las dos piezas sobre la mesa de soldar, como se indica en la figura 40.
2. Ajuste la máquina de soldar a las condiciones determinadas de la Tabla 11.
3. Encienda la máquina de soldar.
4. Una con puntos de soldadura ambos extremos de la junta.
5. Quite la prensa en C del conjunto soldado con puntos, y el conjunto soldado del hierro en ángulo.
6. Coloque la prensa en C y el hierro en ángulo en donde no estorben.
- 7 Coloque la pieza de trabajo sobre la mesa de soldar.
8. Sitúe la boquilla cerca del extremo lejano de la junta, y, sosteniendo el soplete a un ángulo de 60 grados, y sin ángulo hacia los lados, establezca el arco y haga la soldadura (figura 41(a) y (b)).
  - a. Sitúe el arco, y mantenga su longitud como se ilustra en la figura 42.

b. Ajuste su velocidad de avance de manera que el arco produzca orillas sondeadas en la junta, como se observa en la figura 43.

9. Inspeccione la soldadura. Debe tener la apariencia de una junta de calidad, como la que se muestra en la figura 44.

Figura 40

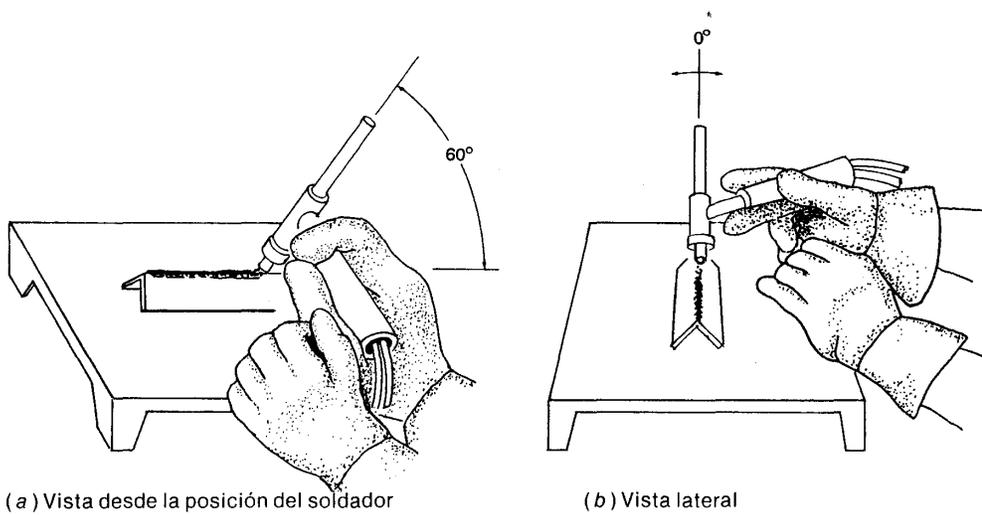
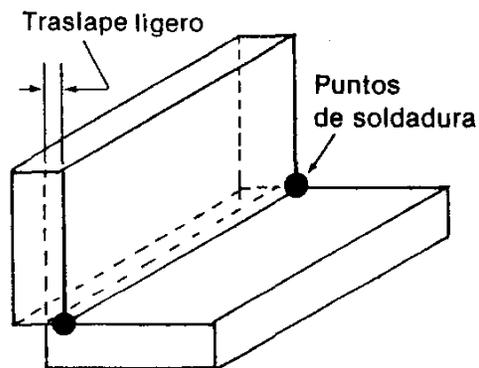


Figura 41 (no se muestra el metal de aporte)

