

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



## CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

### INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

#### PROYECTO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

**TEMA: “ELABORACIÓN DE GUÍAS PRÁCTICAS PARA  
LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE SOLDADURA EN EL  
LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DURANTE EL  
PERIODO 2013”**

#### POSTULANTES:

**Calo Guayta Carlos Xavier**

**Ortega Proaño Andres Santiago**

#### DIRECTOR:

**Ing. Alvaro Mullo**

**Latacunga – Cotopaxi**

**2014**

## ***AUTORÍA***

Las ideas y opiniones emitidas en el presente proyecto de tesis **“ELABORACIÓN DE GUÍAS PRÁCTICAS PARA LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE SOLDADURA EN EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DURANTE EL PERIODO 2013”** son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Calo Guayta Carlos Xavier

C.C.050237540-5

Ortega Proaño Andres Santiago

C.C. 050264691-2

## ***AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS***

Cumpliendo con lo estipulado en el Capítulo IV, Art. 9, literal f, del reglamento del curso profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, informo que los postulantes Calo Guayta Carlos Xavier y Ortega Proaño Andres Santiago, han desarrollado sus tesis de grado de acuerdo al planteamiento formulado en el plan de tesis con el tema: **“ELABORACIÓN DE GUÍAS PRÁCTICAS PARA LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE SOLDADURA EN EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DURANTE EL PERIODO 2013”**, cumpliendo con sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto considero que la presente tesis se encuentra habilitada para presentarse al acta de la defensa de tesis.

---

Ing. Alvaro Mullo  
DIRECTOR DE TESIS

## ***DEDICATORIA***

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general. También dedico este proyecto a mi esposa Mónica Chancusig, a mis hijos Dorian Xavier y Robinson Mateo, compañeros inseparables de todos los días. Ellos representan gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

**Carlos Xavier Calo Guayta**

## ***DEDICATORIA***

A mis Padres, Esposa y mi hijo “Santy”

**Andres Ortega**

## ***AGRADECIMIENTO***

Los resultados de este proyecto, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma son parte de su culminación. Mis agradecimientos están dirigidos a la Sra. Maricela esposa de Andrés Ortega, quien con su ayuda desinteresada, nos brindó información relevante, próxima, pero muy cercana a la realidad de nuestras necesidades. Al Ing. Álvaro Mullo quien fue el tutor de esta tesis, y el cual plasmo es resultado investigativo en diseños originales, atractivos y de gran realce para el éxito del proyecto.

A mis familiares por siempre brindarme su apoyo, tanto sentimental, como económico.

Gracias Dios, gracias padres y hermanos.

Y en especial gracias Ing. Álvaro Mullo.

**Carlos Xavier Calo Guayta**

## ***AGRADECIMIENTO***

Primeramente a Dios; por su infinita bondad, la cual me ha permitido llegar a este punto culminante de la carrera.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por acogerme en sus aulas y darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A nuestro director de tesis, Ing. Álvaro Mullo, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación ha facilitado la culminación de este proyecto. También es oportuno agradecer a mis profesores pues todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida estudiantil a las que nos encantaría agradecer por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles. Algunas están aquí con nosotros y otras en nuestros recuerdos y corazones, sin importar en donde estén queremos darles las gracias por formar parte de nosotros, por todo lo que nos han brindado y por todas sus bendiciones.

**Andres Ortega**

## ***ÍNDICE GENERAL***

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
PORTADA	i
AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
ÍNDICE DE CUADROS	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
AVAL DE TRADUCCIÓN	xix
INTRODUCCIÓN	xx

### **CAPITULO I**

Marco teórico	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Historia de la soldadura	2
1.2.1 Soldadura	2
1.3 Clasificación de los procesos de soldadura	3
1.3.1 Soldadura blanda	5

1.3.2	Soldadura fuerte	5
1.3.3	Soldadura por presión	6
1.3.4	Soldadura oxiacetilénica (con gases al soplete)	6
1.3.5	Soldadura por arco eléctrico	12
1.3.6	Soldadura por arco sumergido	14
1.3.7	Soldadura por arco en atmósfera inerte	15
1.3.8	Soldadura aluminotérmica o con termita	16
1.3.9	Soldadura por resistencia eléctrica	17
1.4	Electrodos	21
1.4.1	Partes del electrodo	21
1.4.2	Clasificación de los electrodos	23
1.4.2.1.	Clasificación de electrodos para aceros al carbono	23
1.4.2.2	Clasificación de electrodos para aceros de baja aleación	26
1.4.2.3	Clasificación de electrodos para aceros inoxidable	28
1.4.2.4	Clasificación de electrodos para metales no ferrosos	29
1.4.2.5	Clasificación de electrodos y flujos para arco sumergido	30
a)	Normas para electrodos	30
b)	Normas para flujos	31
1.4.2.6	Clasificación de electrodos para soldaduras al arco con gas	32
1.5	Selección de corriente	34
1.5.1	Máquinas de corriente alterna	34
1.5.2	Máquinas de corriente continua	35
1.5.3	Conexión de polaridad directa o normal	36
1.5.4	Conexión de polaridad inversa	37
1.6	Posiciones de soldadura	38
1.6.1	Posición plana o de nivel	39
1.6.2	Posición horizontal:	39
1.6.3	Posición vertical	39
1.6.4	Posición sobre la cabeza	40
1.6.5	Movimientos del electrodo	40

1.6.5.1	Movimiento de zig - zag (longitudinal)	40
1.6.5.2	Movimiento circular	41
1.6.5.3	Movimiento semicircular	41
1.6.5.4	Movimiento en zig - zag (transversal)	41
1.6.5.5	Movimiento entrelazado	42
1.7	Seguridad en la soldadura	42
1.7.1	Ropa de trabajo general	44
1.7.1.1	Guantes	44
1.7.1.2	Delantal o Coletto	45
1.7.1.3	Casaca	45
1.7.1.4	Mangas	46
1.7.1.5	Polainas	46
1.7.1.6	Máscara de soldar	47

## **CAPITULO II**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

2.1	Descripción de la institución beneficiaria	49
2.1.1	Misión	50
2.1.2	Visión	50
2.1.3	Análisis de la Institución	50
2.2	Métodos de la Investigación	51
2.2.1	Método Científico	51
2.2.2	Método Analítico	52
2.3	Técnicas de la investigación	52
2.3.1	Encuesta	53
2.3.2	Cuestionario	53
2.4	Población	54

2.5	Muestra	55
2.6	Tabulación, análisis e interpretación de los resultados de las encuestas realizadas a los Docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica	56
2.7	Verificación de la hipótesis	61
2.7.1	Manifiesto de la hipótesis	61
2.7.2	Argumento	61
2.7.3	Decisión	61

### **CAPITULO III**

	Propuesta	
3.1	Justificación	63
3.2	Objetivos	64
3.2.1	Objetivo General	64
3.2.2	Objetivos específicos	64
	Carátula de las Guías Prácticas	65
	Presentación	66
	Introducción	67
	Práctica 1	68
	Práctica 2	73
	Práctica 3	79
	Práctica 4	84
	Práctica 5	92
	Práctica 6	99
	Práctica 7	105
	Práctica 8	111
	Práctica 9	116
	Práctica 10	123

Práctica 11	131
Práctica 12	136
Práctica 13	142
Práctica 14	146
Práctica 15	149
Práctica 16	152
3.3 Conclusiones y recomendaciones	158
3.3.1 Conclusiones	158
3.3.2 Recomendaciones	160
3.3.3 Referencias Bibliográficas	161
3.3.4 Bibliografía Citada	161
3.3.5 Bibliografía Consultada	161
3.3.6 Enlaces	161
3.4 ANEXOS	163

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

### **CAPITULO I**

#### **MARCO TERICO**

Figura 1.1 Clasificación de los Procesos de Soldadura	4
Figura 1.2 Soldadura blanda	5
Figura 1.3 Equipo para soldadura fuerte	6
Figura 1.4 Llama originada en la suelda oxiacetilénica	7
Figura 1.5 Tipos de llama que se origina en la suelda oxiacetilénica	8
Figura 1.6 Tanques de oxígeno y acetileno	9
Figura 1.7 Manómetros	9
Figura 1.8 Equipo para la suelda oxiacetilénica	10
Figura 1.9 Soplete	11
Figura 1.10 Suelda oxiacetilénica	11
Figura 1.11 Suelda por arco eléctrico	12

Figura 1.12 Equipo para la suelda por arco eléctrico	13
Figura 1.13 Elementos de la suelda por arco eléctrico	14
Figura 1.14 Elementos para soldadura por arco sumergido	14
Figura 1.15 Soldadura por método TIG	15
Figura 1.16 Soldadura por método MIG y MAG	16
Figura 1.17 Soldadura aluminométrica	17
Figura 1.18 Soldadura por puntos	18
Figura 1.19 Soldadura por resistencia eléctrica por puntos	19
Figura 1.20 Soldadura por costura	19
Figura 1.21 Soldadura a tope	20
Figura 1.22 Soldadura por resistencia eléctrica a tope	20
Figura 1.23 Partes de un electrodo	21
Figura 1.24 Diagrama de corriente continúa	35
Figura 1.25 Diagrama de polaridad directa	36
Figura 1.26 Diagrama de polaridad inversa	37
Figura 1.27 Posiciones de soldadura	38
Figura 1.28 Movimiento de zig – zag	40
Figura 1.29 Movimiento circular	41
Figura 1.30 Movimiento semicircular	41
Figura 1.31 Movimiento zig – zag (transversal)	42
Figura 1.32 Movimiento entrelazado	42
Figura 1.33 Equipo de seguridad	43
Figura 1.34 Guantes	44
Figura 1.35 Delantal	45
Figura 1.36 Casaca	45
Figura 1.37 Mangas	46
Figura 1.38 Polainas	47
Figura 1.39 Máscaras de soldar	47
Figura 3.1 Diagrama esquemático del proceso de soldadura	68
Figura 3.2 Circuito de soldadura para arco eléctrico con electrodo	70

revestido	
Figura 3.3 Encendido del arco eléctrico	70
Figura 3.4 Equipo de seguridad personal	71
Figura 3.5 Partes del cordón de soldadura	73
Figura 3.6 Inclinación del electrodo	75
Figura 3.7 Equipo de seguridad personal	76
Figura 3.8 Partes del cordón de soldadura	79
Figura 3.9 Inclinación del electrodo	81
Figura 3.10 Equipo de seguridad personal	82
Figura 3.11 Diagrama del arco eléctrico	84
Figura 3.12 Posiciones de las piezas	85
Figura 3.13 Punteado de las piezas	86
Figura 3.14 Inclinación del electrodo	86
Figura 3.15 Depósito de los cordones	87
Figura 3.16 Depósito de los cordones escalonados	87
Figura 3.17 Movimiento zig - zag	88
Figura 3.18 Inclinación del electrodo según el cordón	88
Figura 3.19 Inclinación del electrodo	89
Figura 3.20 Equipo de seguridad	90
Figura 3.21 Posición horizontal	93
Figura 3.22 Soporte de tubo de hierro en ángulo	94
Figura 3.23 Área de soldadura en un tubo en posición horizontal	94
Figura 3.24 Posición del electrodo y soldadura	95
Figura 3.25 Reinicio de soldadura	96
Figura 3.26 Equipo de seguridad	97
Figura 3.27 Soldadura de puntos aislados	101
Figura 3.28 Pasada caliente	102
Figura 3.29 Equipo de seguridad	103
Figura 3.30 Posición 2G	105
Figura 3.31 Posición de soldadura 2G	107

Figura 3.32 Posición del electrodo y patrón de tejido	107
Figura 3.33 Equipo de seguridad	108
Figura 3.34 Pasada caliente	111
Figura 3.35 Equipo de seguridad personal	114
Figura 3.36 Equipo de soldadura GMAW	117
Figura 3.37 Circuito de soldadura GMAW	118
Figura 3.38 Ilustración del proceso de fusión de la soldadura GMAW	119
Figura 3.39 Ángulo de la pistola	120
Figura 3.40 Equipo de seguridad personal	120
Figura 3.41 Circuito de soldadura para el proceso TAW	125
Figura 3.42 Forma correcta de comenzar el arco con un sistema GTAW	126
Figura 3.43 Esquema ilustrado de la ubicación de la varilla de aporte	127
Figura 3.44 Ángulo de la varilla de aporte y torcha	128
Figura 3.45 Equipo de seguridad personal	129
Figura 3.46 Soldadura por arco sumergido SAW	134
Figura 3.47 Circuito de soldadura para el proceso FCAW	138
Figura 3.48 Equipo de seguridad personal	140
Figura 3.49 Esquema e la soldadura RSEW	146
Figura 3.50 Esquema de la soldadura por resistencia – chispa	150
Figura 3.51 Equipo de seguridad personal	156

## **CAPITULO II**

### **ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

#### **ÍNDICES DE GRÁFICOS**

Gráfico 2.1: Pregunta 1	56
Gráfico 2.2: Pregunta 2	57
Gráfico 2.3: Pregunta 3	58

Gráfico 2.4: Pregunta 4	59
Gráfico 2.5: Pregunta 5	60

## ÍNDICES DE CUADROS

Cuadro 1.1: Gases utilizados en la soldadura oxiacetilénica	7
Cuadro 1.2: Interpretación del último dígito, según la clasificación AWS de electrodos	25
Cuadro 1.3: Porcentaje aproximado de aleación	26
Cuadro 1.4: Tipo de revestimiento del electrodo, posición de soldeo y corriente eléctrica	27
Cuadro 1.5: Composición química de los electrodos	31
Cuadro 1.6: Norma para fundentes con el prefijo F	32
Cuadro 1.7: Tabla representativa	33

## ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 2.1: Detalle de la población	54
Tabla 2.1: Pregunta 1	56
Tabla 2.2: Pregunta 2	57
Tabla 2.3: Pregunta 3	58
Tabla 2.4: Pregunta 4	59
Tabla 2.5: Pregunta 5	60

## ***RESUMEN***

El presente Proyecto de Investigación constituye la elaboración de las guías prácticas para la aplicación de los procesos de soldadura, mediante el cual se podrá complementar de mejor manera el proceso enseñanza- aprendizaje de los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Además será un aporte a las carreras técnicas que reciben la asignatura de soldadura para reforzar su conocimiento teórico aplicándolo en las prácticas y desarrollando sus habilidades en el manejo de los equipos y materiales utilizados en cada una de las guías. Debido a que la elaboración de estas guías implica la utilización de una metodología que permita sistematizar de mejor manera el desarrollo de los procesos de soldadura, la selección apropiada de herramientas y equipos, así como la interacción entre estudiante y docente. Conjuntamente se busca intensificar las normas de seguridad en cada proceso de soldadura; ya que el mismo tiende a implicar un sinnúmero de accidentes y riesgos que pueden ser evitados con el solo hecho de manejar adecuadamente las prendas de protección y algunas normas de seguridad que se detallan en cada una de las guías. Finalmente la presentación de las guías nos permite poner a disposición de los estudiantes una herramienta útil para la realización de las prácticas y fortalecimiento de su formación académica; considerando que las actividades de soldadura son las más aplicadas en el campo profesional.

### **DESCRIPTORES**

Soldadura, habilidades, herramientas, normas de seguridad

## ***ABSTRACT***

This research project is the expansion of practical guidelines for the application of welding processes by which they can complement the teaching and learning process of students of the Technical University of Cotopaxi. Furthermore, it will contribute to technical careers of the University in order to reinforce their theoretical knowledge of welding by applying and developing their skills in the handling of equipment and materials used in each of the guides.

Due to these guidelines the use of a methodology to systematize the development of welding processes, the appropriate selection of tools and equipment, as well as the interaction between student and teacher. It strengthens safety standards in each welding process. It tends to involve a number of risks and accidents which can be avoided simply because a properly handle of some protective clothing and safety standards listed in each of the guides. As a final point the presentation of the guides allows us to provide students a useful tool for leading practices and strengthen their academic training, considering that welding activities are best applied in the professional field.

### **KEYWORDS**

Welding, skills, tools, safety standards

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente de la Carrera de Ciencias de la Educación mención Inglés de la Universidad Técnica De Cotopaxi, yo Lic. MSc. Venegas Alvarez Gina Silvana con la C.C. 050159864-3 CERTIFICO que he realizado la respectiva revisión de la Traducción del Abstract; con el tema: **“ELABORACIÓN DE GUÍAS PRÁCTICAS PARA LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE SOLDADURA EN EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DURANTE EL PERIODO 2013”** cuyos autores son: Calo Guayta Carlos Xavier y Ortega Proaño Andres Santiago y director de tesis Ing. Alvaro Mullo

Latacunga, Febrero del 2014

Docente:

-----  
Lic. MSc. Gina Venegas A.

C.I. 050159864-3

## ***INTRODUCCIÓN***

El desarrollo de la ciencia y la tecnología ha sido de gran alcance en las últimas décadas, y con más énfasis en los países desarrollados en los que no se han escatimado esfuerzos y recursos para que los investigadores continúen desarrollando nuevos métodos de soldadura y ganando mayor comprensión de la calidad y las propiedades de la soldadura.

En el Ecuador, la industria ha evolucionado paralelamente a los avances que se fueron dando a nivel mundial. En general, sin embargo, el cambio técnico se ha orientado a adoptar la tecnología a las características de la materia prima nacional, a satisfacer especificaciones estrictas a clientes.

Es así que el presente trabajo de investigación muestra una correcta fundamentación teórica sustentada por la investigación de campo, y la necesidad de proponer alternativas para los estudiantes en la asignatura de soldadura, y su aplicación a los talleres de la Universidad Técnica de Cotopaxi, desarrollando en los siguientes capítulos:

**CAPÍTULO I:** Se establecen los fundamentos teóricos acerca de la historia, clasificación, electrodos, tipos de corrientes y equipos de seguridad en la soldadura.

**CAPÍTULO II:** Contiene información de la Universidad Técnica de Cotopaxi; y el análisis e interpretación de los resultados de la encuesta realizada a los Docentes y alumnos de las Carreras de Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Industrial.

**CAPÍTULO III.** Abarca el diseño de la guía con cada una de las prácticas a ser aplicadas en el taller de mecánica, así como las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el transcurso de la investigación y por último la bibliografía, anexos para respaldo de la investigación

# **CAPITULO I**

## **MARCO TEORICO**

### **1.8 ANTECEDENTES**

El presente proyecto consistió en crear guías para prácticas de soldadura mediante la aplicación de las distintas técnicas de soldadura y el empleo de los equipos existentes en los talleres de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Los resultados obtenidos durante la aplicación de la encuesta a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, indican que existen falencias en la forma de realizar las prácticas de soldadura, ya que no existe un modelo a seguir, es por esta razón que, los tesisistas consideran oportuna la elaboración de las guías para prácticas de soldadura las mismas que aportaran al proceso de enseñanza teórico – práctico dentro de la formación académica de los estudiantes.

En el presente capítulo se realiza un compendio bibliográfico de los aspectos más importantes a tener en cuenta al momento de realizar una práctica de soldadura como son: Tipos y clasificación de los procesos de soldadura, Electrodo, Normas, Nomenclatura y Equipo de protección personal a ser empleada por los estudiantes.

## 1.9 HISTORIA DE LA SOLDADURA

El trabajo con los metales y la unión de los mismos data de hace siglos, tal parece que la soldadura, tal como la conocemos en la actualidad, hizo su aparición alrededor del año 1900.

La historia de la soldadura no estaría completa sino mencionáramos las contribuciones realizadas por los antiguos metalúrgicos. Existen manuscritos que detallan el hermoso trabajo en metales realizado en tiempos de los Faraones de Egipto, en el Antiguo Testamento el trabajo en metal se menciona frecuentemente.

En el tiempo del Imperio Romano ya se habían desarrollado algunos procesos, los principales eran soldering brazing y la forja. La forja fue muy importante en la civilización romana es así como a Vulcano, dios del fuego, se le atribuía gran habilidad en este proceso y otras artes realizados con metales.

### 1.9.1 Soldadura

La American Welding Society (AWS) define una soldadura como “una coalescencia localizada (la fusión o unión de la estructura de granos de los materiales que se están soldando) de metales o no metales producida mediante el calentamiento de los materiales a las temperaturas de soldaduras requeridas, con o sin la aplicación de presión, o mediante la aplicación de presión sola y con o sin el uso de material de aportación”.

Según Jeffu, Larry (2010): a la soldadura se define como “un proceso de unión que produce la coalescencia de materiales calentándolos a la temperatura de soldadura, con o sin la aplicación de presión o mediante la aplicación de presión sola y con o sin el uso de metal de aportación”. (pág 5)

En lenguaje menos técnico, una soldadura se produce cuando las piezas separadas de material que se van a unir se combinan y forman una pieza al ser calentadas a una temperatura lo suficientemente alta como para causar ablandamiento o fusión y fluyen juntas. Se puede utilizar o no presión para unir las piezas. En algunos casos, la presión sola puede ser suficiente para forzar a que las piezas de material separadas se combinen y formen una sola pieza. Cuando es necesario, se agrega material de aportación para formar una soldadura completa en la junta. También es importante señalar que utilizamos la palabra material porque hoy en día, se pueden hacer soldaduras de una lista cada vez mayor de materiales, como plástico, cristal y cerámica.

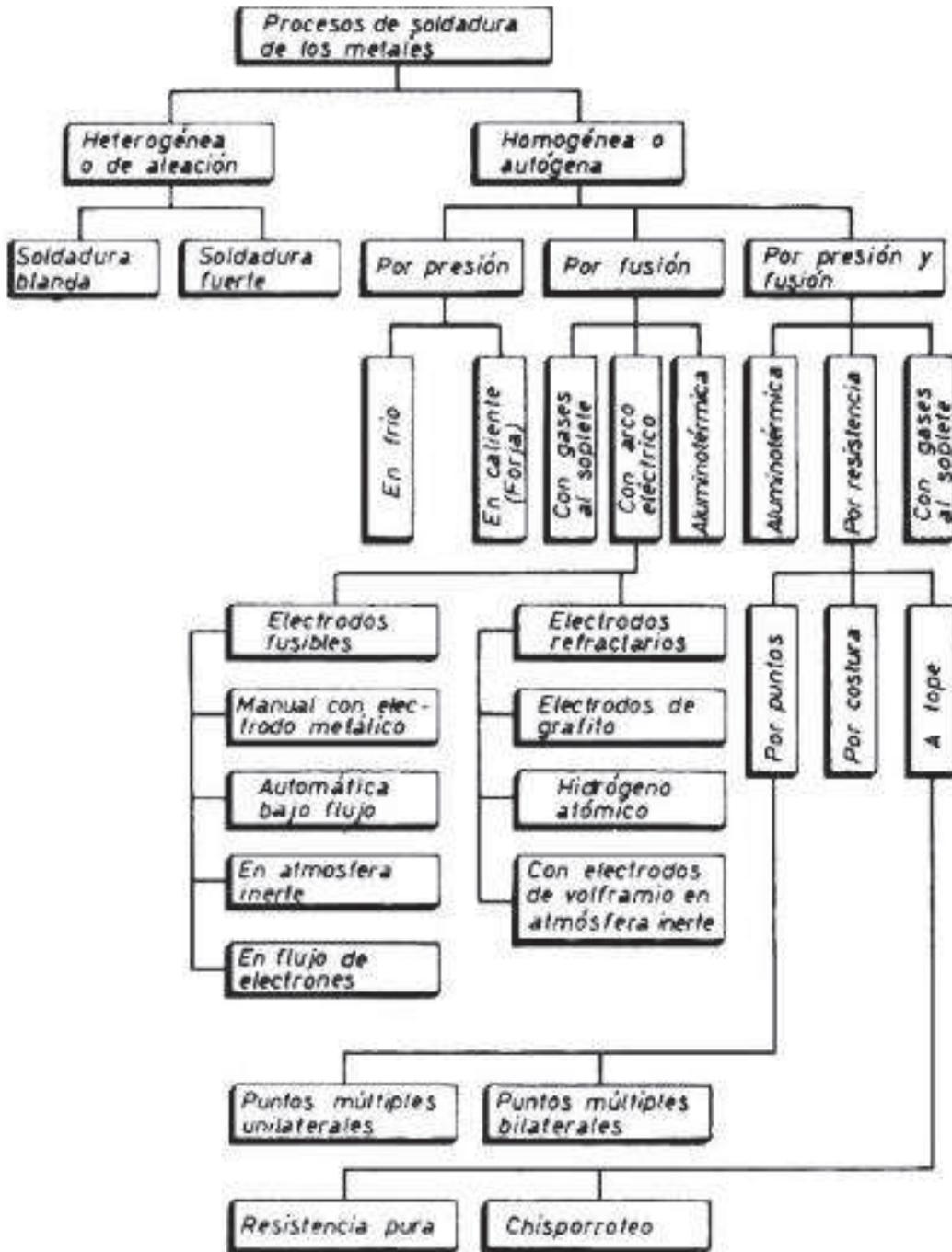
### **1.10 CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA**

Según la American Welding Society (AWS) se pueden distinguir primeramente los siguientes tipos de soldadura:

**Soldadura heterogénea.** Se efectúa entre materiales de distinta naturaleza, con o sin metal de aportación: o entre metales iguales, pero con distinto metal de aportación. Puede ser blanda o fuerte.

**Soldadura homogénea.** Los materiales que se sueldan y el metal de aportación, si lo hay, son de la misma naturaleza. Puede ser oxiacetilénica, eléctrica (por arco voltaico o por resistencia), etc. Si no hay metal de aportación, las soldaduras homogéneas se denominan autógenas.

FIGURA 1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA



Fuente: <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

De los procesos mostrados en el gráfico, en nuestro medios los más empleados son:

### 1.10.1 Soldadura blanda

Esta soldadura de tipo heterogéneo se realiza a temperaturas por debajo de los 400 °C. El material metálico de aportación más empleado es una aleación de estaño y plomo, que funde a 230 °C aproximadamente.

**FIGURA 1.2 SOLDADURA BLANDA**



**Fuente:** <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24704/2013)

### 1.10.2 Soldadura fuerte

También se llama dura o amarilla. Es similar a la blanda, pero se alcanzan temperaturas de hasta 800 °C. Como metal de aportación se suelen usar aleaciones de plata, y estaño (conocida como soldadura de plata); o de cobre y cinc. Como material fundente para cubrir las superficies, desoxidándolas, se emplea el bórax. Un soplete de gas aporta el calor necesario para la unión. La soldadura se efectúa generalmente a tope, pero también se suelda a solape y en ángulo

**FIGURA 1.3 EQUIPO PARA SOLDADURA FUERTE**



**Fuente:** <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

### 1.10.3 Soldadura por presión

La soldadura en frío es un tipo de soldadura donde la unión entre los metales se produce sin aportación de calor. Puede resultar muy útil en aplicaciones en las que sea fundamental no alterar la estructura o las propiedades de los materiales que se unen. Se puede realizar de las siguientes maneras:

- **Por presión en frío o en caliente.** Consiste en limpiar concienzudamente las superficies que hay que unir; y, tras ponerlas en contacto, aplicar una presión sobre ellas hasta que se produzca la unión.
- **Por fricción.** Se hace girar el extremo de una de las piezas y, después, se pone en contacto con la otra. El calor producido por la fricción une ambas piezas por deformación

### 1.10.4 Soldadura oxiacetilénica (con gases al soplete)

El calor aportado en este tipo de soldadura se debe a la reacción de combustión del acetileno ( $C_2H_2$ ): que resulta ser fuertemente exotérmica, pues se alcanzan temperaturas del orden de los 3500 °C.

CUADRO 1: GASES UTILIZADOS EN LA SOLDADURA OXIACETILÉNICA

Denominación del gas	Fórmula química	Densidad con relación al aire	m <sup>3</sup> de O <sub>2</sub> para la combustión de 1 m <sup>3</sup> de gas	Temperatura de combustión, en O <sub>2</sub> , en °C.
Acetileno	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0,9056	2,5	3200
Propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,53	5	2750
Hidrógeno	H <sub>2</sub>	0,0695	0,5	2200
Gas natural (metano)	CH <sub>4</sub>	0,56	2	2000

Fuente: <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

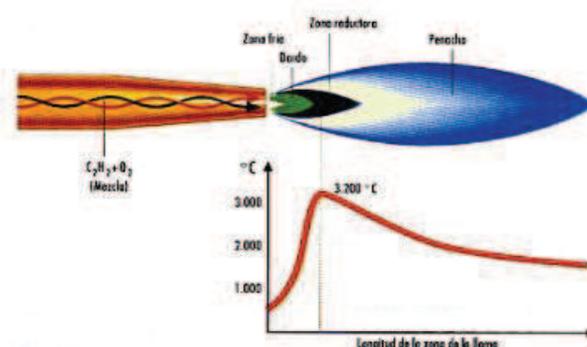
Según: [tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf](http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf), pag. 4 (24/04/2013)

El proceso está dado por la siguiente reacción:



En la llama se distinguen diferentes zonas, claramente diferenciadas: Una zona fría a la salida de la boquilla del soplete donde se mezclan los gases, a continuación el dardo que es la zona más brillante de la llama y tiene forma de tronco de cono, posteriormente se encuentra la zona reductora que es la parte más importante de la llama, donde se encuentra la mayor temperatura (puede llegar a alcanzar los 3150 °C) y por último el penacho o envoltura exterior de la llama.

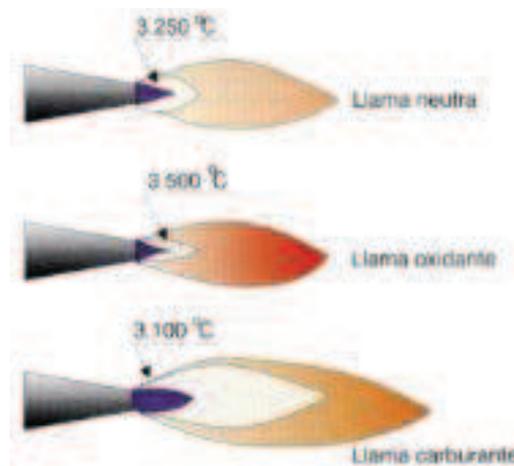
FIGURA 1.4 LLAMA ORIGINADA EN LA SUELDA OXIACETILÉNICA



Fuente: <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

Según la relación oxígeno/acetileno la llama puede ser oxidante si tiene exceso de  $O_2$ , es una llama corta, azulada y ruidosa. Alcanza las máximas temperaturas. Reductora si tiene falta de  $O_2$ , es una llama larga, amarillenta y alcanza menos temperatura. Neutra o normal que es aquella ideal para soldar acero  $O_2/C_2H_2 = 1$  a  $1\frac{1}{4}$ ".

**FIGURA 1. 5 TIPOS DE LLAMAS QUE SE ORIGINADA EN LA SUELDA OXIACETILÉNICA**

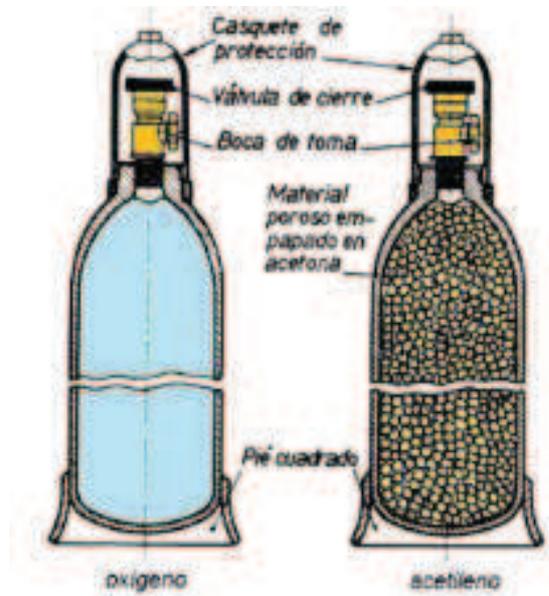


**Fuente:** <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

Para llevar a cabo esta soldadura es necesario disponer de:

- Una botella de acetileno disuelto en acetona (lo que reduce el riesgo de explosiones indeseables). La botella va provista de válvulas de seguridad, de una llave de cierre y reducción de presión y de un manómetro de control de baja y alta presión. O bien, un generador de acetileno, aparato para producir acetileno a partir del  $C_2Ca$  y el agua.

**FIGURA 1.6 TANQUES DE OXÍGENO Y ACETILENO**



**Fuente:** <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

- Una botella de oxígeno a gran presión provista también de manómetros de control de baja y alta presión, y de válvulas de cierre y reducción. La presión de trabajo se consigue abriendo la válvula de cierre por completo, y la de reducción hasta que el manómetro de baja indique la presión adecuada.

**FIGURA 1.7 MANÓMETROS**



**Fuente:** <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

- Como material de aportación se emplean varillas metálicas de la misma composición que el metal que se desea soldar.

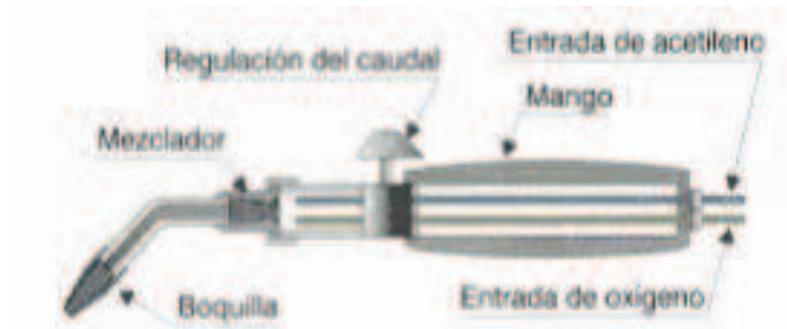
**FIGURA 1.8 EQUIPO PARA LA SUELDA OXIACETILÉNICA**



**Fuente:** <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

- El desoxidante depende de la naturaleza de los metales que se suelden. Suele presentarse en forma de polvo que recubre las varillas del material de aportación.
- Tuberías, por lo general de goma, que conducen el acetileno y el oxígeno hasta el soplete, permitiendo además que éste se pueda mover con facilidad. Suelen ser de distinto color, lo que permite diferenciarlas.
- Soplete. Es el dispositivo en el que se realiza la combustión de la mezcla de acetileno y oxígeno, cuya composición se regula adecuadamente por medio de dos válvulas situadas en la empuñadura. También suele disponer de boquillas intercambiables que permiten trabajar con piezas de distintos grosores

FIGURA 1.9 SOPLETE

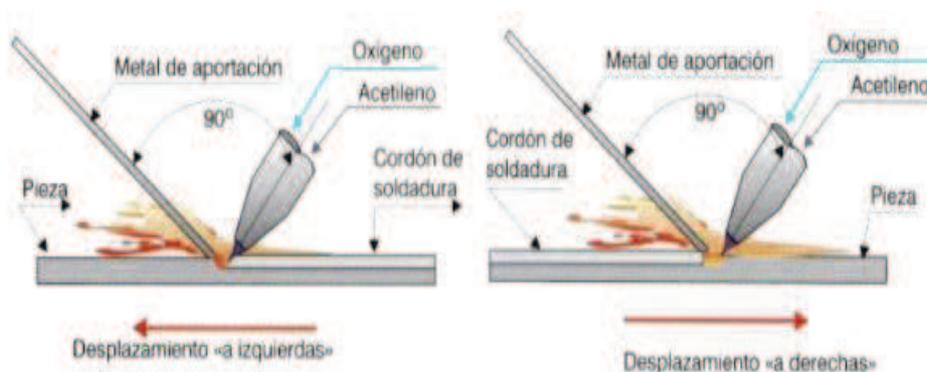


Fuente: <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

- Puesto de trabajo. Suele ser una mesa compuesta por un tablero de material refractario y provisto de un soporte para apoyar el soplete. También suele llevar un tornillo de banco para sujetar piezas pequeñas, así como un recipiente con agua para enfriar las piezas que se sueldan.

El procedimiento de soldeo puede ser a izquierda o a derecha.

FIGURA 1.10 SUELDA OXIACETILÉNICA

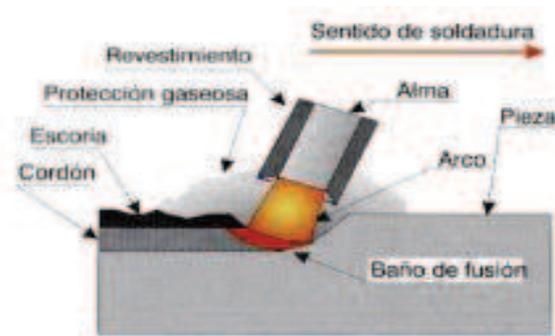


Fuente: <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

### 1.10.5 Soldadura por arco eléctrico

En la actualidad, la soldadura eléctrica resulta indispensable para un gran número de industrias. Es un sistema de reducido coste, de fácil y rápida utilización, resultados perfectos y aplicables a toda clase de metales. Puede ser muy variado el proceso.

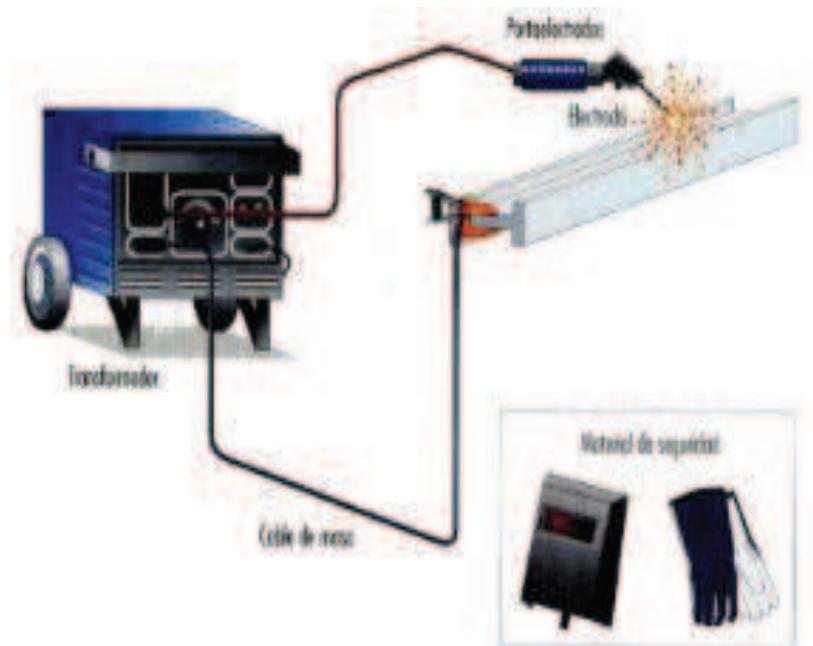
FIGURA 1.11 SUELDA POR ARCO ELÉCTRICO.



Fuente: <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

El procedimiento de soldadura por arco consiste en provocar la fusión de los bordes que se desea soldar mediante el calor intenso desarrollado por un arco eléctrico. Los bordes en fusión de las piezas y el material fundido que se separa del electrodo se mezclan íntimamente, formando, al enfriarse, una pieza única, resistente y homogénea. Al ponerse en contacto los polos opuestos de un generador se establece una corriente eléctrica de gran intensidad. Si se suministra la intensidad necesaria, la sección de contacto entre ambos polos - por ser la de mayor resistencia eléctrica - se pone incandescente. Esto puede provocar la ionización de la atmósfera que rodea a la zona de contacto y que el aire se vuelva conductor, de modo que al separar los polos el paso de corriente eléctrica se mantenga de uno a otro a través del aire

FIGURA 1.12 EQUIPO PARA LA SUELDA POR ARCO ELÉCTRICO



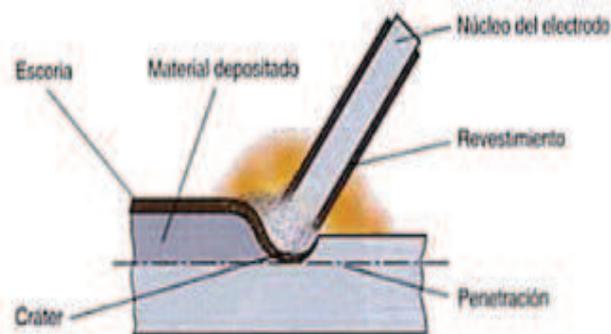
Fuente: <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

Antes de iniciar el trabajo de soldadura se deben fijar las piezas sobre una mesa o banco de trabajo, de manera que permanezcan inmóviles a lo largo de todo el proceso. Durante la operación, el soldador debe evitar la acumulación de escoria, que presenta una coloración más clara que el metal. El electrodo ha de mantenerse siempre inclinado, formando un ángulo de  $15^\circ$  aproximadamente sobre el plano horizontal de la pieza, y comunicar un movimiento lento en zigzag - de poca amplitud, para asegurar una distribución uniforme del metal que se va desprendiendo del electrodo.

El arco eléctrico genera un cráter en la pieza. Es fundamental, para que la soldadura presente una penetración eficaz, tener en cuenta la longitud del arco (distancia entre el extremo del electrodo y la superficie del baño fundido). Si el arco es demasiado pequeño, la pieza se calienta exageradamente y la penetración resulta excesiva; en ese caso, puede llegar a producirse una perforación peligrosa. Por el contrario, si el arco es demasiado largo, se dispersa parte de su calor, y la penetración resulta insuficiente.

El operario soldador ha de ser lo bastante hábil como para mantener el arco a la longitud adecuada. Las temperaturas que se generan son del orden de 3 500 °C

**FIGURA 1.13 ELEMENTOS DE SUELDA POR ARCO ELÉCTRICO**

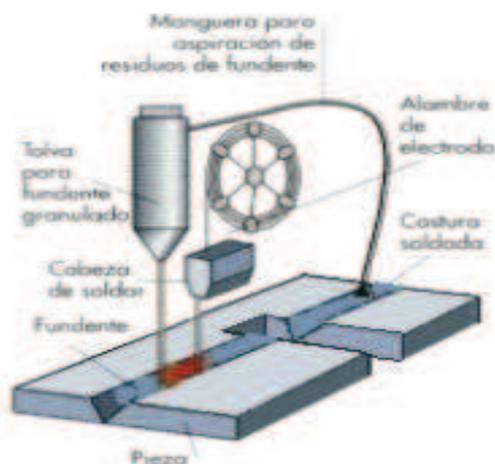


**Fuente:** <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

#### 1.10.6 Soldadura por arco sumergido

Utiliza un electrodo metálico continuo y desnudo. El arco se produce entre el alambre y la pieza bajo una capa de fundente granulado que se va depositando delante del arco. Tras la soldadura se recoge el fundente que no ha intervenido en la operación

**FIGURA 1.14 ELEMENTOS PARA SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO**



**Fuente:** <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

### 1.10.7 Soldadura por arco en atmósfera inerte

Este procedimiento se basa en aislar el arco y el metal fundido de la atmósfera, mediante un gas inerte (helio, argón, hidrógeno, anhídrido carbónico, etc.).

Existen varios procedimientos:

- **Con electrodo refractario (método TIG).**

El arco salta entre el electrodo de Wolframio o tungsteno (que no se consume) y la pieza, el metal de aportación es una varilla sin revestimiento de composición similar a la del metal base

FIGURA 1.15 SOLDADURA POR MÉTODO TIG

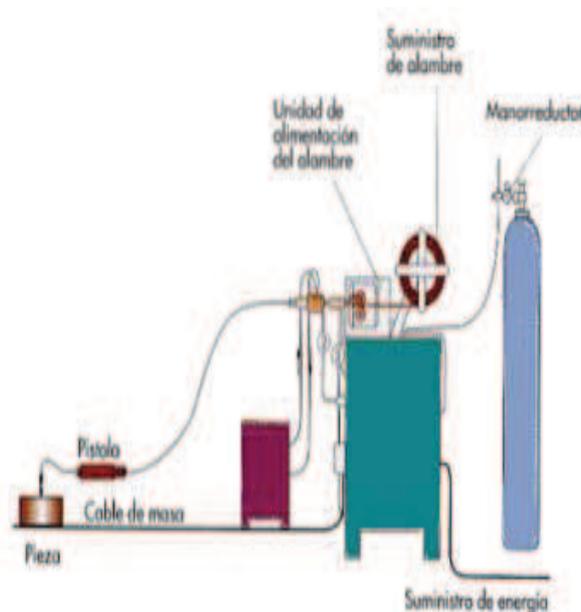


Fuente: <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

- **Con electrodo consumible (método MIG y MAG).**

Aquí se sustituye el electrodo refractario de wolframio por un hilo de alambre continuo y sin revestimiento que se hace llegar a la pistola junto con el gas. Según sea el gas así recibe el nombre, (MIG = Metal Inert Gas) o MAG si utiliza anhídrido carbónico que es más barato.

**FIGURA 1.16 SOLDADURA POR MÉTODO MIG Y MAG**



**Fuente:** <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

### 1.10.8 Soldadura aluminotérmica o con termita

Utiliza como fuente de calor para fundir los bordes de las piezas a unir y metal de aportación el hierro líquido y sobrecalentado que se obtiene de la reacción química que se produce entre el óxido de hierro y el aluminio de la cual se obtiene la alúmina (óxido de aluminio), hierro y una muy alta temperatura.

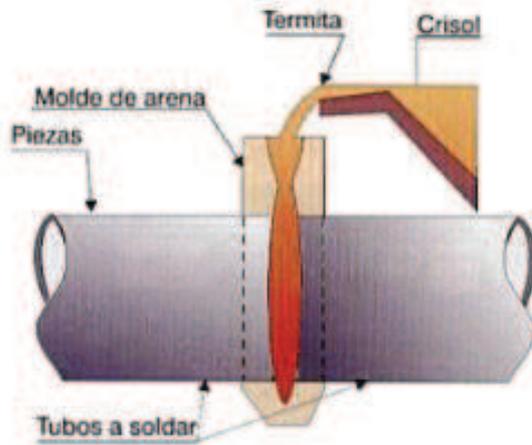
**Según: [tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf](http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf), pag. 9 (24/04/2013)**

Durante el proceso se da la siguiente reacción:



La alúmina forma una escoria en la parte superior de la unión evitando la oxidación. Para efectuar la soldadura se realiza un molde de arena alrededor de la zona de soldadura y se vierte el metal fundido en él.

**FIGURA 1.17 SOLDADURA ALUMINOMÉTRICA**



**Fuente:** <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

#### 1.10.9 Soldadura por resistencia eléctrica

Este tipo de soldadura se basa en el efecto Joule: el calentamiento se produce al pasar una corriente eléctrica a través de la unión de las piezas.

**Según:** [tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf](http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf), pag. 10 (24/04/2013)

El calor desprendido viene dado por la expresión:

$$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t$$

Siendo:

Q = calor (en calorías).

I = intensidad de corriente eléctrica (en amperios).

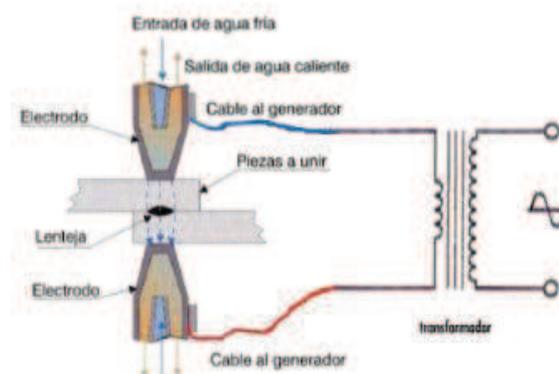
R = resistencia (en ohmios) al paso de la corriente eléctrica.

t = tiempo (en segundos)

La soldadura por resistencia puede realizarse de las siguientes maneras:

- **Por puntos.** Las piezas - generalmente chapas - quedan soldadas por pequeñas zonas circulares aisladas y regularmente espaciadas que, debido a su relativa pequeñez, se denominan puntos. Las chapas objeto de unión se sujetan por medio de los electrodos y, a través de ellos, se hace pasar la corriente eléctrica para que funda los puntos. Cuando se solidifican, la pieza queda unida por estos puntos, cuyo número dependerá de las aplicaciones y de las dimensiones de las chapas que se unen. Este tipo de soldadura por puntos tiene gran importancia en la industria moderna, sobre todo en chapa fina. Se emplea en la fabricación de carrocerías de automóviles, electrodomésticos (por ejemplo, neveras), y en las industrias eléctrica y de juguetería.

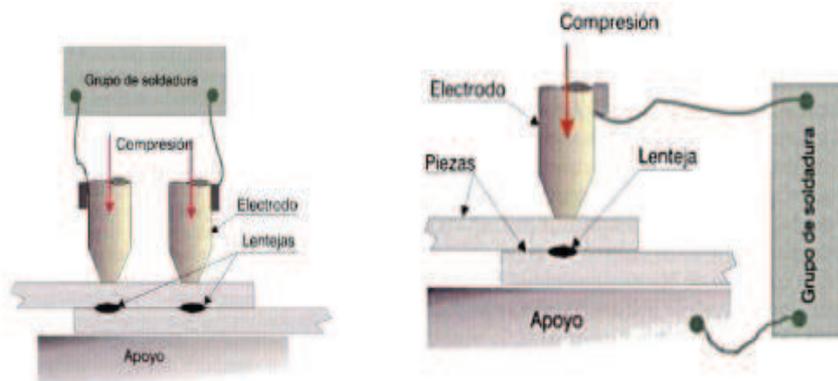
**FIGURA 1.18 SOLDADURA POR PUNTOS**



**Fuente:** <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

Este tipo de soldadura por puntos tiene gran importancia en la industria moderna, sobre todo en chapa fina. Se emplea en la fabricación de carrocerías de automóviles, electrodomésticos (por ejemplo, neveras), y en las industrias eléctrica y de juguetería. Existen algunas variantes de la soldadura por puntos: por puntos individuales, por puntos múltiples, bilateral, unilateral, etc.

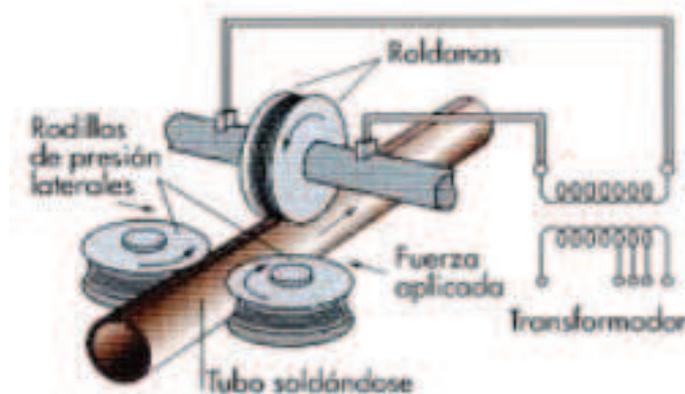
FIGURA 1.19 SOLDADURA POR RESISTENCIA ELÉCTRICA POR PUNTOS



Fuente: <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

- **Por costura.** La soldadura eléctrica por costura se basa en el mismo principio que la soldadura por puntos, pero en este caso las puntas de los electrodos se sustituyen por rodillos, entre los cuales y, presionadas por el borde de éstos, pasan las piezas a soldar. De esta manera se puede electrodos mientras pasa la corriente eléctrica.

FIGURA 1.20 SOLDADURA POR COSTURA

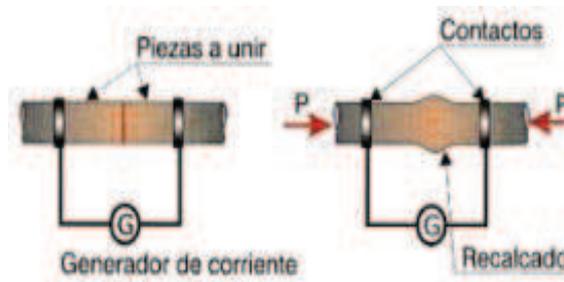


Fuente: <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

- **A tope.** Las dos piezas que hay que soldar se sujetan entre unas mordazas por las que pasa la corriente, las cuales están conectadas a un transformador que

reduce la tensión de red a la de la soldadura. Las superficies que se van a unir, a consecuencia de la elevada resistencia al paso de la corriente que circula por las piezas, se calientan hasta la temperatura conveniente para la soldadura. En este momento se interrumpe la corriente, y se aprietan las dos piezas fuertemente una contra otra. Una variante de este método es no ejercer presión sino dejar que entre las piezas se realicen múltiples arcos eléctricos, llamado por chisporroteo.

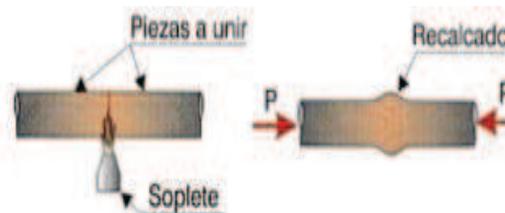
**FIGURA 1.21 SOLDADURA A TOPE**



**Fuente:** <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

También se puede realizar el calentamiento de las zonas a unir con gases y posteriormente ejercer presión (a tope con gases).

**FIGURA 1.22 SOLDADURA POR RESISTENCIA ELÉCTRICA A TOPE**



**Fuente:** <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> (24/04/2013)

En el Anexo # 1 se encuentra la tabla maestra de los procesos de soldadura y las técnicas afines, para una mejor ilustración de los tipos de soldadura.

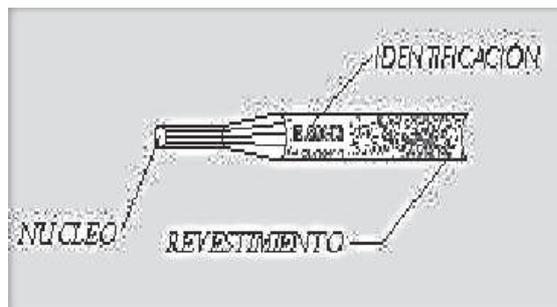
## 1.11 ELECTRODOS

El electrodo es un conductor, en el cual uno de sus extremos actúa como medio de transmisión. Si a un conductor se le aumenta el paso de corriente, se calienta y se funde, al fundirse se desprende en pequeñas gotas que una vez lejos del conductor se solidifica. Si estas gotas las depositaran en otro metal se unirán a este formando una soldadura. En la soldadura casi siempre el material del electrodo es del mismo tipo del metal base, pero en otros casos son diferentes del metal base.

### 1.11.1 Partes del electrodo

Se pueden distinguir tres partes en el electrodo revestido

FIGURA 1.23 PARTES DE UN ELECTRODO



**Fuente:** [www.iescristobaldemonror.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/soldadura.pdf](http://www.iescristobaldemonror.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/soldadura.pdf)  
(24/04/2013)

- **Núcleo del electrodo:** el núcleo del electrodo está constituido por un alambre metálico que conduce la corriente eléctrica y permite establecer el arco eléctrico. El intenso calor del arco hace que se funda progresivamente la punta

del alambre y que en forma de pequeñas gotas se deposite en el cordón de la soldadura, proporcionando así el material de aporte.

El metal del núcleo depende del tipo de metal base que se requiere soldar. El diámetro del electrodo se mide en el núcleo y al mismo tiempo determina la intensidad de corriente que se deben utilizar.

- **Revestimiento del electrodo:** el revestimiento del electrodo cumple diversas funciones:
  1. Estabiliza el arco, facilita el encendido y el mantenimiento constante del arco.
  2. Genera una pantalla de gases de protección que evita la contaminación del cordón por el oxígeno y el nitrógeno del aire.
  3. Proporciona fuentes que elimina los óxidos de impurezas de material y forman escoria que retarda el enfriamiento brusco del cordón.
  4. Determina las condiciones de operación del electrodo.
  5. Determina las características del cordón.
  
- **Identificación:** en muchos lugares del mundo, la identificación de electrodos se efectúa utilizando en primer lugar un nombre comercial, o sea la identificación particular que arbitrariamente le asigna cada fabricante y en cada segundo lugar un nombre genérico el cual se forma siguiendo los lineamientos establecidos por la A. W. S. (Sociedad Americana de Soldadura).

En el Anexo # 2 se encuentra la tabla del campo de aplicación de los electrodos

### 1.11.2 Clasificación de los electrodos

La mayoría de los electrodos para soldadura por arco se clasifican a partir de las propiedades del metal de aporte, que fueron clasificadas y estudiado por un comité asociado a la American Welding Society (A.W.S) y a la American Society Mechanical Engineers (ASME).

Las características mecánicas de los aceros dependen en gran medida del tipo de aleación incorporada durante su fabricación. Por tanto, los electrodos de material de aporte empleados para soldadura se deberán seleccionar en función de la composición química del acero que se vaya a soldar.

Las diferentes características de operación de entre los electrodos existentes en el mercado son atribuidas al revestimiento que cubre al alambre del electrodo. Por otro lado, este alambre es generalmente del mismo tipo, acero al carbón AISI 1010 que tiene un porcentaje de carbono de 0.08-0.12C% para la serie de electrodos más comunes.

Por lo general los aceros se clasifican de acuerdo con su contenido de carbono, esto es, acero de bajo, mediano y alto contenido en carbono.

#### 1.4.2.1 Clasificación de electrodos para aceros al carbono

La especificación AWS A5.1, que se refiere a los electrodos para soldadura de aceros al carbono, trabaja con la siguiente designación para electrodos revestidos:

**E XXYZ - 1 HZR**

Dónde:

**E**, indica que se trata de un electrodo para soldadura eléctrica manual;

**XX**, son dos dígitos (ó tres si se trata de un número de electrodo de cinco dígitos) que designan la mínima resistencia a la tracción, sin tratamiento térmico post soldadura, del metal depositado, en Ksi (Kilo libras/pulgada<sup>2</sup>, como se indican en los ejemplos siguientes:

E 60XX ... 62000 lbs/pulg<sup>2</sup> mínimo (62 Ksi)

E 70XX ... 70000 lbs/pulg<sup>2</sup> mínimo (70 Ksi)

E110XX ... 110000 lbs/pulg<sup>2</sup> mínimo (110 Ksi)

**Y**, el tercer dígito indica la posición en la que se puede soldar satisfactoriamente con el electrodo en cuestión. Así si vale 1 (por ejemplo, E60**1**1) significa que el electrodo es apto para soldar en todas posiciones (plana, vertical, techo y horizontal), 2 si sólo es aplicable para posiciones planas y horizontal; y si vale 4 (por ejemplo E 70**4**8) indica que el electrodo es conveniente para posición plana, pero especialmente apto para vertical descendente.

**Z**, el último dígito, que está íntimamente relacionado con el anterior, es indicativo del tipo de corriente eléctrica y polaridad en la que mejor trabaja el electrodo, e identifica a su vez el tipo de revestimiento, el que es calificado según el mayor porcentaje de materia prima contenida en el revestimiento. Por ejemplo, el electrodo E 6010 tiene un alto contenido de celulosa en el revestimiento, aproximadamente un 30% o más, por ello a este electrodo se le califica como un electrodo tipo celulósico.

**CUADRO 1.2: INTERPRETACIÓN DEL ÚLTIMO DÍGITO, SEGÚN LA CLASIFICACIÓN AWS DE ELECTRODOS:**

Última cifra	Tipo de corriente	Tipo de Revestimiento	Tipo de Arco	Penetración
E XX10	CCPI Polaridad inversa	Orgánico <sup>(1)</sup>	Fuerte	Profunda <sup>(2)</sup>
E XX11	CA ó CCPI Polaridad inversa	Orgánico	Fuerte	Profunda
E XX12	CA ó CCPD Polaridad directa	Rutilo	Mediano	Mediana
E XX13	CA ó CC Ambas polaridades	Rutilo	Suave	Ligera
E XX14	CA ó CCPI Polaridad inversa	Rutilo	Suave	Ligera
E XX15	CCPI Polaridad inversa	Bajo Hidrógeno	Mediano	Mediana
E XX16	CA ó CCPI Polaridad inversa	Bajo Hidrógeno	Mediano	Mediana
E XX17	CCPI Polaridad inversa	Bajo Hidrógeno	Suave	Mediana
E XX18	CA ó CCPI Polaridad inversa	Bajo Hidrógeno	Mediano	Mediana

<sup>(1)</sup> E 6010: Orgánico; E 6020: Mineral; E 6020: CA y CC polaridad directa.

<sup>(2)</sup> E 6010: profunda; E 6020: Media.

**FUENTE:** <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn47.html> (12/06/2013)

Por otro lado, los códigos para designación que aparecen después del guión son opcionales e indican lo siguiente:

**1**, designa que el electrodo (E 7016, E 7018 ó E 7024) cumple con los requisitos de impacto mejorados E y de ductilidad mejorada en el caso E 7024;

**HZ**, indica que el electrodo cumple con los requisitos de la prueba de hidrógeno difusible para niveles de "Z" de 4.8 ó 16 ml de H<sub>2</sub> por 100gr de metal depositado (solo para electrodos de bajo hidrógeno).

**R**, indica que el electrodo cumple los requisitos de la prueba de absorción de humedad a 80°F y 80% de humedad relativa (sólo para electrodos de bajo hidrógeno).

### 1.4.2.2 Clasificación de electrodos para aceros de baja aleación

La especificación AWS A5.5 que se aplica a los electrodos para soldadura de aceros de baja aleación utiliza la misma designación de la AWS A5.1 con excepción de los códigos para designación que aparecen después del guión opcional. En su lugar, utiliza sufijos que constan de una letra o de una letra y un número (por ejemplo A1, B1, B2, C1, G, M, etc.), los cuales indican el porcentaje aproximado de aleación en el depósito de soldadura.

**CUADRO 1.3: PORCENTAJE APROXIMADO DE ALEACIÓN**

A1	0.5% Mo
B1	0.5% Cr, 0.5% Mo
B2	1.25% Cr, 0.5% Mo
B3	2.25% Cr, 1.0% Mo
B4	2.0% Cr, 0.5% Mo
B5	0.5% Cr, 1.0% Mo
C1	2.5% Ni
C2	3.25% Ni
C3	1.0% Ni, 0.35% Mo, 0.15% Cr
D1 y D2	0.25-0.45% Mo, 1.75% Mn
G(*)	0.5% mín. Ni, 0.3% mín. Cr, 0.2% mín Mo, 0.1% mín. V, 1.0% mín Mn

(\*) Solamente se requiere un elemento de esta serie para alcanzar la clasificación G.

FUENTE: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn47.html> (12/06/2013)

A continuación se adjunta una tabla resumen donde se indica el tipo de corriente y revestimiento del electrodo según la norma AWS:

**CUADRO 1.4:****TIPO DE REVESTIMIENTO DEL ELECTRODO, POSICIÓN DE SOLDEO Y CORRIENTE ELÉCTRICA**

Clasificación AWS	Tipo de Revestimiento	Posición de soldeo	Corriente eléctrica
E 6010	Alta celulosa, sodio	F, V, OH, H	CC (+)
E 6011	Alta celulosa, potasio	F, V, OH, H	CA ó CC(+)
E 6012	Alto titanio, sodio	F, V, OH, H	CA, CC (-)
E 6013	Alto titanio, potasio	F, V, OH, H	CA, CC (+) ó CC (-)
E 6020	Alto óxido de hierro	H-Filete	CA, CC (-)
E 6020	Alto óxido de hierro	F	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7014	Hierro en polvo, titanio	F, V, OH, H	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7015	Bajo hidrógeno, sodio	F, V, OH, H	CC (+)
E 7016	Bajo hidrógeno, potasio	F, V, OH, H	CA ó CC (+)
E 7018	Bajo hidrógeno, potasio, hierro en polvo	F, V, OH, H	CA ó CC (+)
E 7018M	Bajo hidrógeno, hierro en polvo	F, V, OH, H	CC (+)
E 7024	Hierro en polvo, titanio	H-Filete, F	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7027	Alto óxido de hierro, hierro en polvo	H-Filete	CA, CC (-)
E 7027	Alto óxido de hierro, hierro en polvo	F	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7028	Bajo hidrógeno, potasio	H-Filete, F	CA ó CC (+)
E 7028	Hierro en polvo		
E 7048	Bajo hidrógeno, potasio	F, V, OH, H	CA ó CC (+)
E 7047	Hierro en polvo	F, V, OH, HV-Descendente	

FUENTE: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn47.html> (12/06/2013)

Según las normas AWS, se utiliza la siguiente simbología para las posiciones de soldeo:

**F:** plana;

**H:** horizontal;

**H-Filete:** filete horizontal;

**V-Descendente:** vertical descendente;

**V:** vertical;

**OH:** techo ó sobrecabeza.

### **1.4.2.3 Clasificación de electrodos para aceros inoxidables**

La especificación AWS A5.4 dicta las normas de clasificación de electrodos para soldar aceros inoxidables. Como los casos anteriores, el sistema de clasificación de estos electrodos también es numérico.

Como muestras de clasificación de estos tipos de electrodos son, por ejemplo, E 308-15, ó E 310-16

Antes de entrar en la explicación del sistema, es conveniente resaltar que los aceros inoxidables sean identificados de acuerdo a lo que indica la AISI. Así por ejemplo, el acero inoxidable AISI 310 corresponde a un acero cuya composición química es del 25% de Cr y el 20% de Ni, entre sus elementos principales.

La especificación AWS A5.4, que se refiere a los electrodos para soldadura de aceros inoxidables, trabaja con la siguiente designación para electrodos revestidos:

**E XXX-YZ**

Dónde:

**E**, indica que se trata de un electrodo para soldadura por arco;

**XXX**, indica la numeración que se corresponde a la Clase AISI de acero inoxidable, para el cual está destinado el electrodo.

**Y**, el penúltimo número indica la posición en que puede utilizarse. Así de los ejemplos E 308-15, ó E 310-16, el "1" indica que el electrodo es apto para todas las posiciones.

**Z**, el último número de los ejemplos anteriores (5 y 6) señala el tipo de revestimiento, la clase de corriente y la polaridad a utilizarse, en la forma siguiente:

**5:** significa que el electrodo tiene un revestimiento alcalino que debe utilizarse únicamente con corriente continua y polaridad inversa (el cable del porta-electrodo al polo positivo);

**6:** significa que el electrodo tiene un revestimiento de titanio, que podrá emplearse con corriente alterna o corriente continua. En caso de utilizarse con corriente continua ésta debe ser con polaridad inversa (el cable del porta-electrodo al polo positivo).

En algunos casos se podrá encontrar que en la denominación del electrodo aparece un índice adicional al final con las letras ELC, que significa que el depósito del electrodo tiene un bajo contenido de carbono (E: extra; L: bajo/low ; C: carbono).

#### ***1.4.2.4 Clasificación de electrodos para metales no ferrosos***

La especificación AWS A5.15 dicta las normas de clasificación de electrodos para soldar metales no ferrosos.

En este caso el sistema de clasificación de estos electrodos es simbólico, es decir, que se indica el símbolo químico del elemento o elementos metálicos predominantes en el análisis del núcleo metálico del electrodo.

El sistema utiliza el prefijo E, que significa que el producto es un electrodo para soldar, seguido de los elementos considerados significativos.

Por ejemplo E Cu Sn A, los símbolos indican que el electrodo está compuesto básicamente de cobre (Cu) y estaño (Sn).

Por último, el caso concreto para soldadura de hierro fundido, la denominación del electrodo termina con las letras CI. Por ejemplos, E ni-CI, E ni Fe-CI, etc.

#### ***1.4.2.5 Clasificación de electrodos y flujos para arco sumergido***

##### **c) Normas para electrodos**

La especificación AWS A5.17 dicta las normas de clasificación de electrodos por proceso de arco sumergido para aceros al carbono. Esta especificación identifica los electrodos con el prefijo E (electrodo para arco eléctrico), seguido de la letra que indica el contenido de manganeso y que puede ser L (bajo), M (medio) ó H (alto). A continuación sigue uno o dos dígitos que dan el contenido nominal de carbono en centésima de porcentaje. Finalmente, algunos electrodos traerán una letra K para significar que es un producto obtenido de un acero calmado al silicio.

Las propiedades mecánicas del depósito dependen del fundente que se use con cada electrodo. La denominación completa del fundente y electrodo puede ser, por ejemplo, la siguiente:

**F6A2 EM12K**

Donde cada término significa:

**F:** Fundente.

**6:** 60.000 Psi de resistencia a la tracción mínima.

**A:** Propiedades mecánicas obtenidas sin tratamiento post soldadura (as welded).

**2:** Resistencia al impacto de 27 mínimo a 20°F.

**E:** Electrodo.

**M:** Contenido medio de manganeso.

**12:** 0.12% de carbono (nominal).

**K:** Acero calmado.

**CUADRO 1.5: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ELECTRODOS**

Electrodo AWS	Composición Química (%)			
	Carbono	Manganeso	Silicio	Otros
EL 8	a 0,10	0,30-0,55	0,05	0,5
EL 8 K	a 0,10	0,30-0,55	0,10-0,20	0,5
EL 12	0,07-0,15	0,35-0,60	0,05	0,5
EM 5 K	0,06	0,90-1,40	0,4-0,7	0,5
EM 12	0,07-0,15	0,85-1,25	0,05	0,5
EM 12 K	0,07-0,15	0,85-1,25	0,15-0,35	0,5
EM 13 K	0,07-0,19	0,90-1,40	0,45-0,70	0,5
EM 15 K	0,12-0,20	0,85-1,25	0,15-0,35	0,5
EH 14	0,10-0,18	1,75-2,25	0,05	0,5

FUENTE: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn47.html> (12/06/2013)

#### **d) Normas para flujos**

La norma para fundentes identifica los flujos con el prefijo F (de flujo), seguido de dos dígitos, que representan los valores medios de resistencia a la tracción y su especificación bajo condiciones de impacto. A continuación se añaden cuatro dígitos

adicionales que representan el electrodo en la combinación para determinar las propiedades.

**CUADRO 1.6:** NORMA PARA FUNDENTES CON EL PREFIJO F

Flujos AWS	Resistencia a la tracción, psi	Límite de fluencia (0,2%), psi	Elongación en 2" %	Charpa-V pie/lb.
F60-XXXX	62000 a 80000	50000	22	No requiere
F61-XXXX				20 a 0°F
F62-XXXX				20 a 20°F
F63-XXXX				20 a 40°F
F64-XXXX				20 a 60°F
F70-XXXX	72000 a 95000	60000	22	No requiere
F71-XXXX				20 a 0°F
F72-XXXX				20 a 20°F
F73-XXXX				20 a 40°F
F74-XXXX				20 a 60°F

FUENTE: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn47.html> (12/06/2013)

#### 1.4.2.6 Clasificación de electrodos para soldaduras al arco con gas

La especificación AWS A5.18 dicta las normas de clasificación del material de aporte para los procesos de soldadura con protección gaseosa (MIG/MAG, TIG y plasma).

**CUADRO 1.7: TABLA REPRESENTATIVA**

AWS Clasificación	Gas Protector	Corriente y Polaridad	Resistencia a la Tracción
<b>GRUPO A: ELECTRODOS DE ACERO DE BAJO CARBONO</b>			
E 60S-I	Argón-Ia 5% O <sub>2</sub>	C.C. Polaridad Inversa	62 000
E 60S-2	Argón-Ia 5% O <sub>2</sub> ó CO <sub>2</sub>	C.C. Polaridad Inversa	62 000
E 60S-3	Argón-Ia 5% O <sub>2</sub> ó CO <sub>2</sub>	C.C. Polaridad Inversa	62 000
E 70S-4	CO <sub>2</sub>	C.C. Polaridad Inversa	72 000
E 70S-5	CO <sub>2</sub>	C.C. Polaridad Inversa	72 000
E 70S-6	CO <sub>2</sub>	C.C. Polaridad Inversa	72 000
E 80S-G	No especifica	No especifica	72 000
<b>GRUPO B: ELECTRODOS DE BAJA ALEACIÓN</b>			
E 70S - IB	CO <sub>2</sub>	C.C. Polaridad Inversa	72 000
E 70S - GB	No especifica	No especifica	72 000
<b>GRUPO C: ELECTRODOS EMISIVOS</b>			
E 70 U-I	Argón-Ia 5% O <sub>2</sub> ó Argón	C.C. Polaridad Directa	72 000
<b>ELECTRODOS TUBULARES</b>			
E 70T-I	CO <sub>2</sub>	C.C. Polaridad Inversa	72 000
E 70T-2	CO <sub>2</sub>	C.C. Polaridad Inversa	72 000
E 70T-3	Ninguno	C.C. Polaridad Inversa	72 000
E 70T-4	Ninguno	C.C. Polaridad Inversa	72 000
E 70T-5	CO <sub>2</sub> Ninguno	C.C. Polaridad Inversa	72 000
E 70T-G	No especifica	No especifica	72 000

**FUENTE:** <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn47.html> (12/06/2013)

En este caso, los electrodos se denominan de la siguiente forma:

**ERXX-SX**

Donde cada término significa lo siguiente:

**E:** indica electrodo para soldadura por arco (sólo caso MIG/MAG).

**R:** indica aporte que funde por un medio diferente que el que conduce la corriente del arco eléctrico (sólo caso TIG y plasma).

**XX:** indica la resistencia a la tracción nominal del depósito de soldadura (igual para todos los casos).

**S:** indica que el electrodo es sólido.

**X:** último número que indica la composición química del electrodo.

## **1.12 SELECCIÓN DE CORRIENTE**

La selección y control de la corriente son aspectos muy importantes en el proceso de soldadura. La cantidad de corriente que fluye a través de un arco es proporcional al calor aplicado a la junta que se va a soldar. Si se incrementa la corriente se obtiene un efecto calorífico mayor del arco. Se pueden encontrar dos tipos de fuentes de poder. Las de corriente alterna y las de corriente continua.

### **1.12.1 Máquinas de corriente alterna**

Como su nombre lo indica, proporcionan un voltaje y corriente alterna. Como su gráfica es senoidal, y el arco depende de la intensidad de la corriente, habrá momentos en que el valor de la corriente es cero; a causa de esto, hay algunos electrodos que no deberían usarse con este tipo de corriente.

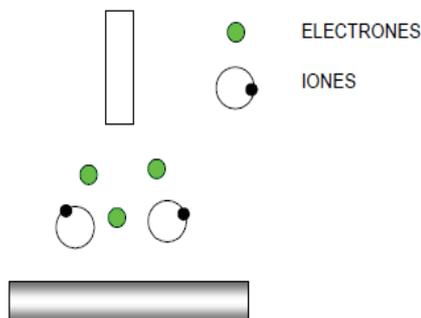
### 1.12.2 Máquinas de corriente continua

Estas máquinas tienen un voltaje directo y por tanto una corriente de tipo directo que fluye en una sola dirección. En la máquina se puede cambiar la polaridad, así que se puede definir cuál será el cátodo y el ánodo dependiendo del tipo de material a soldar.

El tipo de polaridad a escoger depende en muchos casos de lo que ocurre en un arco eléctrico.

Cuando un arco se forma, el gas que está en este arco se ioniza, o sea que los átomos del gas se le salen algunos electrones quedando cargados positivamente llamándose iones positivos y son mucho más pesados que los electrones liberados. En otras palabras en el arco se encuentran juntos electrones con carga negativa y mucho más pequeños que los iones con carga positiva y mucho más pesados.

**FIGURA 1.24 DIAGRAMA DE CORRIENTE CONTINÚA**



**Fuente:** <http://adnervillarroel.files.wordpress.com/2010/07/soldadura-por-arco-electrico.pdf>  
(24/04/2013)

Los iones positivos y pesados se dirigirán hacia el cátodo de la fuente y los electrones hacia el ánodo de la fuente. Los electrones por ser más ágiles y rápidos,

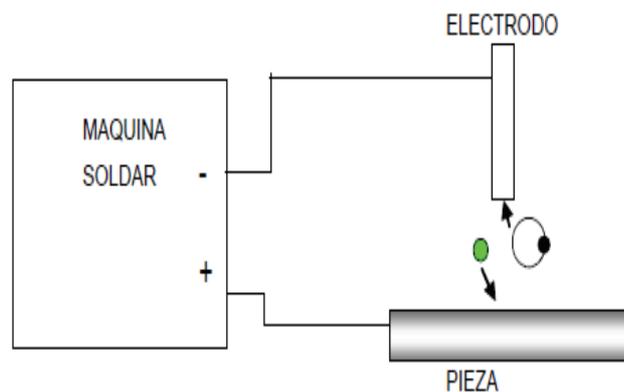
chocarán con el ánodo de la fuente, creando mayor impacto y por tanto mayor calor en la pieza conectada a dicho ánodo.

Los iones positivos mucho más pesados y menos ágiles, en su choque con la pieza conectada al cátodo de la fuente, originaran menos calor. Dependiendo de esto hay dos tipos de conexiones.

### 1.12.3 Conexión de polaridad directa o normal

El electrodo se conecta al polo negativo de la fuente y la pieza al polo positivo fuente. Al formarse el arco, los electrones se dirigen hacia la pieza, y los iones hacia el electrodo. La pieza se calentará mucho más que el electrodo.

**FIGURA 1.25 DIAGRAMA DE POLARIDAD DIRECTA**



**Fuente:** <http://adnervillarroel.files.wordpress.com/2010/07/soldadura-por-arco-electrico.pdf>  
(24/04/2013)

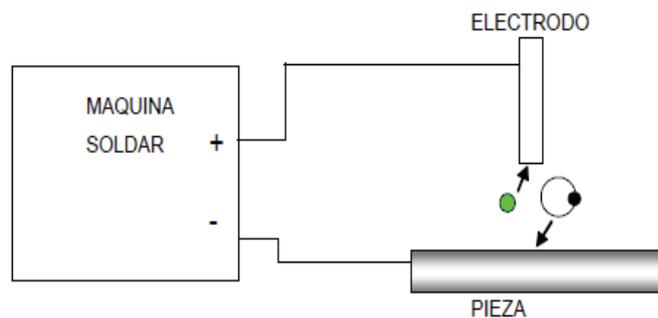
Con la polaridad directa, los electrones golpean la pieza de trabajo a alta velocidad y el material se calienta mucho más rápido que el electrodo. Esta situación es una

ventaja de la soldadura de piezas grandes, debido a que se aplica calor donde se necesita.

#### 1.12.4 Conexión de polaridad inversa

El electrodo se conecta al polo positivo de la fuente y la pieza al polo negativo de la fuente. Al formarse el arco, los electrones se dirigen hacia el electrodo, y los iones hacia la pieza. El electrodo se calentará mucho más que la pieza.

FIGURA 1.26 DIAGRAMA DE POLARIDAD INVERSA



**Fuente:** <http://adnervillarroel.files.wordpress.com/2010/07/soldadura-por-arco-electrico.pdf>  
(24/04/2013)

Esta situación es recomendable para soldar piezas delgadas. Muchas operaciones de soldadura se hacen con corriente directa, debido a que se puede manejar en todas las situaciones de trabajos; ordinariamente suministra un arco más estable. Si bien no se puede hacer todo el trabajo con corriente alterna, cerca del 90% de todos los trabajos puede hacerse con ella y por otro lado, el equipo es más sencillo y barato que el de corriente directa.

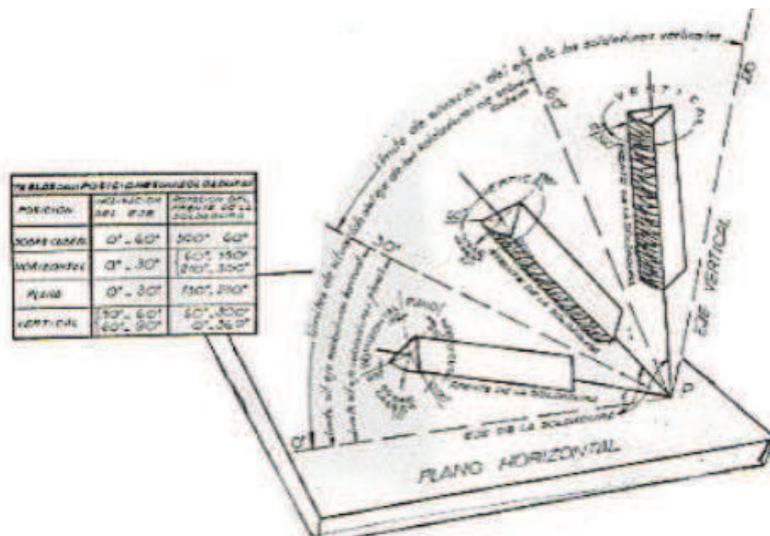
### 1.13 POSICIONES DE SOLDADURA

Las posiciones de soldadura, se refieren exclusivamente a la posición del eje de la soldadura en los diferentes planos a soldar. Básicamente son cuatro las posiciones de soldar y todas exigen un conocimiento y dominio perfecto del soldador para la ejecución de una unión soldadura.

En la ejecución del cordón de soldadura eléctrica, aparecen piezas que no pueden ser colocadas en posición cómoda. Según el plano de referencia fueron establecidas las cuatro posiciones siguientes:

1. POSICIÓN PLANA O DE NIVEL
2. POSICIÓN HORIZONTAL
3. POSICIÓN VERTICAL
4. POSICIÓN SOBRE CABEZA

FIGURA 1.27 POSICIONES PARA SOLDAR



Fuente: <http://galvec.com/curso.soldar.arco.pdf> (12/06/2013)

En el Anexo # 3 encontraremos la ilustración de las posiciones de soldadura básicas y sus variantes

#### **1.13.1 Posición plana o de nivel**

Es aquella en que la pieza recibe la soldadura colocada en posición plana a nivel. El material adicional viene del electrodo que está con la punta para abajo, depositando el material en ese sentido.

#### **1.13.2 Posición horizontal:**

Es aquella en que las aristas o cara de la pieza a soldar está colocada en posición horizontal sobre un plano vertical. El eje de la soldadura se extiende horizontalmente.

#### **1.13.3 Posición vertical**

Es aquella en que la arista o eje de la zona a soldar recibe la soldadura en posición vertical, el electrodo se coloca aproximadamente horizontal y perpendicular al eje de la soldadura.

#### 1.13.4 Posición sobre la cabeza

La pieza colocada a una altura superior a la de la cabeza del soldador, recibe la soldadura por su parte inferior. El electrodo se ubica con el extremo apuntando hacia arriba verticalmente. Esta posición es inversa a la posición plana o de nivel.

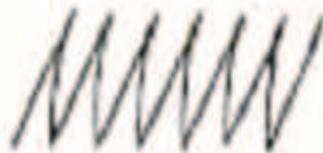
#### 1.13.5 Movimientos del electrodo

Esta denominación abarca a los movimientos que se realizan con el electrodo a medida que se avanza en una soldadura; estos movimientos se llaman de oscilación, son diversos y están determinados principalmente por la clase de electrodo y la posición de la unión.

##### 1.13.5.1 Movimiento de zig - zag (longitudinal)

Es el movimiento zigzagueante en línea recta efectuado con el electrodo en sentido del cordón. Este movimiento se usa en posición plana para mantener el cráter caliente y obtener una buena penetración. Cuando se suelda en posición vertical ascendente, sobre cabeza y en juntas muy finas, se utiliza este movimiento para evitar acumulación de calor e impedir así que el material aportado gotee.

FIGURA 1.28 MOVIMIENTO DE ZIG – ZAG

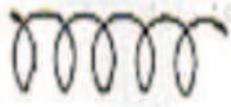


Fuente: <http://galvec.com/curso.soldar.arco.pdf> (12/06/2013)

### 1.13.5.2 Movimiento circular

Se utiliza esencialmente en cordones de penetración donde se requiere poco depósito; su aplicación es frecuente en ángulos interiores, pero no para relleno de capas superiores. A medida que se avanza, el electrodo describe una trayectoria circular.

FIGURA 1.29 MOVIMIENTO CIRCULAR

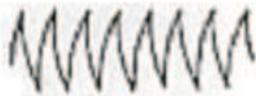


Fuente: <http://galvec.com/curso.soldar.arco.pdf> (12/06/2013)

### 1.13.5.3 Movimiento semicircular

Garantiza una fusión total de las juntas a soldar. El electrodo se mueve a través de la junta, describiendo un arco o media luna, lo que asegura la buena fusión en los bordes. Es recomendable, en juntas chaflanadas y recargue de piezas.

FIGURA 1.30 MOVIMIENTO SEMICIRCULAR



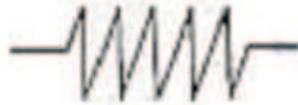
Fuente: <http://galvec.com/curso.soldar.arco.pdf> (12/06/2013)

### 1.13.5.4 Movimiento en zig - zag (transversal)

El electrodo se mueve de lado a lado mientras se avanza. Este movimiento se utiliza principalmente para efectuar cordones anchos. Se obtiene un buen acabado en sus bordes, facilitando que suba la escoria a la superficie, permite el escape de los gases

con mayor facilidad y evita la porosidad en el material depositado. Este movimiento se utiliza para soldar en toda posición.

**FIGURA 1.31 MOVIMIENTO ZIG – ZAG (TRANSVERSAL)**

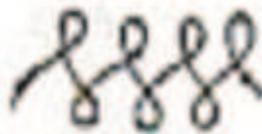


Fuente: <http://galvec.com/curso.soldar.arco.pdf> (12/06/2013)

#### **1.13.5.5 Movimiento entrelazado**

Este movimiento se usa generalmente en cordones de terminación, en tal caso se aplica al electrodo una oscilación lateral, que cubre totalmente los cordones de relleno. Es de gran importancia que el movimiento sea uniforme, ya que se corre el riesgo de tener una fusión deficiente en los bordes de la unión.

**FIGURA 1.32 MOVIMIENTO ENTRELAZADO**



Fuente: <http://galvec.com/curso.soldar.arco.pdf> (12/06/2013)

### **1.14 SEGURIDAD EN LA SOLDADURA**

La soldadura como otro tipo de trabajos industriales pesados, tiene un cierto número de posibles peligros para la seguridad. Estos peligros no tienen por qué causar ningún

herido. Aprender a trabajar de manera segura con estos peligros es tan importante como aprender a ser un soldador experto.

**FIGURA 1. 33 EQUIPO DE SEGURIDAD**



**Fuente:**

[http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http://hogar.comohacerpara.com/publico/imagenes/bba789\\_seguridad-soldar.jpg](http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http://hogar.comohacerpara.com/publico/imagenes/bba789_seguridad-soldar.jpg) (24/04/2013)

Los peligros relacionados con la soldadura suponen una combinación poco habitual de riesgos contra la salud y la seguridad. Por su propia naturaleza, la soldadura

produce humos y ruido, emite radiación, hace uso de electricidad o gases y puede provocar quemaduras, descargas eléctricas, incendios y explosiones.

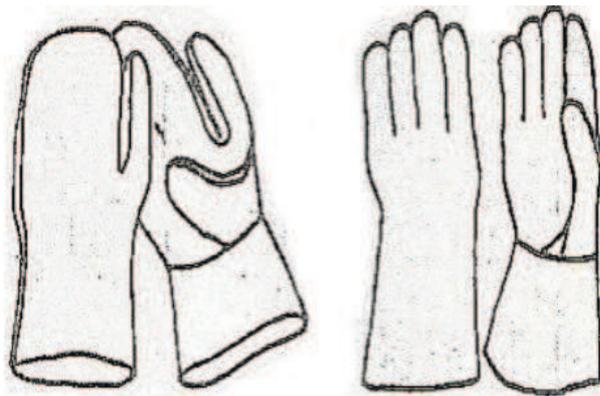
#### 1.14.1 Ropa de trabajo general

Está constituido por elementos confeccionados en cuero, y son usados por el soldador para protegerse de las partículas incandescentes, del calor y de las irradiaciones producidas por el arco eléctrico.

##### *1.14.1.1 GUANTES*

Son de cuero o asbesto y su objetivo es cubrir gran parte del antebrazo, a fin de proteger del calor excesivo y de las partículas incandescentes. Debe evitarse tomar piezas muy calientes ya que el cuero se deforma.

**FIGURA 1. 34 GUANTES**

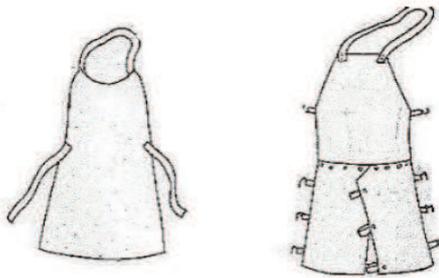


Fuente: <http://galvec.com/cursosoldar.arco.pdf> (12/06/2013)

### **1.14.1.2 DELANTAL O COLETO**

Es de forma común o con protector para piernas. Su objetivo es proteger le parte anterior del cuerpo de las proyecciones incandescentes.

**FIGURA 1. 35 DELANTAL**

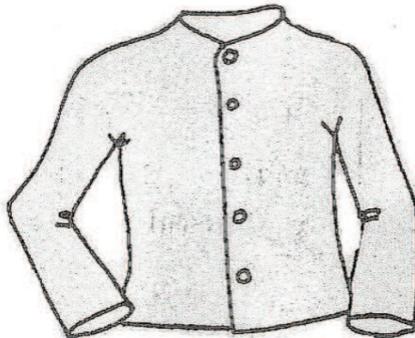


Fuente: <http://galvec.com/curso.soldar.arco.pdf> (12/06/2013)

### **1.14.1.3 CASACA**

Se utiliza para proteger especialmente la parte del pecho y los brazos. Su uso es frecuente cuando se realizan soldaduras en posición vertical, horizontal y sobre cabeza.

**FIGURA 1. 36 CASACA**

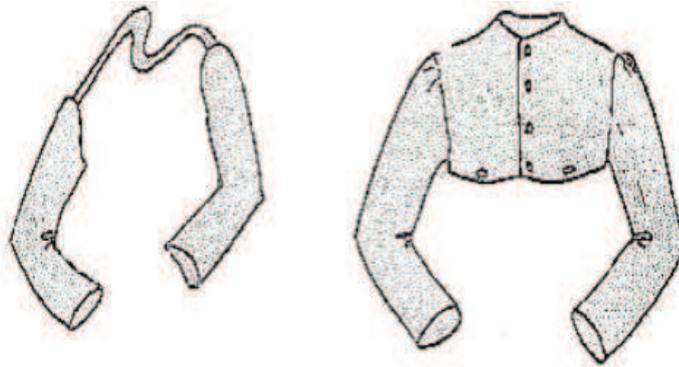


Fuente: <http://galvec.com/curso.soldar.arco.pdf> (12/06/2013)

#### ***1.14.1.4 MANGAS***

Esta vestimenta tiene por objeto proteger solamente los brazos del soldador. Tiene mayor uso en soldaduras que se realizan en el banco de trabajo y en posición plana. Existe otro tipo de manga en forma de chaleco que cubre a la vez parte del pecho del soldador.

**FIGURA 1. 37 MANGAS**



**Fuente:** <http://galvec.com/curso.soldar.arco.pdf> (12/06/2013)

#### ***1.14.1.5 POLAINAS***

Este elemento se utiliza para proteger parte de la pierna y los pies del soldador. Las polainas pueden ser reemplazadas por botas altas y lisas con puntera de acero.

**FIGURA 1. 38 POLAINAS**

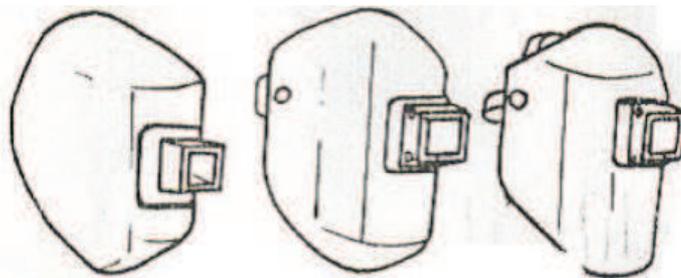


Fuente: <http://galvec.com/curso.soldar.arco.pdf> (12/06/2013)

#### **1.14.1.6 MÁSCARA DE SOLDAR**

La máscara de protección está fabricada en fibra de vidrio o fibra prensada, y tiene una mirilla en la cual se coloca un vidrio neutralizador llamado Vidrio Inactínico, protegido por otros vidrios protectores transparentes. Se usa para impedir la acción de las radiaciones del arco eléctrico y además proteger la cara del soldador

**FIGURA 1. 39 MÁSCARA DE SOLDAR**



Fuente: <http://galvec.com/curso.soldar.arco.pdf> (12/06/2013)

En máscaras de soldar existen diferentes diseños, hay también máscaras combinadas con un casco de seguridad para realizar trabajos en construcciones y con adaptaciones

para proteger los ojos cuando haya que limpiar la escoria. Las pantallas de mano tienen aplicación en trabajos de armado y punteado por soldadura; su uso no es conveniente en altura o donde el operario requiera sus dos manos para el trabajo.

## **CAPITULO II**

### **ANALISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACION**

#### **1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN BENEFICIARIA**

En Cotopaxi el anhelado sueño de tener una institución de Educación Superior se alcanza el 24 de enero de 1995. Las fuerzas vivas de la provincia lo hacen posible, después de innumerables gestiones y teniendo como antecedente la Extensión que creó la Universidad Técnica del Norte.

El local de la UNE-C fue la primera morada administrativa; luego las instalaciones del colegio Luis Fernando Ruiz que acogió a los entusiastas universitarios; posteriormente el Instituto Agropecuario Simón Rodríguez, fue el escenario de las actividades académicas: para finalmente instalarnos en casa propia, merced a la adecuación de un edificio a medio construir que estaba destinado a ser Centro de Rehabilitación Social.

En la actualidad son cinco hectáreas las que forman el campus y 82 las del Centro Experimentación, Investigación y Producción Salache.

### **2.1.1 MISIÓN**

La Universidad "Técnica de Cotopaxi", es pionera en desarrollar una educación para la emancipación; forma profesionales humanistas y de calidad; con elevado nivel académico, científico y tecnológico; sobre la base de principios de solidaridad, justicia, equidad y libertad, genera y difunde el conocimiento, la ciencia, el arte y la cultura a través de la investigación científica; y se vincula con la sociedad para contribuir a la transformación social-económica del país.

### **2.1.2 VISIÓN**

En el año 2015 seremos una universidad acreditada y líder a nivel nacional en la formación integral de profesionales críticos, solidarios y comprometidos en el cambio social; en la ejecución de proyectos de investigación que aporten a la solución de los problemas de la región y del país, en un marco de alianzas estratégicas nacionales e internacionales; dotada de infraestructura física y tecnología moderna, de una planta docente y administrativa de excelencia; que mediante un sistema integral de gestión le permite garantizar la calidad de sus proyectos y alcanzar reconocimiento social.

### **2.1.3 ANALISIS DE LA INSTITUCIÓN**

Al ser una universidad pública, laica y gratuita, con plena autonomía, desarrolla una educación liberadora, para la transformación social, que satisface las demandas de formación y superación profesional, apoyando el avance científico-tecnológico de la sociedad, en el desarrollo cultural, universal y ancestral de la población ecuatoriana.

Busca ser una fuente generadora de ciencia, investigación y tecnología con sentido: humanista, de equidad, de conservación ambiental, de compromiso social y de reconocimiento de la interculturalidad; para ello, desarrolla la actividad académica de calidad, potencia la investigación científica y se vincula fuertemente con la colectividad y lidera una gestión participativa y transparente, con niveles de eficiencia, eficacia y efectividad, para lograr una sociedad justa y equitativa.

Apoyando ideas que mejoren la capacitación profesional de sus alumnos; como es el caso del presente proyecto; debido a que la asignatura de soldadura es una de las más extensas y la más aplicada en la vida profesional de los estudiantes.

Por esta razón y con los avances técnicos que tienen los procesos de soldadura, las guías buscan ser uno de los mecanismos para mejorar las prácticas en el taller de mecánica y fomentar de esta manera un mejor aprendizaje de los alumnos de las Carreras de Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Industrial.

## **2. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo de la presente investigación se emplearon los siguientes métodos

### **2.2.1 Método Científico**

Según Bonilla y Rodríguez (2000), “el método científico se entiende como el conjunto de postulaciones, reglas y normas para el estudio y la solución de los problemas de investigación, institucionalizados por la denominada comunidad científica reconocida.” Pág. 58

Los científicos emplean el método científico como una forma planificada de trabajar. Sus logros son acumulativos y han llevado a la Humanidad al momento cultural actual.

Al ser el método científico un conjunto de etapas y reglas que señalan el procedimiento para llevar a cabo una investigación, nos permite conocer los pasos para culminar con éxitos el presente proyecto.

### **2.2.2 Método Analítico**

Según Bonilla y Rodríguez (2000):

**El análisis de un objetivo significa comprender sus características a través de las partes que lo integran, es hacer una separación de sus componentes y observar periódicamente cada uno de ellos al fin de identificar tanto su dinámica particular como las relaciones de correspondencia que guardan entre sí y dan origen a las características generales que se requiere conocer. Pág. 60**

Este método nos permite separar nuestra investigación en partes, para ejecutarlas de forma individual

## **3. TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

Dentro de las técnicas utilizadas tenemos la encuesta y el cuestionario

### **2.3.1 Encuesta**

Según Ruiz, L. (2008),

**Una encuesta es un estudio observacional en el cual el investigador no modifica el entorno ni controla el proceso que está en observación (como sí lo hace en un experimento). Los datos se obtienen a partir de realizar un conjunto de preguntas normalizadas, dirigidas a una representativa o al conjunto total de la población estadística en estudio, formada a menudo por persona, empresas o entes institucionales, con el fin de conocer estados de opinión, características o hechos específicos. El investigador debe seleccionar las preguntas más convenientes, de acuerdo con la naturaleza de la investigación. Pag. 255**

Es la mejor técnica para recopilar la información de los favorecidos del presente proyecto, ya que sin ellos el mismo no podría llevarse a cabo.

### **2.3.2 Cuestionario**

Según Cesar Bernal (2010)

**El cuestionario es un género escrito que pretende acumular información por medio de una serie de preguntas sobre un tema determinado para, finalmente, dar puntuaciones globales sobre éste. De tal manera que, podemos afirmar que es un instrumento de investigación que se utiliza para recabar, cuantificar, universalizar y finalmente, comparar la información recolectada. Como herramienta, el cuestionario es muy común en todas las áreas de estudio porque resulta ser una forma muy costosa de investigación, que permite llegar a un mayor número de**

**participantes y facilita el análisis de la información. Por ello, este género textual es uno de los más utilizados por los investigadores a la hora de recolectar la información. Pag. 250**

Al ser un banco de preguntas bien diseñado nos permite generar los datos necesarios para alcanzar los objetivos del proyecto de investigación.

## 2.4 POBLACIÓN

Para el presente proyecto la población está constituida por los Docentes encargados de la asignatura de soldadura y alumnos que cursan el séptimo y octavo ciclo de la Carrera de Electromecánica y la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

En la siguiente tabla se detallan la población antes mencionada.

**TABLA 2.1: Detalle de la población**

<b>DETALLE</b>	<b>NÚMERO DE PERSONAS</b>
Docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi	3
Alumnos de la Carrera de Ingeniería Electromecánica	61
Alumnos de la Carrera de Ingeniería Industrial	30
<b>TOTAL</b>	<b>94</b>

**Fuente:** Universidad Técnica de Cotopaxi

**Responsable:** Postulantes (29/04/2013)

Dando una población (N) de 94 personas.

## 2.5 MUESTRA

La muestra se calcula en base a la siguiente fórmula.

$$n = \frac{PQ * N}{(N - 1) \left(\frac{E}{K}\right)^2 + PQ}$$

DONDE:

**n**= Tamaño de la muestra

(0.25) Coeficiente de muestreo

**PQ** = 0.25

**N** = Población.

**E** = 0.1 Error que se admite al calcular (1% a 10%)

**K** = 2 Constante de corrección para métrica (2)

Aplicación de la fórmula

$$n = \frac{0,25 * 94}{(94 - 1) \left(\frac{0,1}{2}\right)^2 + 0,25}$$

La muestra para este proyecto es de  $n = 49$

En el Anexo # 4 se encuentra el modelo de la encuesta

## 2.6 TABULACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS A LOS DOCENTES Y ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

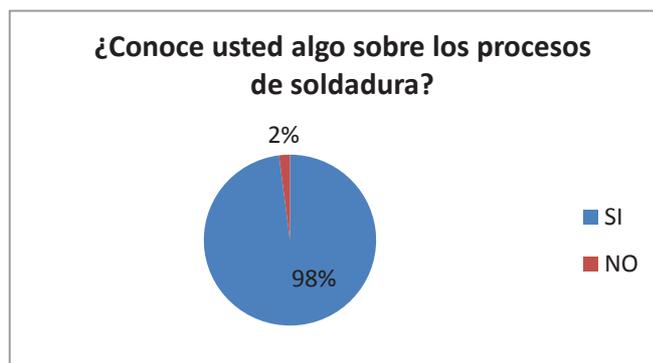
### 1. ¿Conoce usted sobre los procesos de soldadura?

**Tabla 2.1: Pregunta 1**

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	48	98%
NO	1	2%
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>

Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi  
 Responsable: Postulantes (09/10/2013)

**GRÁFICO 2.1.**



Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi  
 Responsable: Postulantes (09/10/2013)

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Del total de los docentes y estudiantes encuestados en la Universidad Técnica de Cotopaxi, el 98% tiene conocimientos sobre los procesos de soldadura, mientras el 2% desconoce sobre el tema de forma parcial o total, tal vez por falta de formación académica.

2. ¿Necesita usted profundizar sus conocimientos en las técnicas de soldadura?

Tabla 2.2: Pregunta 2

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	49	100%
NO	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>

Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi  
Responsable: Postulantes (09/10/2013)

GRÁFICO 2.2: Pregunta 2



Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi  
Responsable: Postulantes (09/10/2013)

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

En este caso tenemos que el 100% de los encuestados necesitan profundizar los conocimientos en las técnicas de soldadura, debido a que este tema es muy amplio y acapara gran cantidad de actividades.

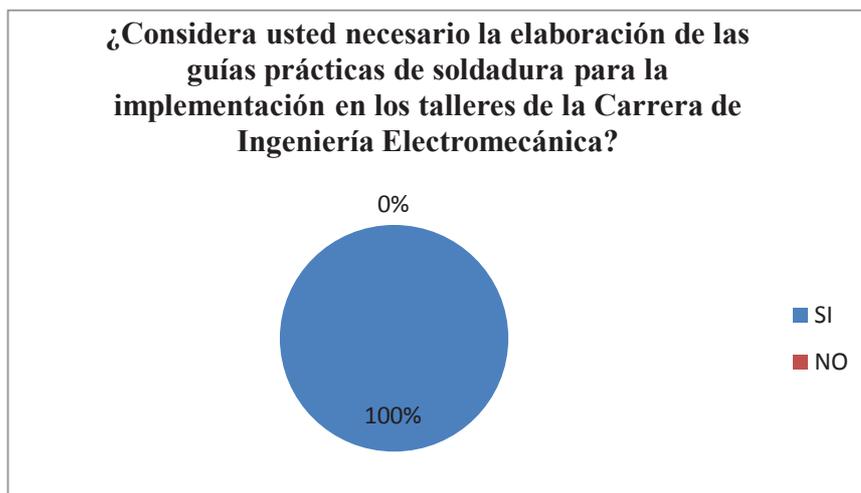
3. **¿Considera usted necesario la elaboración de las guías prácticas de soldadura para la implementación en los talleres de la Carrera de Ingeniería Electromecánica?**

**Tabla 2.3: Pregunta 3**

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	49	100%
NO	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>

Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi  
 Responsable: Postulantes (09/10/2013)

**GRÁFICO 2.3: Pregunta 3**



Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi  
 Responsable: Postulantes (09/10/2013)

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

El 100% de los encuestados consideran que si es necesario la elaboración de las guías prácticas de soldadura para la implementación en los talleres de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, para de esta manera reforzar los métodos de enseñanza.

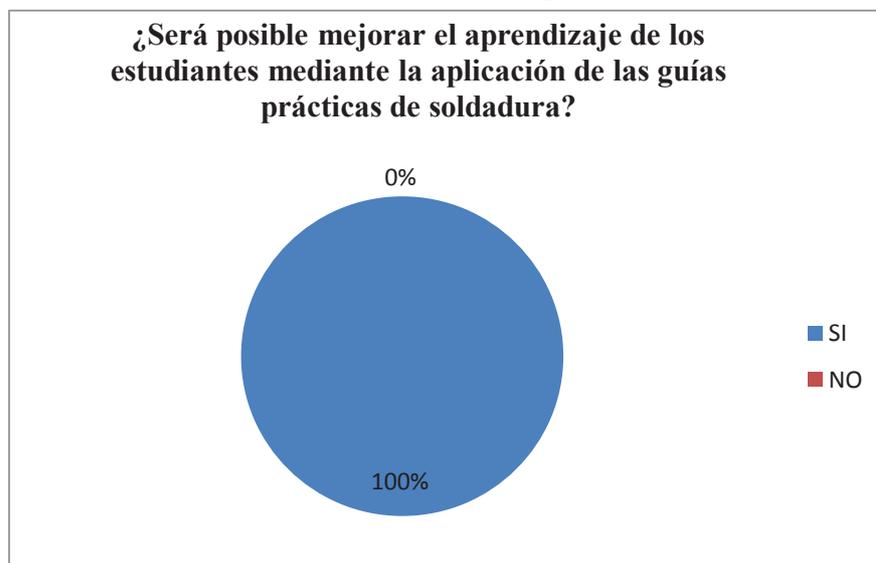
4. ¿Será posible mejorar el aprendizaje de los estudiantes mediante la aplicación de las guías prácticas de soldadura?

Tabla 2.4: Pregunta 2.4

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	49	100%
NO	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>

Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi  
Responsable: Postulantes (09/10/2013)

GRÁFICO 2.4: Pregunta 4



Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi  
Responsable: Postulantes (09/10/2013)

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

El 100% de los encuestados consideran mejorar el aprendizaje de los estudiantes mediante la aplicación de las guías prácticas de soldadura, y de esta manera poner en práctica los conocimientos teóricos.

**5. ¿Cree usted que este tipo de proyecto será factible para la universidad?**

**Tabla 2.5: Pregunta 5**

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	49	100%
NO	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Universidad Técnica de Cotopaxi  
**Responsable:** Postulantes (09/10/2013)

**GRÁFICO 2.5: Pregunta 5**



**Fuente:** Universidad Técnica de Cotopaxi  
**Responsable:** Postulantes (09/10/2013)

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

Al encuestar a los docentes y estudiantes sobre la factibilidad del proyecto en la Universidad Técnica de Cotopaxi, el 100% de los encuestados están de acuerdo en que se desarrolle el mismo; debido a que esta no cuenta con un manual de este tipo.

## **2.7 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

### **2.7.1 Manifiesto de la hipótesis**

Mediante la realización de las guías prácticas para la aplicación de las técnicas de soldadura y su aplicación en los talleres, se obtendrá un mejor aprovechamiento en los conocimientos de los estudiantes de la Carrera de Electromecánica.

### **2.7.2 Argumento**

Con los resultados obtenidos al aplicar las encuestas a los docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se ha demostrado la imperiosa necesidad de elaborar las guías prácticas para la aplicación de las técnicas de soldadura, las mismas que van a ser utilizadas en la realización de las prácticas de la signatura.

### **2.7.3 Decisión**

Luego de analizar los resultados estadísticos de las encuestas realizadas a los docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se logra concluir que el 100% de los encuestados, están de acuerdo con la elaboración de las guías prácticas para la aplicación de las técnicas de soldadura, a ser aplicadas en la realización de las diferentes prácticas en el taller de mecánico, son de gran importancia ya que los estudiantes de la Carrera de Ingeniería

Electromecánica y afines, lograrían complementar sus conocimientos teóricos y habilidades en soldar, debido a que esta es una de las actividades más primordial dentro de su formación profesional.

De esta manera se ratifica la hipótesis planteada al inicio de la investigación y esta permite recoger la información necesaria para elaborar las guías prácticas para la aplicación de las técnicas de soldadura.

## **CAPITULO III**

### **PROPUESTA**

#### **3.1 JUSTIFICACION**

El propósito de estas guías para prácticas en la asignatura de Taller Mecánico, es, establecer una sistematización en el contenido de los procedimientos de soldadura, los mismos que contribuyan a la elaboración de cuestionarios dirigidos a evaluar los conocimientos previos a las prácticas estudiantiles, y actividades que orienten a la formación de nuevos profesionales.

Debido a que las prácticas tradicionales llevan al alumno a una repetición mecánica que le impide fusionar este aprendizaje con los contenidos conceptuales. La simple receta manipulativa no proporciona a los alumnos la ocasión de emitir hipótesis o de analizar críticamente los resultados.

Los estudiantes a menudo ejecutan las actividades teniendo sólo una ligera idea de lo que están haciendo, sin apenas comprender el objetivo o las razones que han llevado a escoger tal o cual práctica, con escaso entendimiento de los conceptos.

Al tener una guía de prácticas de los procesos de soldadura se podrá establecer una sistematización del contenido de los procedimientos y así acortar el tiempo de preparación para la práctica.

En este contexto, el presente trabajo busca ser una herramienta con la información necesaria y suficiente para que los estudiantes puedan complementar la enseñanza teórica de los procesos de soldadura, que se imparte en las Carreras de Ingeniería Electromecánica e Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

## **3.2 OBJETIVOS**

### **3.2.1 Objetivo General**

- Elaborar guías de prácticas de soldadura, mediante la aplicación de las técnicas de soldadura para ser usada en el taller de mecánica de la Carrera de Ingeniería Electromecánica

### **3.2.2 Objetivos Específicos**

- Presentar información bibliográfica de cada una de las técnicas de soldadura en el marco teórico de cada una de las prácticas
- Aplicar las diferentes técnicas de soldadura a ser empleadas en cada práctica
- Aplicar las normas ASME, AWS, ANSI Z49.1. para la ejecución de cada una de las prácticas
- Elaborar la guía para fortalecer los conocimientos teórico – prácticos en la asignatura de soldadura

# UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI



CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y  
APLICADAS  
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

***GUIAS PRÁCTICAS***

**PARA EL  
TALLER DE MECÁNICA**

## ***PRESENTACIÓN***

Ante la necesidad de capacitar a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de mejor manera en el área de soldadura y con el propósito de constituirse en un manual básico de consulta, para los estudiantes que desean dedicarse a esta actividad; se desarrolló la presente guía de laboratorio.

Misma que consta de 16 prácticas en las que se detallan los objetivos, marco teórico, equipos, procedimientos, normas de seguridad y actividades de los principales tipos de soldadura.

Todo el personal que participa en la producción de bienes soldados, ya sean diseñadores, fabricantes, proveedores de productos y servicios, personal de montaje, soldadores o inspectores, tienen la necesidad de conocer, por lo menos, las porciones particulares de las normas que aplican a sus actividades.

## *INTRODUCCIÓN*

La soldadura es uno de los procedimientos de unión de piezas metálicas más utilizados por todas las ventajas que ofrece. La importancia de la soldadura alcanza todas las ramas de la industria, desde puertas, balcones, pupitres hasta la construcción de puentes, torres, etc.

Por esta razón el contenido de este documento ha sido preparado para dar un alcance y conocimiento básico en lo referente al porqué de la utilización de técnicas, códigos, normas y especificaciones en la aplicación de la industria metal mecánica.

Los documentos que establecen lineamientos para las actividades relacionadas con la industria de la soldadura tienen el propósito de asegurar que solo se producirán bienes soldados seguros y confiables, y que las personas relacionadas con las operaciones de soldadura no estarán expuestas a peligros indebidos ni a condiciones que pudieran resultar dañinas a su salud.

# PRÁCTICA # 1

## Título

SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO (SMAW)

## Objetivos

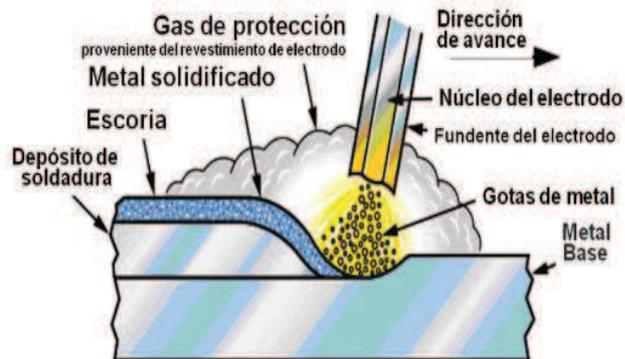
- Armar el circuito de soldadura
- Aprender a encender el arco eléctrico

## Fundamento teórico

### SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO SMAW

Este tipo de soldadura es uno de los procesos de unión de metales más antiguos que existe, su inicio data de los años 90 de siglo XVIII. En la que se utilizaba un electrodo de carbón para producir el arco eléctrico.

FIGURA 3.1 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL PROCESO DE SOLDADURA



Fuente: <http://www.itw-welding-spain.com> (12/06/2013)

Fue el primer método aplicado con grandes resultados, no solo de orden técnico, sino también de orden económico, ya que este proceso permitió el desarrollo de procesos de fabricación mucho más eficaces, y que hasta hoy en día solamente han sido superados por modernas aplicaciones, pero que siguen basándose en el concepto básico de la soldadura al arco con electrodo auto protegido

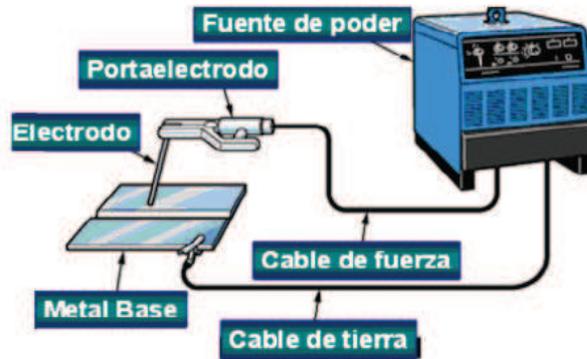
### **Equipos**

- Máquina de soldadura por arco eléctrico
  - Cables de soldadura
  - Porta electrodos
- Mascara de soldar con lente N° 10
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina de acero de bajo carbón de 3mm de diámetro
- Electrodo E 6010
- Cepillo de cerdas de metal

### **Procedimientos**

- Colocarse el equipo de protección personal
- Cortar la platina para la práctica
- Limpiar la capa de óxido de la platina con un cepillo de cerdas de metal
- Armar el circuito de soldadura de acuerdo a la figura 3.2

**FIGURA 3.2 CIRCUITO DE SOLDADURA PARA ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO**

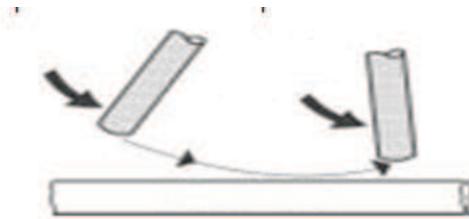


**Fuente:**

[www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf](http://www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf)  
(24704/2013)

- Encender la máquina
- Apretar la pinza y colocar el electrodo
- Sujetar el porta electrodo en una posición cómoda ( $15^{\circ}$  respecto al eje vertical)
- Ajustar el amperaje y la polaridad de acuerdo al tipo de electrodo a utilizar
- Acercar el electrodo lentamente a la platina
- Frotar con la punta del electrodo la platina como se indica en la figura 3.3

**FIGURA 3.3 ENCENDIDO DEL ARCO ELÉCTRICO**



**Fuente:** <http://www.oerlikon.es> (12/06/2013)

- Retirar una pequeña distancia para estabilizar el arco eléctrico

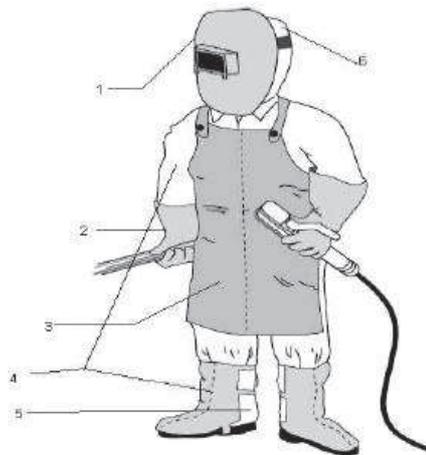
- Apagar el arco eléctrico
- Retirar el electrodo de la pinza
- Apagar la máquina
- Recoger los cables

### Normas de seguridad

Para realizar las prácticas de soldadura, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

- Utilizar el equipo de seguridad como muestra la figura 3.4

**FIGURA 3.4 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL**



Fuente: <http://www.indura.cl> (24/04/2013)

1. **Mascara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello
2. **Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas
3. **Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco
4. **Polainas y casacas de cuero:** para evitar las severas que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido

**5. Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras

**6. Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo

- Conectar los extractores de gases antes de soldar
- Al pegar el electrodo a la platina (al momento de realizar la soldadura), no levantarse el casco de soldar, hasta haber retirado o desconectado del porta electrodos
- Tenga cerca un extinguidor en caso de incendio
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la máquina
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- Al terminar de soldar nunca dejar el porta electrodos sobre la mesa de trabajo
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto pueden llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales
- No cambiar las polaridades de la máquina en funcionamiento
- No pisar los cables de soldadura.

### **Actividades**

1. ¿Qué es un arco eléctrico?
2. ¿Cuáles son las clases de corriente eléctrica y describa una de ellas?
3. Explique la diferencia entre polaridad directa e indirecta

## PRÁCTICA # 2

### Título

SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO PARA FORMAR UN CORDON

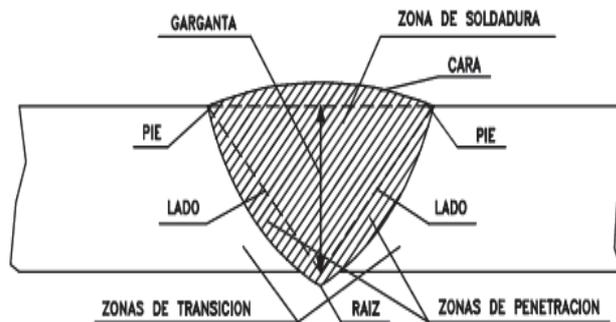
### Objetivos

- Mantener el arco eléctrico estable
- Formar un cordón de soldadura

### Fundamento teórico

El cordón de soldadura tiene tres partes bien diferenciadas

FIGURA 3.5 PARTES DEL CORDÓN DE SOLDADURA



Fuente: [http://www.uclm.es/area/ing\\_rural/trans\\_const/elementosconstruccion02.pdf](http://www.uclm.es/area/ing_rural/trans_const/elementosconstruccion02.pdf)  
(12/06/2013)

- a) Zona de soldadura: Es la zona central, que está formada fundamentalmente por el metal de aportación.

- b)** Zona de penetración. Es la parte de las piezas que ha sido fundida por los electrodos.

La mayor o menor profundidad de esta zona define la penetración de la soldadura.

Una soldadura de poca penetración es una soldadura generalmente defectuosa.

- c)** Zona de transición. Es la más próxima a la zona de penetración.

Esta zona, aunque no ha sufrido la fusión, sí ha soportado altas temperaturas, que la han proporcionado un tratamiento térmico con posibles consecuencias desfavorables, provocando tensiones internas.

Las dimensiones fundamentales que sirven para determinar un cordón de soldadura son la garganta y la longitud.

La garganta (a) es la altura del máximo triángulo isósceles cuyos lados iguales están contenidos en las caras de las dos piezas a unir y es inscribible en la sección transversal de la soldadura

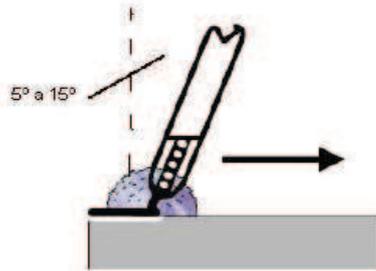
## **Equipos**

- Máquina de soldadura por arco eléctrico
  - Cables de soldadura
  - Porta electrodos
- Mascara de soldar con lente N° 10
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina de acero de bajo carbono
- Electrodo E6011
- Cepillo de cerdas de metal

## Procedimientos

- Colocarse el equipo de protección personal
- Cortar la platina para la práctica
- Limpiar la capa de óxido de la platina con un cepillo de cerdas de metal
- Ubicar firmemente la platina a soldar en la posición correcta
- Tener a mano varios electrodos para soldar. Colocar uno en el porta electrodos
- Regular el amperaje correcto en el equipo de soldadura y encenderlo
- Encender la máquina
- Ubicarse en la posición de soldadura correcta e inicie el arco
- Desplazar el electrodo manteniendo encendido el arco eléctrico e inclinar de  $5^{\circ}$  a  $15^{\circ}$  en relación a la horizontal como muestra la figura 3.6

FIGURA 3.6 INCLINACIÓN DEL ELECTRODO



Fuente: <http://www.oerlikon.es> (12/06/2013)

- De acuerdo a la observación realizada aumentar o reducir la velocidad para formar un cordón de aspecto agradable
- Se notará que conforme avance la soldadura, el electrodo se irá consumiendo, acortándose su longitud. Para compensarlo, se deberá ir bajando en forma paulatina la mano que sostenga el porta electrodo, manteniendo la distancia a la pieza
- Si al desplazar el electrodo se pega con la pieza de trabajo, se debe realizar un movimiento de vaivén para que se pueda retirar el electrodo de la pieza

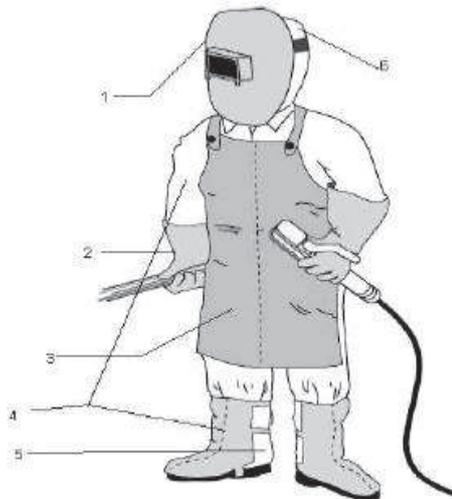
- Limpiar la escoria del cordón de soldadura
- Observar los resultados del cordón de soldadura
- Formar cuatro cordones de soldadura
- Apagar el arco eléctrico
- Retirar el electrodo de la pinza
- Apagar la máquina
- Retirar los cables

### Normas de seguridad

Para realizar las prácticas de soldadura, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

- Utilizar el equipo de seguridad como muestra la figura 3.7

**FIGURA 3.7 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL**



Fuente: <http://www.indura.cl> (24/04/2013)

1. **Máscara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello

2. **Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas
3. **Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco
4. **Polainas y casacas de cuero:** para evitar las severas que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido
5. **Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras
6. **Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo

- Conectar los extractores de gases antes de soldar
- Al pegar el electrodo a la platina (al momento de realizar la soldadura), no levantarse el casco de soldar, hasta haber retirado o desconectado del porta electrodos
- Tenga cerca un extinguidor en caso de incendio
- Utilizar gafas de seguridad cuando se limpia la escoria
- Ubicar las placas en la entenalla para limpiar
- No enfriar el material soldado con agua
- No sujetar la pieza soldada con el guante de cuero
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la máquina
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- Al terminar de soldar nunca dejar el porta electrodos sobre la mesa de trabajo
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto pueden llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales
- No cambiar las polaridades de la máquina en funcionamiento
- No pisar los cables de soldadura.

## **Actividades**

1. ¿Qué es un electrodo?
2. ¿Cuáles son las funciones básicas del electrodo revestido, en el proceso SMAW?
3. Explique sobre las partes del electrodo revestido
4. Indique el significado de la especificación E-XXYZ
5. Explique las variables fundamentales del proceso SMAW

## PRÁCTICA # 3

### Título

SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO PARA FORMAR UNA JUNTA A TOPE SIN BISEL

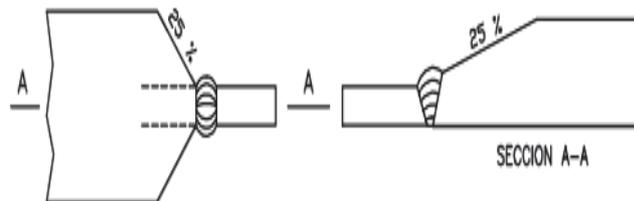
### Objetivos

- Formar una junta a tope sin bisel en posición horizontal
- Obtener una junta a tope sin bisel con buenas características mecánicas

### Fundamento teórico

#### SOLDADURAS A TOPE

FIGURA 3.8 PARTES DEL CORDÓN DE SOLDADURA



Fuente: [http://www.uclm.es/area/ing\\_rural/trans\\_const/elementosconstruccion02.pdf](http://www.uclm.es/area/ing_rural/trans_const/elementosconstruccion02.pdf)  
(12/06/2013)

- Deben ser continuas en toda la longitud y de penetración completa.
- Debe sanearse la raíz antes de depositar el primer cordón de la cara posterior o el cordón de cierre.

- Cuando no sea posible el acceso por la cara posterior debe conseguirse penetración completa.
- Cuando se unan piezas de distinta sección debe adelgazarse la mayor con pendientes inferiores al 25%

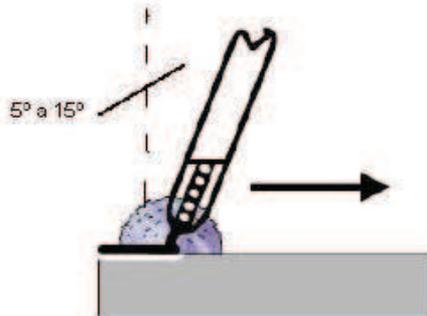
### **Equipos**

- Máquina de soldadura por arco eléctrico
  - Cables de soldadura
  - Porta electrodos
- Mascara de soldar con lente N° 10
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina de acero de bajo carbono
- Electrodo E6013
- Cepillo de cerdas de metal

### **Procedimientos**

- Colocarse el equipo de protección personal
- Cortar la platina para la práctica
- Limpiar la capa de óxido de la platina con un cepillo de cerdas de metal
- Encender la máquina
- Apretar la pinza y colocar el electrodo
- Encender el arco eléctrico
- Desplazar el electrodo manteniendo encendido el arco eléctrico e inclinar de 5° a 15° en relación a la horizontal como muestra la figura 3.9

**FIGURA 3.9 INCLINACIÓN DEL ELECTRODO**



Fuente: <http://www.oerlikon.es> (12/0672013)

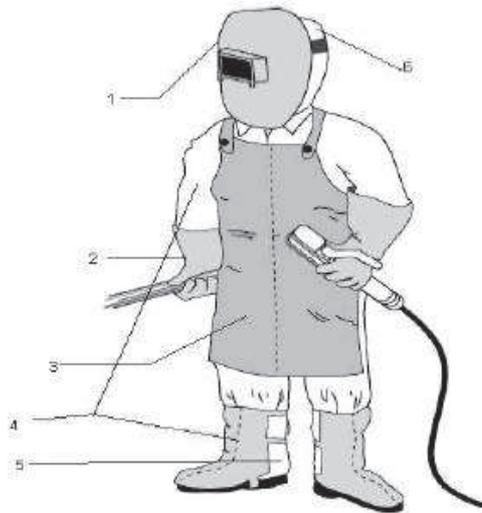
- Observar detrás del arco eléctrico la formación del cordón
- De acuerdo a la observación realizada aumentar o reducir la velocidad para formar un cordón de aspecto agradable
- Durante el proceso de soldadura ajustar la distancia de la punta del electrodo a la pieza ya que en el proceso el electrodo se consume
- Si al desplazar el electrodo se pega con la pieza de trabajo, se debe realizar un movimiento de vaivén para que se pueda retirar el electrodo de la pieza
- El objetivo es el de formar el cordón tal que tenga una buena penetración al reverso de la platina
- Limpiar la escoria del cordón de soldadura
- Observar los resultados del cordón de soldadura
- Formar cuatro cordones de soldadura
- Apagar el arco eléctrico
- Retirar el electrodo de la pinza
- Apagar la máquina
- Retirar los cables

### **Normas de seguridad**

Para realizar las prácticas de soldadura, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

- Utilizar el equipo de seguridad como muestra la figura 3.10

**FIGURA 3.10 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL**



Fuente: <http://www.indura.cl> (24704/2013)

1. **Mascara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello
2. **Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas
3. **Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco
4. **Polainas y casacas de cuero:** para evitar las severas que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido
5. **Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras
6. **Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo

- Conectar los extractores de gases antes de soldar
- Al pegar el electrodo a la platina, no levantarse el casco de soldar, hasta haber retirado o desconectado del porta electrodos
- Tenga cerca un extinguidor en caso de incendio

- Utilizar gafas de seguridad cuando se limpia la escoria
- Ubicar las placas en la entenalla para limpiar
- No enfriar el material soldado con agua
- No sujetar la pieza soldada con el guante de cuero
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la máquina
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- Al terminar de soldar nunca dejar el porta electrodos sobre la mesa de trabajo
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto pueden llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales
- No cambiar las polaridades de la máquina en funcionamiento
- No pisar los cables de soldadura.

### **Actividades**

1. ¿Qué es una junta y que factores deben tomarse en cuenta al seleccionarse?
2. Grafique los tipos básicos de juntas
3. Explique las diversas formas de soldadura de filete
4. Grafique las posiciones básicas y sus variantes en la soldadura SMAW
5. Enumere los tipos de uniones de soldadura y características

## PRÁCTICA # 4

### Título

SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO EN ÁNGULO EN POSICIÓN PLANO HORIZONTAL

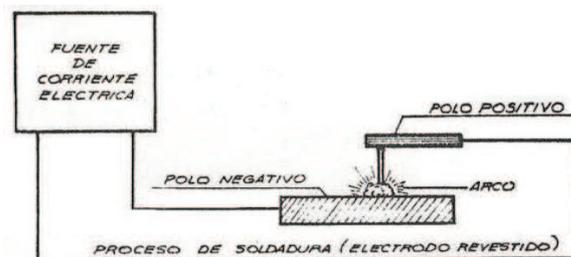
### Objetivos

- Aplicar el procedimiento de soldadura por arco eléctrico en ángulo en posición plano horizontal
- Conocer las aplicaciones de este tipo de soldadura

### Fundamento teórico

El arco eléctrico, llamado también Arco Voltaico, desarrolla una elevada energía en forma de luz y calor, alcanzando una temperatura de 4000° Celsius aproximadamente; se forma por contacto eléctrico y posterior separación a una determinada distancia fija entre los polos positivo y negativo.

FIGURA 3.11 DIAGRAMA DEL ARCO ELECTRICO



Fuente: <http://www.curso.soldar.arco.pdf> (24/04/2013)

Este arco eléctrico se mantiene por la alta temperatura del medio gaseoso interpuesto entre ambos polos.

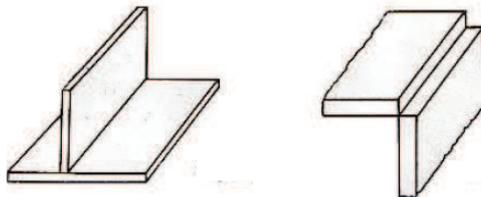
### Equipos

- Máquina de soldadura por arco eléctrico
  - Cables de soldadura
  - Porta electrodos
- Mascara de soldar con lente N° 10
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina de acero de bajo carbono
- Electrodo E6010
- Cepillo de cerdas de metal

### Procedimientos

- Colocarse el equipo de protección personal
- Cortar la platina para la práctica y prepare las piezas formando un ángulo como lo indica la figura 3.12

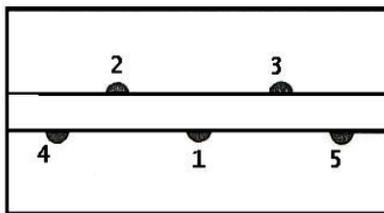
**FIGURA 3.12 POSICIÓN DE LAS PIEZAS**



**Fuente:** <http://www.curso.soldar.arco.pdf> (24/04/2013)

- Limpiar la capa de óxido de la platina con un cepillo de cerdas de metal
- Encender la máquina
- Apretar la pinza y colocar el electrodo
- Encender el arco eléctrico
- Puntee las piezas en forma alternada como lo indica la figura 3.13

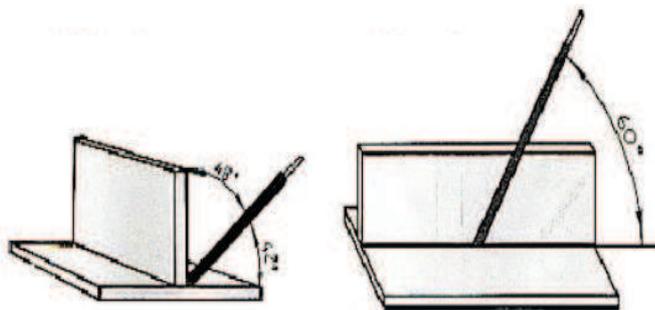
**FIGURA 3.13 PUNTEADO DE LAS PIEZAS**



Fuente: <http://www.curso.soldar.arco.pdf> (24/04/2013)

- Iniciar la soldadura con un cordón de raíz
- Desplazar el electrodo manteniendo encendido el arco eléctrico e inclinar el electrodo como muestra la figura 3.14

**FIGURA 3.14 INCLINACIÓN DEL ELECTRODO**

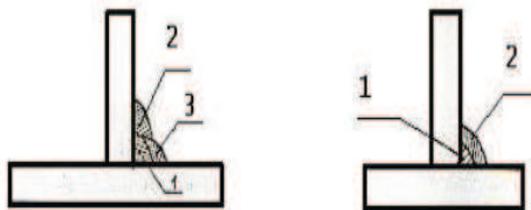


Fuente: <http://www.curso.soldar.arco.pdf> (24/04/2013)

- Avance y oscile el electrodo con movimiento zig - zag

- Observar detrás del arco eléctrico la formación del cordón
- De acuerdo a la observación realizada aumentar o reducir la velocidad para formar un cordón de aspecto agradable
- Durante el proceso de soldadura ajustar la distancia de la punta del electrodo a la pieza ya que en el proceso el electrodo se consume
- Si al desplazar el electrodo se pega con la pieza de trabajo, se debe realizar un movimiento de vaivén para que se pueda retirar el electrodo de la pieza
- El objetivo es el de formar el cordón tal que tenga una buena penetración al reverso de la platina
- Deposite el resto de los cordones como lo indica la figura 3.15.

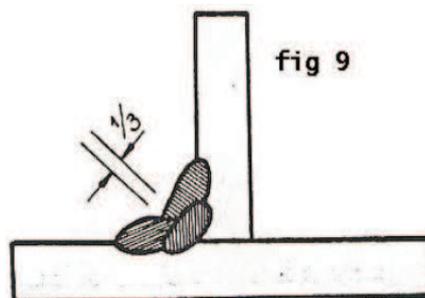
**FIGURA 3.15 DEPÓSITO DE LOS CORDONES**



Fuente: <http://www.curso.soldar.arco.pdf> (24/04/2013)

- Cuando se depositan cordones escalonados, se debe tomar 1/3 del cordón anterior como lo indica la figura 3.16

**FIGURA 3.16 DEPÓSITO DE LOS CORDONES ESCALONADOS**



Fuente: <http://www.curso.soldar.arco.pdf> (24/04/2013)

- Oscile el electrodo en el resto de los cordones con movimiento Zig-Zag curvo, como lo indica la figura 3.17

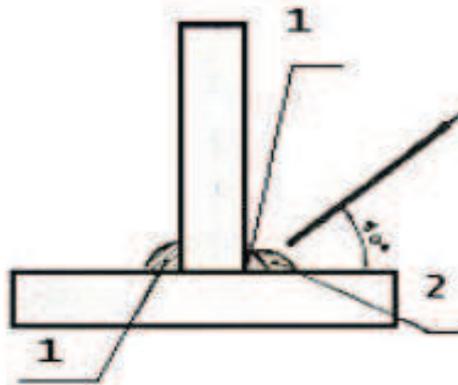
**FIGURA 3.17 MOVIMIENTO ZIG - ZAG**



**Fuente:** <http://www.curso.soldar.arco.pdf> (24/04/2013)

- Deposite el segundo cordón inclinando el electrodo de acuerdo a la figura 3.18

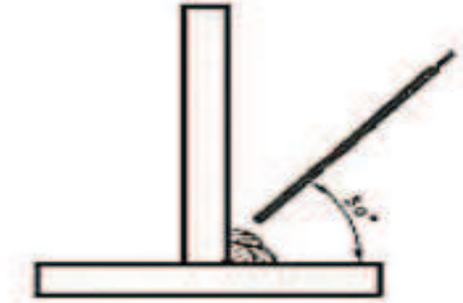
**FIGURA 3.18 INCLINACIÓN DEL ELECTRODO EN EL SEGUNDO CORDÓN**



**Fuente:** <http://www.curso.soldar.arco.pdf> (24/04/2013)

- Deposite el tercer cordón inclinando el electrodo de acuerdo a la figura 3.19

**FIGURA 3.19 INCLINACIÓN DEL ELECTRODO**



**Fuente:** <http://www.curso.soldar.arco.pdf> (24/04/2013)

- Al finalizar limpiar la escoria de los cordones de soldadura
- Observar los resultados del cordón de soldadura
- Apagar el arco eléctrico
- Retirar el electrodo de la pinza
- Apagar la máquina
- Retirar los cables

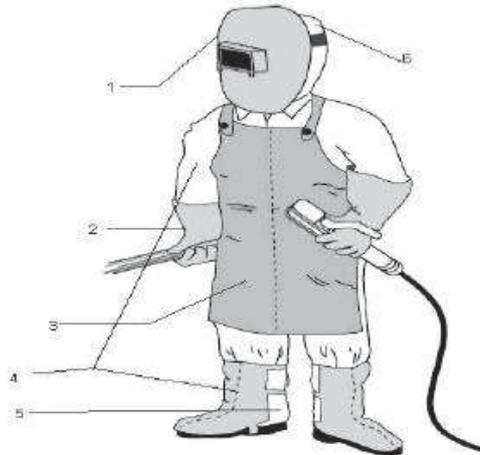
### **Normas de seguridad**

Para realizar las prácticas de soldadura, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

- Utilizar el equipo de seguridad como muestra la figura 3.20
  1. **Mascara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello
  2. **Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas
  3. **Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco
  4. **Polainas y casacas de cuero:** para evitar las severas que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido

5. **Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras
6. **Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo

**FIGURA 3.20 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL**



Fuente: <http://www.indura.cl> (24/04/2013)

- Conectar los extractores de gases antes de soldar
- Al pegar el electrodo a la platina, no levantarse el casco de soldar, hasta haber retirado o desconectado del porta electrodos
- Tenga cerca un extinguidor en caso de incendio
- Utilizar gafas de seguridad cuando se limpia la escoria
- Ubicar las placas en la entenalla para limpiar
- No enfriar el material soldado con agua
- No sujetar la pieza soldada con el guante de cuero
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la máquina
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- Al terminar de soldar nunca dejar el porta electrodos sobre la mesa de trabajo
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto pueden llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales

- No cambiar las polaridades de la máquina en funcionamiento
- No pisar los cables de soldadura.

### **Actividades**

1. ¿Por qué deben realizarse puntos de fijación antes de realizarse la soldadura?
2. ¿Qué es un cordón de raíz?
3. ¿Cómo se reinicia o empalma un cordón de soldadura?

## **PRÁCTICA # 5**

### **Título**

SOLDADURA DE CORDÓN EN TUBO EN POSICIÓN HORIZONTAL CON GIRO (SMAW)

### **Objetivos**

- Aplicar el procedimiento de soldadura de cordón en tubo en posición horizontal con giro
- Conocer las aplicaciones de este tipo de soldaduras

### **Fundamento teórico**

El proceso de soldadura por arco metálico protegido está muy bien adaptado a la fabricación y a la reparación de los sistemas de tubo. El tubo de acero soldado se utiliza en fábricas, centrales generadoras, refinerías, y edificios para llevar líquidos y gases para diferentes propósitos. El tubo se utiliza para llevar materiales como agua, vapor, químicos, gases, petróleo, materiales radiactivos, y muchos otros. El aceite y el gas se distribuyen a través de sistemas de tubos nacionales. El tubo soldado se utiliza en todas partes de barcos, aviones y naves espaciales para transportar líquidos como combustibles y fluidos hidráulicos. Los tubos y las tuberías también se utilizan para estructuras, como barandillas, columnas de edificios, farolas, chasis de bicicletas y motocicletas, así como también en otros objetos con los que tenemos contacto cada día.

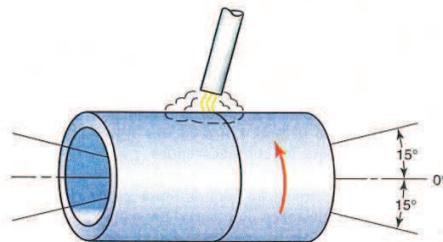
## Equipos

- Máquina de soldadura por arco eléctrico
- Cables de soldadura
- Porta electrodos
- Mascara de soldar con lente N° 10
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Tubo de acero dulce de cédula 40
- Electrodo E6011 y E7018
- Cepillo de cerdas de metal

## Procedimientos

- Colocarse el equipo de protección personal
- Cortar el tubo para la práctica. Los extremos del tubo deben estar biselados para obtener una mayor penetración y una alta resistencia de la junta. Es importante que el bisel este en un ángulo correcto, de alrededor de  $37\ 1/2^\circ$  dependiendo de las especificaciones, y que el extremo se ajuste en escuadra con el tubo de acoplamiento. Para posicionarlo horizontalmente como lo indica la figura 3.21

**FIGURA 3.21 POSICIÓN HORIZONTAL**



**Fuente:** Soldadura “Principios y Aplicaciones” (2010)

- Colocar el tubo horizontalmente en la mesa de soldadura en un bloque en V hecho de hierro en ángulo como lo indica la figura 3.22. El bloque en V sostendrá el tubo firme y le permitirá moverlo fácilmente entre cada cordón.

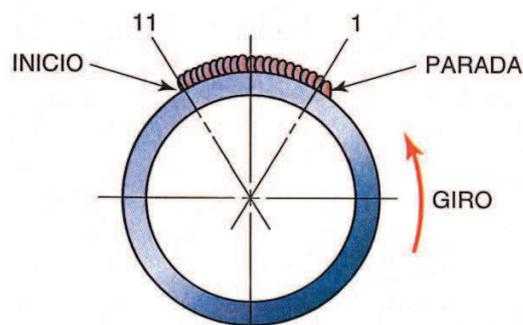
**FIGURA 3.22 SOPORTE DE TUBO DE HIERRO EN ÁNGULO**



**Fuente:** Soldadura “Principios y Aplicaciones” (2010)

- Encender la máquina
- Apretar la pinza y colocar el electrodo
- Encender el arco metálico
- Establecer un arco en el tubo en la posición de las 11 y realizar un cordón encordador hasta la posición de las 12, deteniéndose en la posición 1, como lo indica la figura 3.23

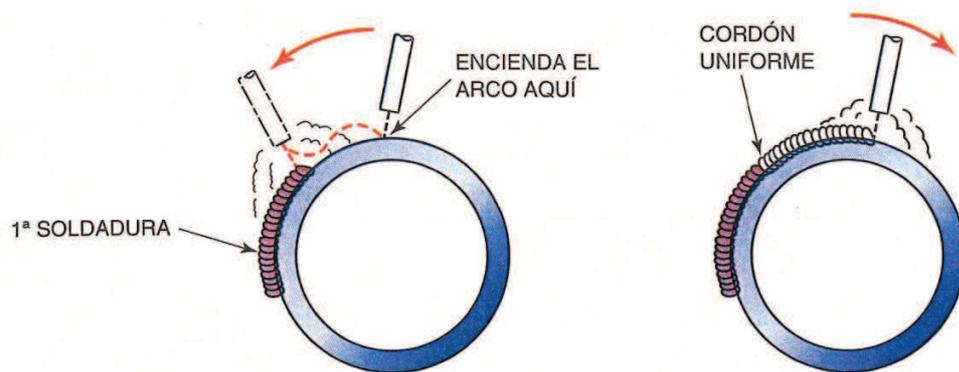
**FIGURA 3.23 ÁREA DE SOLDADURA EN UN TUBO EN POSICIÓN HORIZONTAL**



**Fuente:** Soldadura “Principios y Aplicaciones” (2010)

- Girar el tubo hasta que el final de la soldadura este en la posición de las 11.
- Limpiar el cráter de soldadura, burilando y cepillando con cepillo metálico.
- Establecer un arco nuevamente y un baño de fusión de soldadura fundido en el borde de la parte frontal de cráter de soldadura. Con el baño de fusión de la soldadura establecido nuevamente, retroceder el electrodo por el cordón de soldadura, justo antes de la última ondulación completa como lo indica la figura 3.24. Esta acción restablecerá la buena fusión y mantendrá el tamaño del cordón de la soldadura uniforme. Ahora que el nuevo cordón está enlazado con la soldadura anterior, continuar soldando hasta la posición 1 nuevamente.

**FIGURA 3.24 POSICIÓN DEL ELECTRODO Y SOLDADURA**

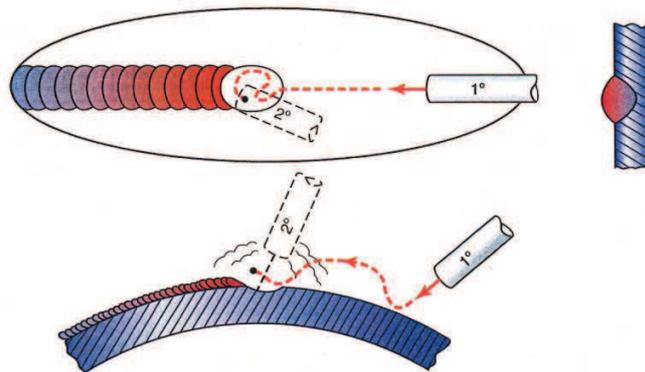


**Fuente:** Soldadura “Principios y Aplicaciones” (2010)

- Detener la soldadura y girar el tubo para limpiar y seguir soldando.
- Repetir este procedimiento hasta que la soldadura esté completa alrededor del tubo.
- Antes de iniciar la última, limpie el final de la primera, para que el cordón final e inicial se puedan enlazar suavemente
- Cuando alcance el cordón inicial, mover su electrodo a ambos lados del cordón. El principio de un cordón de soldadura defectuoso siempre es alto, como lo indica la figura 3.25. Al mover el patrón de tejido (el patrón “C” es

el mejor) a ambos lados del cordón, puede hacer el cordón correctamente para que el ancho sea uniforme. El calor añadido producirá una penetración más profunda en el punto inicial.

**FIGURA 3.25 REINICIO DE SOLDADURA**



**Fuente:** Soldadura “Principios y Aplicaciones” (2010)

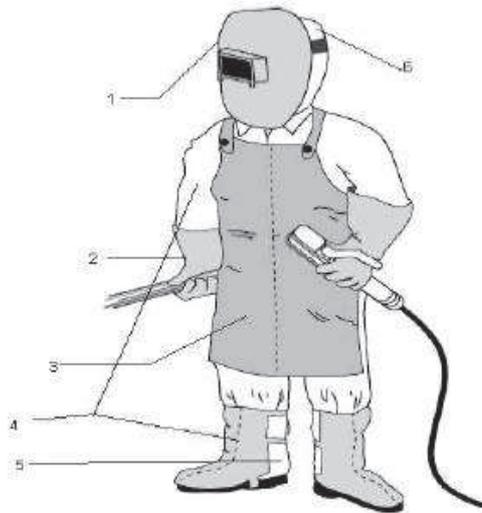
- Sustener el arco en el cráter durante un momento hasta que se forme, pero no lo sobrerellene.
- Enfriar y burile para inspeccionar algún defecto en el cordón
- Repetir los cordones tanto como sea necesario hasta perfeccionarlos.
- Apagar el arco
- Retirar el electrodo de la pinza
- Apagar la máquina
- Retirar los cables

### **Normas de seguridad**

Para realizar las prácticas de soldadura, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

- Utilizar el equipo de seguridad como muestra la figura 3.26

**FIGURA 3.26 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL**



Fuente: <http://www.indura.cl> (24/04/2010)

1. **Mascara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello
2. **Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas
3. **Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco
4. **Polainas y casacas de cuero:** para evitar las severas que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido
5. **Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras
6. **Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo

- Conectar los extractores de gases antes de soldar
- Al pegar el electrodo a la platina, no levantarse el casco de soldar, hasta haber retirado o desconectado del porta electrodos
- Tenga cerca un extinguidor en caso de incendio

- Utilizar gafas de seguridad cuando se limpia la escoria
- Ubicar las placas en la entenalla para limpiar
- No enfriar el material soldado con agua
- No sujetar la pieza soldada con el guante de cuero
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la máquina
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- Al terminar de soldar nunca dejar el porta electrodos sobre la mesa de trabajo
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto pueden llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales
- No cambiar las polaridades de la máquina en funcionamiento
- No pisar los cables de soldadura.

### **Actividades**

1. ¿Cuáles son las ventajas de los sistemas de tubería soldada frente a otros métodos de conexión?
2. ¿Por qué los extremos de los tubos se deben biselar antes de soldar?
3. ¿Cómo se puede biselar los extremos de un tubo?
4. ¿Por qué el extremo de un tubo se bisela en un ángulo de  $37 \frac{1}{2}^\circ$ ?

## **PRÁCTICA # 6**

### **Título**

SOLDADURA DE JUNTA DE TOPE DE TUBO POR ARCO METÁLICO PROTEGIDO EN POSICIÓN HORIZONTAL CON GIRO (SMAW)

### **Objetivos**

- Aplicar el procedimiento de soldadura de junta de tope de tubo en posición horizontal con giro
- Conocer los tipos de electrodos que se pueden utilizar en este tipo de soldaduras

### **Fundamento teórico**

Los tipos de juntas dependen de factores como el tamaño y forma de los miembros que forman la junta, el tipo de carga, la cantidad de área en la junta disponible para soldar. Existen cuatro tipos básicos de juntas soldadas, aunque en la práctica se consiguen muchas variaciones y combinaciones.

#### **UNION A TOPE O EMPALMADA**

Es la más utilizada y consiste en unir las chapas situadas en el mismo plano para chapas superiores a 6 mm o para soldar por ambos lados, hay que preparar los bordes.

El objetivo de esta soldadura es conseguir una penetración completa y que constituya una transición lo más perfecta posible entre los elementos soldados.

### **Equipos**

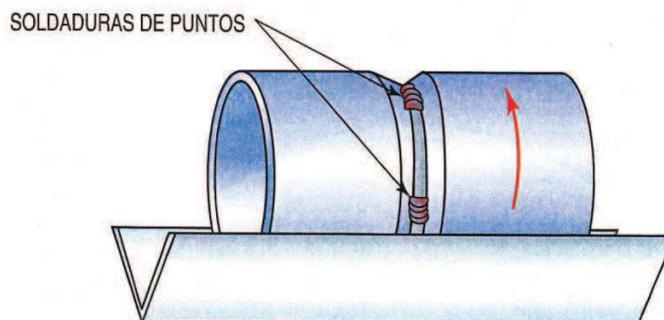
- Máquina de soldadura por arco eléctrico
  - Cables de soldadura
  - Porta electrodos
- Mascara de soldar con lente N° 10
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Tubo de acero dulce
- Electrodo E6012 y E7016
- Cepillo de cerdas de metal

### **Procedimientos**

- Colocarse el equipo de protección personal
- Cortar el tubo para la práctica
- Colocar el tubo horizontalmente en la mesa de soldadura en un bloque en V hecho de hierro en ángulo
- Encender la máquina
- Apretar la pinza y colocar el electrodo
- Encender el arco metálico
- Soldar con puntos aislados dos piezas de tubo como lo indica la figura 3.27.  
Las soldaduras con puntos aislados son para que estén uniformemente

espaciadas alrededor del tubo. Utilizar cuatro puntos en los tubos de pequeño diámetro y seis o más en tubos de diámetro más grande

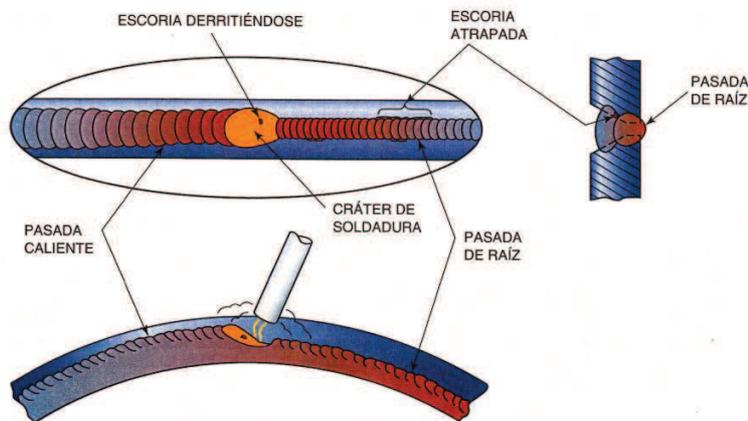
**FIGURA 3.27 SOLDADURA DE PUNTOS AISLADOS**



**Fuente:** Soldadura “Principios y Aplicaciones” (2010)

- Comenzar la pasada de raíz en la posición de las 11. Utilizando un arco muy corto y una asignación de corriente alta, soldar hacia la posición de la 1. Parar y girar el tubo, burile la escoria y repetir la soldadura hasta completar la pasada de raíz
- Limpiara la pasada de raíz burilando y cepillando con cepillo metálico
- Reemplace el tubo que está en el bloque en V, en la mesa, para que se pueda hacer la pasada caliente. Aumentar el amperaje de la máquina, lo suficiente como para volver a fundir la soldadura de raíz, para la pasada caliente.
- Utilizar un patrón de electrodo de paso, moviendo hacia adelante cada vez que el baño de fusión de la soldadura limpie la escoria y de regreso cada vez que el baño de fusión de la soldadura este casi sólido como lo indica la figura 3.28. Suelde desde la posición de las 11 hasta la posición de la 1 antes de detenerse, girar y burilar la soldadura. Repetir este procedimiento hasta que se complete la pasada caliente

**FIGURA 3.28 PASADA CALIENTE**



**Fuente:** Soldadura “Principios y Aplicaciones” (2010)

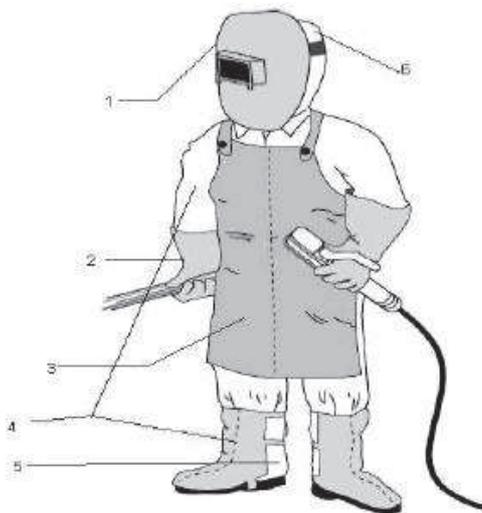
- La pasada de aportación y la pasada de cubierta pueden ser la misma pasada en esta junta. Bajar el amperaje de la máquina y utilizar un patrón “T”, “J”, “C”, o zig – zag
- Comenzar la soldadura en la posición de las 10 y detener en la posición de las 12. Rozar el electrodo para que el baño de fusión de la soldadura fundida derrita cualquier escoria atrapada por la pasada caliente.
- Vigilar el borde posterior del cordón para comprobar que el baño de fusión de la soldadura está llenando la ranura completamente. Girar, virar y continuar el cordón hasta que se completela soldadura. Repetir ésta hasta que pueda hacer, consistentemente, soldaduras libres de defectos.
- Apagar el arco
- Retirar el electrodo de la pinza
- Apagar la máquina
- Retirar los cables

## Normas de seguridad

Para realizar las prácticas de soldadura, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

- Utilizar el equipo de seguridad como muestra la figura 3.29

FIGURA 3.29 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL



Fuente: <http://www.indura.cl> (24/04/2013)

1. **Mascara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello
2. **Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas
3. **Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco
4. **Polainas y casacas de cuero:** para evitar las severas que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido
5. **Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras
6. **Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo

- Conectar los extractores de gases antes de soldar
- Al pegar el electrodo a la platina, no levantarse el casco de soldar, hasta haber retirado o desconectado del porta electrodos
- Tenga cerca un extinguidor en caso de incendio
- Utilizar gafas de seguridad cuando se limpia la escoria
- Ubicar las placas en la entenalla para limpiar
- No enfriar el material soldado con agua
- No sujetar la pieza soldada con el guante de cuero
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la máquina
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- Al terminar de soldar nunca dejar el porta electrodos sobre la mesa de trabajo
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto pueden llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales
- No cambiar las polaridades de la máquina en funcionamiento
- No pisar los cables de soldadura.

### **Actividades**

1. Explique la importancia del tubo en V de hierro
2. ¿Cuál es la importancia de realizar una soldadura de puntos?
3. ¿Cuál es el propósito de la pasada de raíz?

## PRÁCTICA 7

### Título

SOLDADURA DE CORDÓN RECTO EN POSICION 2G (SMAW)

### Objetivos

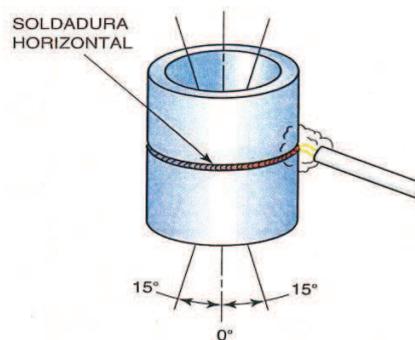
- Aplicar el procedimiento de soldadura de cordón recto en posición 2G
- Conocer la posición 2G

### Fundamento teórico

#### POSICIÓN 2G VERTICAL FIJA

En la posición fija 2G de tubo vertical, este es vertical y la soldadura es horizontal, como lo indica la figura 3.30. Con estas soldaduras, el soldador no necesita cambiar las posiciones constantemente.

FIGURA 3.30 POSICIÓN 2G



Fuente: Soldadura “Principios y Aplicaciones” (2010)

El mayor problema al que se enfrentan los soldadores cuando sueldan tubos en esta posición es que el área que se va a soldar está, con mucha frecuencia, situada en las esquinas. Debido a esta ubicación, es difícil alcanzar la parte posterior de la soldadura.

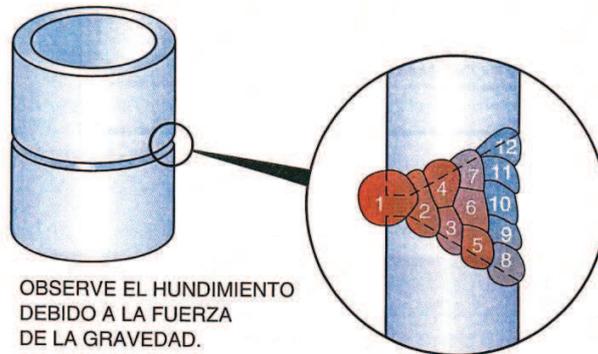
### **Equipos**

- Máquina de soldadura por arco eléctrico
  - Cables de soldadura
  - Porta electrodos
- Mascara de soldar con lente N° 10
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Tubo de cero dulce de cédula 40 de 3 pulgadas (76 mm)
- Electrodo de soldadura por arco E6010 o E6011 y E7018
- Cepillo de cerdas de metal

### **Procedimientos**

- Colocarse el equipo de protección personal
- Cortar el tubo para la práctica
- Para la realización de los cordones se tomará en cuenta el procedimiento de la guía # con las siguientes variaciones:
  - a) Las soldaduras deben ser completadas en la secuencia correcta como lo indica la figura 3.31. Para reducir el hundimiento del fondo de la soldadura, incremente el ángulo entre el electrodo y el trabajo.

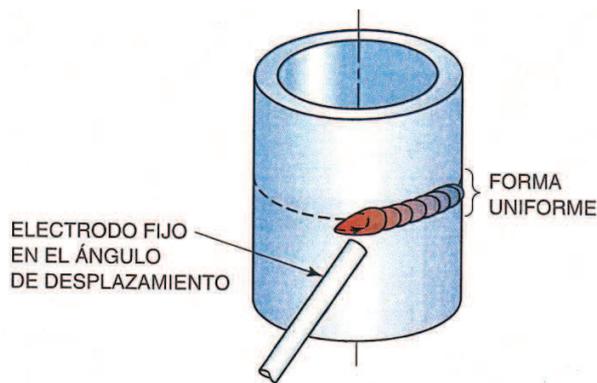
**FIGURA 3.31 POSICIÓN DE SOLDADURA DE TUBO 2G**



**Fuente:** Soldadura “Principios y Aplicaciones” (2010)

- b) Siempre que la soldadura se funde y no tiene un solape en frío en el fondo, aquella es correcta.
- c) Cada una de las aportaciones y cubiertas siguientes deben estar soportadas por el cordón de soldadura anterior
- d) Utilizar el patrón de tejido “J” que se indica en el anexo *lll* para que el baño de fusión de la soldadura sea soportado por el borde inferior del metal solidificado como lo indica la figura 3.32.

**FIGURA 3.32 POSICIÓN DEL ELECTRODO Y PATRÓN DE TEJIDO**



**Fuente:** Soldadura “Principios y Aplicaciones” (2010)

- e) Mantener el electrodo en un ángulo de arrastre y de subida para que la fuerza del arco ayude a mantener la soldadura en su lugar
- f) Repita los cordones rectos según sea necesario hasta que pueda hacer, consistentemente, soldaduras libres de defectos

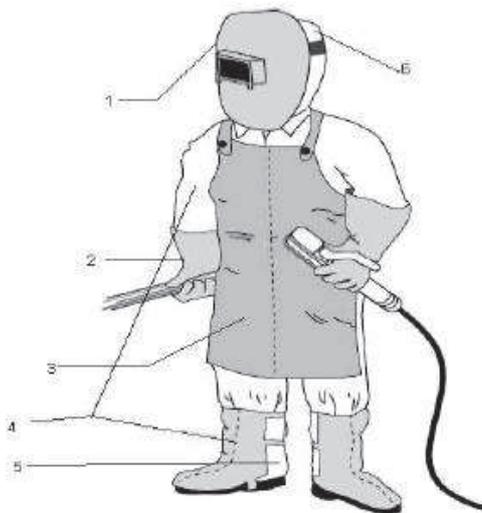
- Apagar el arco
- Retirar el electrodo de la pinza
- Apagar la máquina
- Retirar los cables

### Normas de seguridad

Para realizar las prácticas de soldadura, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

- Utilizar el equipo de seguridad como muestra la figura 3.33

**FIGURA 3.33 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL**



**Fuente:** <http://www.indura.cl> (24/04/2013)

1. **Mascara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello
2. **Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas
3. **Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco
4. **Polainas y casacas de cuero:** para evitar las severas que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido
5. **Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras
6. **Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo

- Conectar los extractores de gases antes de soldar
- Al pegar el electrodo a la platina, no levantarse el casco de soldar, hasta haber retirado o desconectado del porta electrodos
- Tenga cerca un extinguidor en caso de incendio
- Utilizar gafas de seguridad cuando se limpia la escoria
- Ubicar las placas en la entenalla para limpiar
- No enfriar el material soldado con agua
- No sujetar la pieza soldada con el guante de cuero
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la máquina
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- Al terminar de soldar nunca dejar el porta electrodos sobre la mesa de trabajo
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto pueden llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales
- No cambiar las polaridades de la máquina en funcionamiento
- No pisar los cables de soldadura.

## **Actividades**

1. Señale las ventajas de la posición 2G
2. ¿Por qué es importante la selección adecuada de los patrones de tejido?
3. ¿Cuál es el propósito de la pasada caliente?

## PRÁCTICA 8

### Título

SOLDADURA DE JUNTA DE TOPE EN POSICION 2G (SMAW)

### Objetivos

- Aplicar el procedimiento de soldadura de cordón recto en posición 2G
- Analizar los estándares de soldadura

### Fundamento teórico

La calidad de la soldadura es muy importante para la industria de la soldadura de tubos. Como otras soldaduras, la mayoría de las partes de la soldadura están sometidas a un alto nivel de inspección. Sin embargo, la superficie del tubo en ambos lados de la soldadura es también importante. No se debería realizar golpes de arco en esta superficie. Los golpes de arco fuera de la ranura de soldadura son considerados como defectos por muchas industrias de soldadura de tubos ya que suelen formar pequeños puntos duros, los cuales, si no se vuelven a derretir con la soldadura, producirán fisuras cuando el tubo se expanda y contraiga con los cambios de presión. Por lo tanto, constituyen un defecto y se debe eliminar y reparar el área. Bajo algunos estándares esta eliminación puede, simplemente, consistir en un esmerilado, pero bajo algunos códigos, deben ser tratados como cualquier otro defecto y se debe seguir un procedimiento especial de reparación de soldadura. Debido a la importancia de no tener golpes de arco fuera de la ranura de soldadura en las soldaduras de tubo, debería intentar evitarlos desde el principio.

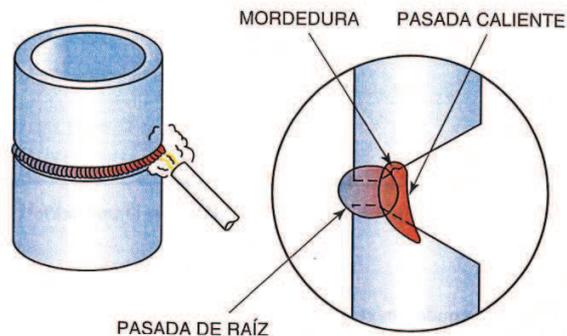
## **Equipos**

- Máquina de soldadura por arco eléctrico
  - Cables de soldadura
  - Porta electrodos
- Mascara de soldar con lente N° 10
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Tubo de cero dulce de cédula 40 de 3 pulgadas (76 mm)
- Electrodo de soldadura por arco E6010 o E6011
- Cepillo de cerdas de metal

## **Procedimientos**

- Colocarse el equipo de protección personal
- Cortar el tubo para la práctica
- Colocar el tubo en la mesa de soldadura con arco
- Encender la máquina
- Apretar la pinza y colocar el electrodo
- Encender el arco metálico y realizar una soldadura de raíz que sea lo más larga posible. Si la abertura de raíz es uniforme, se debe utilizar un patrón de paso.
- Limpiar la pasada de raíz
- Realizar la pasada caliente. Ésta sólo necesita fundir la pasada de raíz para limpiarla, como indica la figura 3.34. Resulta aceptable la socavación en el tubo superior

**FIGURA 3.34 PASADA CALIENTE**



**Fuente:** Soldadura “Principios y Aplicaciones” (2010)

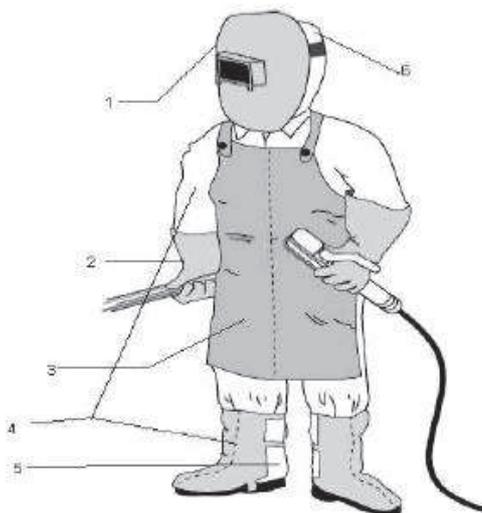
- Las pasadas de aportación y cubierta deberán ser cordones encordadores. Al mantener pequeño el baño de fusión de la soldadura, el control es más fácil
- Enfriar, burilar e inspeccionar si hay uniformidad o defectos en la soldadura completa
- Repetir hasta que pueda hacer, consistentemente, soldaduras libres de defectos
- Apagar el arco
- Retirar el electrodo de la pinza
- Apagar la máquina
- Retirar los cables

### **Normas de seguridad**

Para realizar las prácticas de soldadura, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

- Utilizar el equipo de seguridad como muestra la figura 3.35

**FIGURA 3.35 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL**



Fuente: <http://www.indura.cl> (24/04/2013)

1. **Mascara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello
2. **Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas
3. **Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco
4. **Polainas y casacas de cuero:** para evitar las severas que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido
5. **Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras
6. **Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo

- Conectar los extractores de gases antes de soldar
- Al pegar el electrodo a la platina, no levantarse el casco de soldar, hasta haber retirado o desconectado del porta electrodos
- Tenga cerca un extinguidor en caso de incendio
- Utilizar gafas de seguridad cuando se limpia la escoria
- Ubicar las placas en la entenalla para limpiar

- No enfriar el material soldado con agua
- No sujetar la pieza soldada con el guante de cuero
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la máquina
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- Al terminar de soldar nunca dejar el porta electrodos sobre la mesa de trabajo
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto pueden llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales
- No cambiar las polaridades de la máquina en funcionamiento
- No pisar los cables de soldadura.

### **Actividades**

1. Mencione algunos tipos de soldaduras de junta de tope
2. ¿Cuáles son los factores para determinar la calidad de una soldadura?
3. Explique la importancia de realizar una soldadura de calidad

## PRÁCTICA 9

### Título

SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ALAMBRE DE ELECTRODO CONTÍNUO BAJO PROTECCIÓN GASEOSA (GMAW)

### Objetivos

- Aplicar el procedimiento de soldadura por arco eléctrico con alambre de electrodo bajo protección gaseosa
- Utilizar el equipo de soldadura GMAW

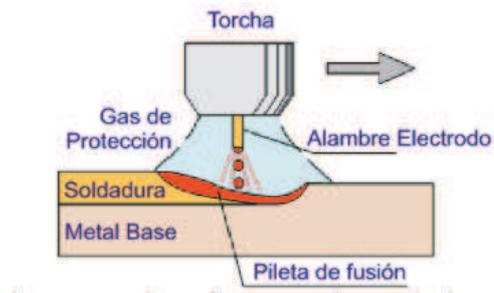
### Fundamento teórico

La soldadura metálica por arco eléctrico con protección gaseosa (Gas Metal Arc Welding - GMAW) es un proceso que produce la unión de los metales por fusión a través de un arco voltaico establecido entre un electrodo metálico continuo (consumible de soldadura) y la pieza (ver figura siguiente).

La protección, tanto del arco como de la piletta de fusión, se consigue a través de un gas o una mezcla de gases. Si este gas es inerte, no reacciona con el metal, (Argón/Helio), el proceso también se llama MIG (Metal Inert Gas). Por otra parte, si el gas es activo, reacciona con el metal, (Dióxido de carbono, “CO<sub>2</sub>”, o las mezclas Argón “Ar”, Oxígeno “O<sub>2</sub>”, CO<sub>2</sub>), el proceso se llama MAG (Metal Active Gas). Los gases inertes puros son utilizados generalmente en la soldadura de aleaciones metálicas no ferrosas (metales aleados cuyo principal constituyente no es el hierro). Mezclas de gases inertes con cantidades pequeñas de gases activos se utilizan

generalmente con aceros aleados (aceros a los que se les añade elementos como cromo, molibdeno o níquel en pequeñas cantidades para mejorar determinada propiedad del mismo), mientras que mezclas más ricas en gases activos ó CO<sub>2</sub> puro se utiliza en la soldadura de acero al carbono (lo cual es el caso mayoritario).

**FIGURA 3.36 EQUIPO DE SOLDADURA GMAW**



**Fuente:**

<http://industriales.utu.edu.uy/archivos/soldadura/09%20Proceso%20GMAW%20FCAW.pdf>  
(24/04/2013)

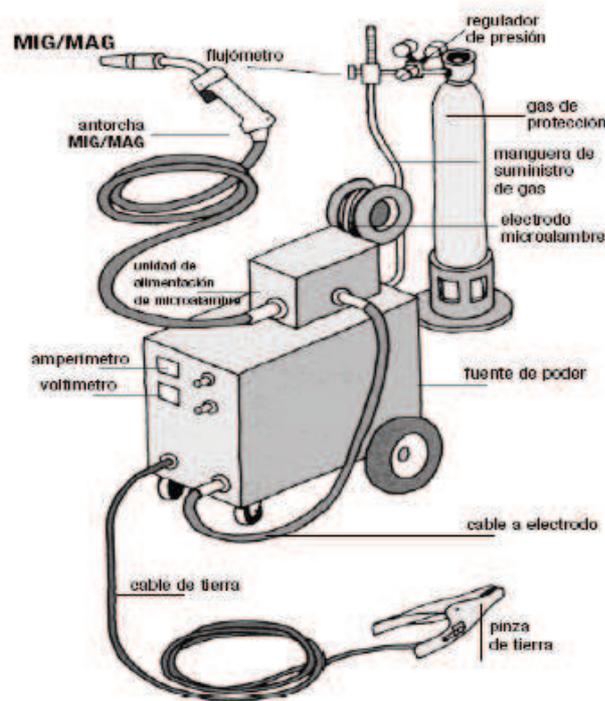
## **Equipos**

- Una fuente de poder de soldadura
- Una fuente reguladora de gas de protección
- Una fuente de electrodos
- Cables de interconexión y mangueras
- Mascara de soldar con lente N° 10
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina de acero de bajo carbono
- Electrodo E7018
- Cepillo de cerdas de metal

## Procedimientos

- Colocarse el equipo de protección personal
- Cortar la platina para la práctica
- Limpiar la capa de óxido de la platina con un cepillo de cerdas de metal
- Reunir el equipo y materiales necesarios
- Armar el circuito de soldadura como muestra la figura 3.37

FIGURA 3.37 CIRCUITO DE SOLDADURA GMAW

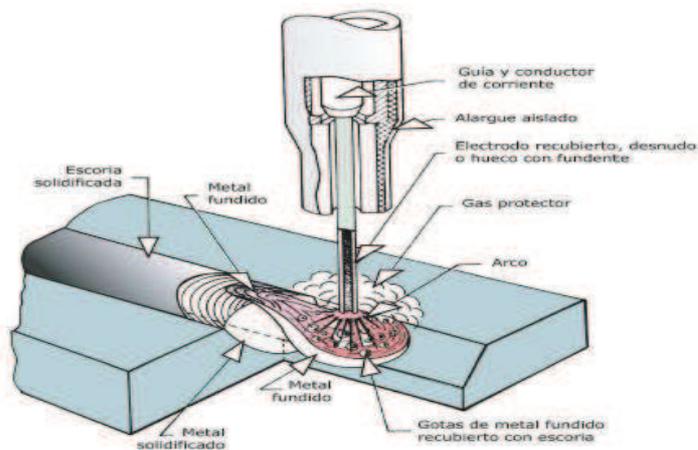


Fuente: <http://www.indura.cl> (24/04/2013)

- Regular la velocidad de avance del electrodo
- Oprimir el gatillo de la pistola hasta que sobresalgan 6 mm de electrodo de la boquilla. En caso de sobrepasar dicha medida, cortar el excedente con un alicate
- Abrir el cilindro del gas protector

- Oprimir el gatillo de la pistola para purgar el aire de las mangueras y ajustar el manómetro al valor deseado (entre 18 a 20 psi)
- Frotar con la punta del alambre la platina para encender el arco eléctrico
- Para extinguir el arco, separar la pistola del metal o bien soltar y volver a pulsar el gatillo
- Si el electrodo se pega al metal, soltar el gatillo y cortar el electrodo con un alicate
- Si se desea realizar un cordón o una costura, se deberá calentar el metal formando una zona incandescente, y luego mover la pistola a lo largo de la unión a una velocidad uniforme para producir una soldadura lisa y pareja
- Mantener el electrodo en el borde delantero de la zona de metal fundido, conforme avance la soldadura, como muestra la figura 3.38

**FIGURA 3.38 ILUSTRACIÓN DEL PROCESO DE FUSIÓN DE LA SOLDADURA GMAW**

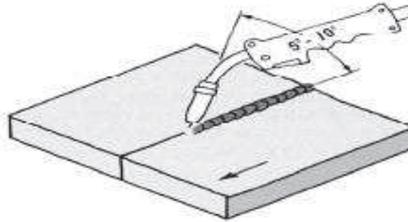


**Fuente:**

[www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf](http://www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf)  
(24/04/2013)

- El ángulo que forme la pistola con la vertical es muy importante. Este deberá ser de no más de  $5^{\circ}$  a  $10^{\circ}$ . De no ser así, el gas no protegerá la zona de metal fundido como lo muestra la figura 3.39

**FIGURA 3.39 ÁNGULO DE LA PISTOLA**



**Fuente:**

[www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf](http://www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf)  
(24/04/2013)

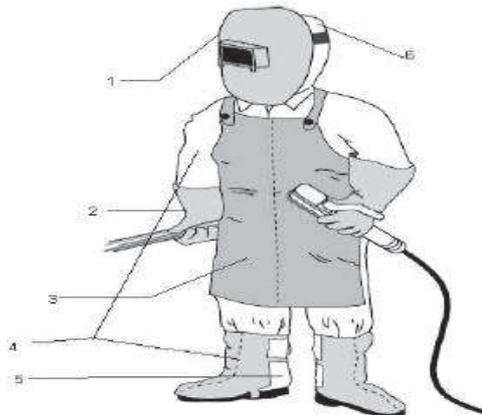
- Apagar la fuente de poder
- Recoger los cables y mangueras

### **Normas de seguridad**

Para realizar las prácticas de soldadura, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

- Utilizar el equipo de seguridad como muestra la figura 3.40

**FIGURA 3.40 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL**



**Fuente:** <http://www.indura.cl> (24/042013)

1. **Mascara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello
2. **Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas
3. **Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco
4. **Polainas y casacas de cuero:** para evitar las severas que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido
5. **Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras
6. **Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo

- Conectar los extractores de gases antes de soldar
- Desconectar la máquina de la red de alimentación para hacer cualquier conexión al equipo
- Controlar la presión de los gases
- Terminada la operación de soldadura, aliviar las mangueras de gas
- Tenga cerca un extinguidor en caso de incendio
- No pisar los cables ni las mangueras del equipo de soldadura
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la máquina
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- Al terminar de soldar nunca dejar el porta electrodos sobre la mesa de trabajo
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto pueden llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales

### **Actividades**

1. Defina el proceso GMAW

2. Explique sobre la transferencia metálica en este proceso
3. ¿Qué gases protectores se emplean en el proceso GMAW y para qué materiales?
4. ¿Qué tipo de máquina soldadura se utiliza en el proceso GMAW y por qué?
5. ¿Cuáles son los factores que intervienen en el proceso GMAW, explique?

## **PRÁCTICA 10**

### **Título**

SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO DE TUNGSTENO (GTAW)

### **Objetivos**

- Aplicar el procedimiento de soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno
- Mejorar el uso de la pistola o torcha

### **Fundamento teórico**

La soldadura GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) es un proceso de soldadura que usa un arco sostenido entre un electrodo no consumible de tungsteno y el charco de soldadura. El arco es protegido de la atmósfera por un gas inerte sin presión, y la adición de metal de aporte (opcional) se realiza mediante la fusión de una varilla de aporte.

El proceso GTAW tiene aplicación en muchos campos de la industria actual dado la limpieza y calidad en las uniones y demás trabajos realizados, además de la gran variedad de metales que pueden ser soldados con este proceso. Es usado en aeronáutica, industria hospitalaria, reparaciones, etc.

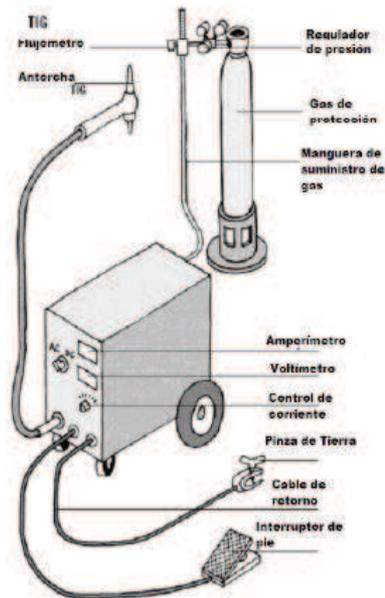
## **Equipos**

- Máquina de soldar GTAW
- Soporte porta electrodos para soldadura GTAW
- Cilindro de gas inerte
- Cables de interconexión y mangueras
- Mascara de soldar con lente N° 12 o N° 14
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina de acero de bajo carbono
- Electrodo EWTh-2 2% Th

## **Procedimientos**

- Colocarse el equipo de protección personal
- Cortar la platina para la práctica
- Previo a la realización de cualquier operación de soldadura con TIG, limpiar la superficie. Esto es muy importante ya que en este sistema no se utilizan fundentes o “fluxes” que realicen dichos trabajo y separen las impurezas como escoria
- Cortar la varilla de aporte en tramos de no más de 450 mm. Resultan más cómodas para maniobrar. Previamente a su utilización, se deberá limpiar con alcohol o algún solvente volátil. Aún el polvillo contamina la soldadura
- Reunir el equipo y materiales necesarios
- Armar el circuito de soldadura como muestra la figura 3.41

FIGURA 3.41 CIRCUITO DE SOLDADURA PARA EL PROCESO TAW

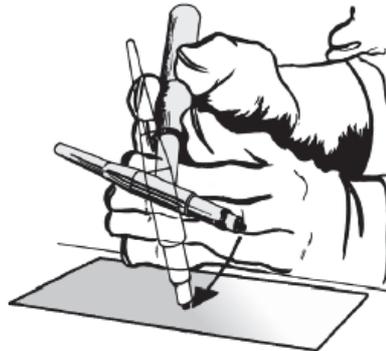


Fuente: <http://www.indura.cl> (24/04/2013)

- Comprobar que el cilindro de gas esté conectado y ajustado correctamente
- Se deberá estimar el diámetro del electrodo de tungsteno a utilizar en aproximadamente la mitad del espesor del metal a soldar
- Ajustar el electrodo en el porta electrodos, de forma que sobresalgan de la