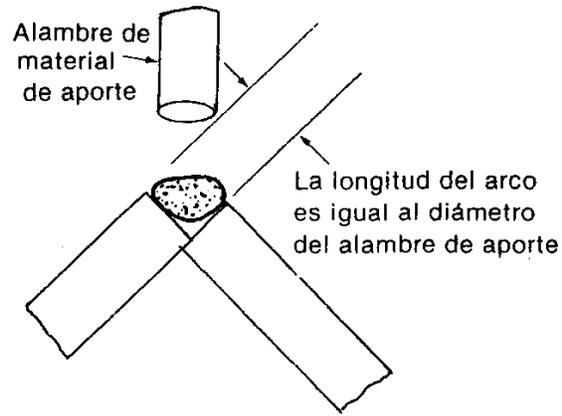


Figura 42

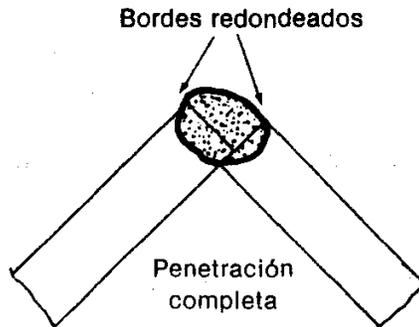


Figura 43

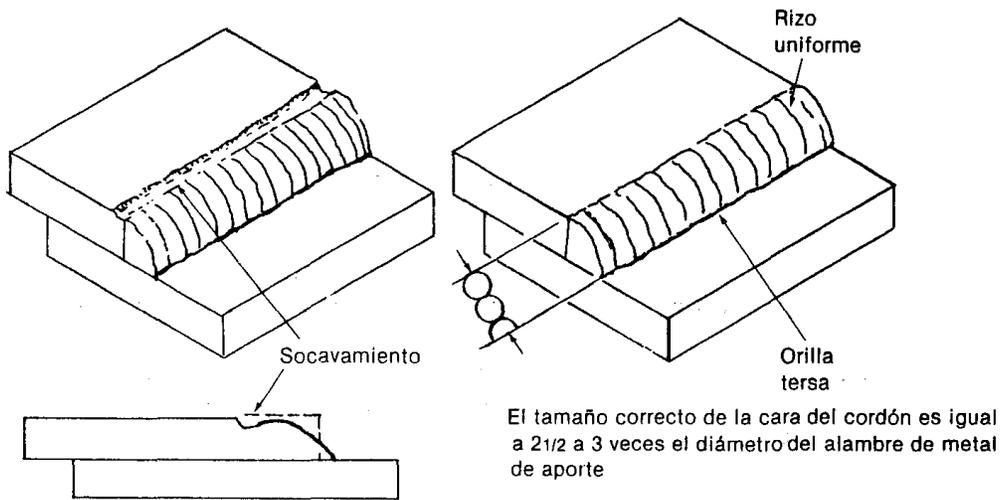


Figura 44

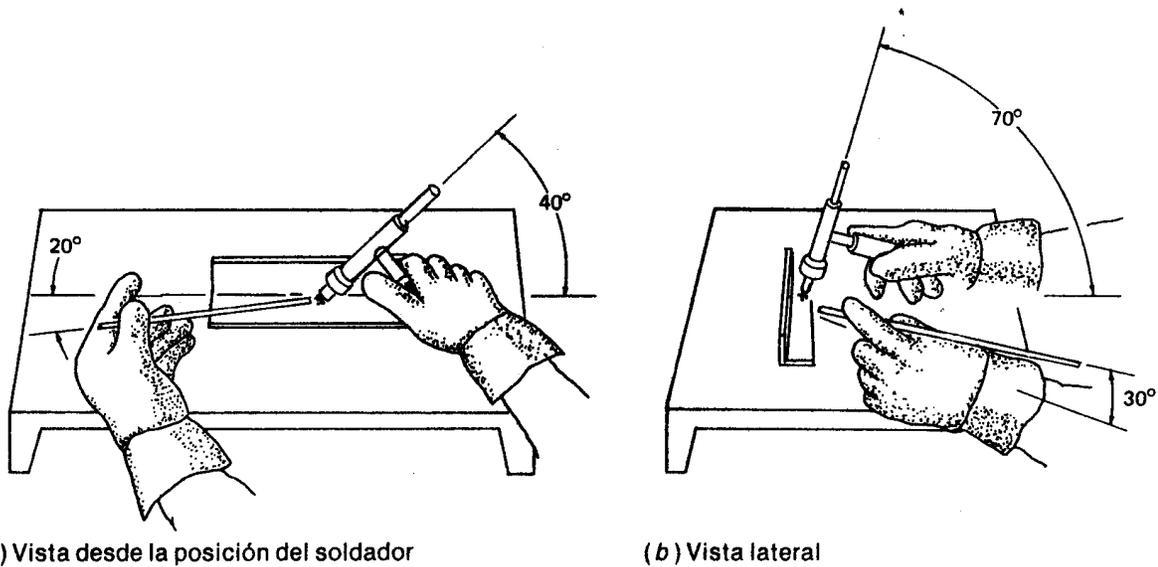


Figura 45

## PRACTICA 20. SOLDADURA DE UNA JUNTA INTERIOR DE ESQUINA, EN POSICIÓN HORIZONTAL Y EN ALUMINIO

**OBJETIVO:** Aprender a soldar una junta de esquina aceptable, de tipo interior, en posición horizontal y en aluminio.

**TIEMPO REQUERIDO:** 1 hora.

**EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.** El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para este ejercicio son los mismos que para la practica 15-21.

**PROCEDIMIENTO.** Lea y familiarizase perfectamente con el procedimiento que sigue, antes de comenzar a soldar.

1. Efectúe los pasos 1 al 7 de la practica 19.
2. Coloque las piezas, unidas con puntos de soldadura, sobre la mesa de trabajo.

3. Sosteniendo el soplete y la varilla como se indica en las figuras 45(a) y 45(b), y usando los mismos movimientos al soldar que los que se usaron para las juntas a traslape, haga la soldadura hacia el extremo lejano.

- a. Ajuste su velocidad de recorrido de manera que el ancho del cordón depositado sea de 2 1/2 a 3 veces el diámetro del electrodo (figura 46).
- b. Ajuste la longitud del arco al objeto de obtener una penetración completa, sin socavamiento.

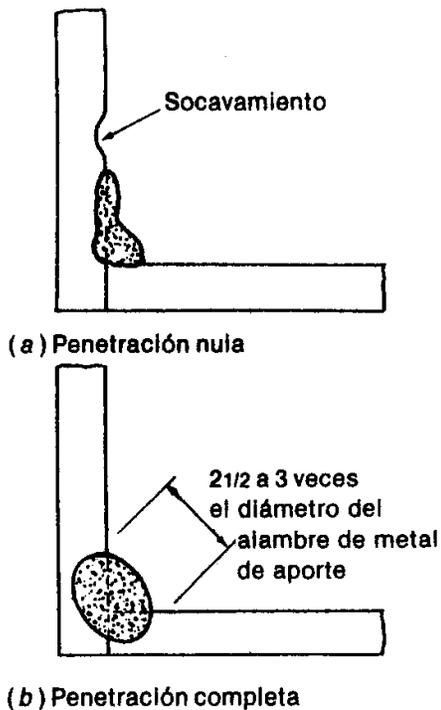


Figura 46

## PRACTICA 21. HECHURA DE SOLDADURAS DE CORDON EN POSICION VERTICAL EN ALUMINIO

OBJETIVO: Aprender a hacer soldaduras aceptables en posición vertical en aluminio.

TIEMPO REQUERIDO: 1 hora

EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE REQUIEREN.

El equipo, las herramientas y los materiales que se requieren para efectuar este ejercicio, son los mismos que los de la practica 19, más el peso que se usó en la practica 18.

PROCEDIMIENTO. Lea y familiarícese perfectamente con el procedimiento que sigue, antes de comenzar a soldar.

1. Efectúe los pasos 1 al 3 de la practica 19.
2. Una con puntos de soldadura en una esquina exterior solamente, las dos piezas.
3. Quite la prensa en C del conjunto soldado con puntos, y el conjunto mismo del hierro en ángulo (dispositivo de colocación).
4. Coloque la prensa en C y el hierro en ángulo en un lugar en donde no estorben.
5. Coloque el conjunto soldado por puntos sobre la mesa de trabajo, con un lado en posición vertical (figura 47), y ponga el peso sobre el lado que descansa sobre la mesa.
6. Sosteniendo la varilla y el soplete como se indica en la figura 48, inicie la soldadura en la parte inferior de la placa, y, usando las técnicas de manipulación descritas en la práctica 15 y soldando hacia arriba, complete la soldadura.
7. Apague la máquina de soldar.
8. Revise la soldadura.

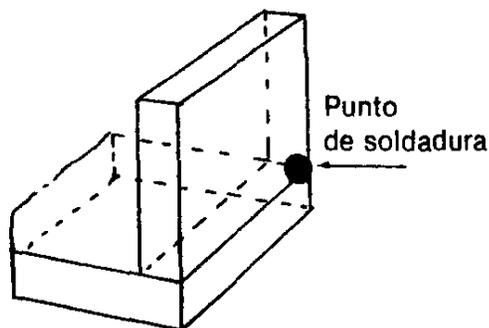


Figura 47

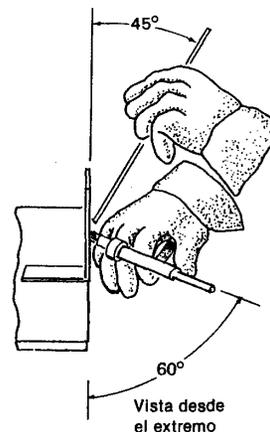


Figura 48



## APENDICE 11

### MANTENIMIENTO DE LA CERTIFICACION.

Nombre: \_\_\_\_\_

DUI: \_\_\_\_\_

Inserte la fecha de la última vez que utilizo los siguientes procesos:

SMAW

GTAW

GMAW

SAW

Otros

La certificación es extendida de la fecha indicada arriba

Empleador, supervisor de la prueba, el cliente (subraye uno) verificación: nosotros certificamos que el soldador mencionado uso los procesos en las fechas indicadas.

Nombre impreso

Título:

Nombre de la compañía:

Teléfono:

Asignatura:

Fecha: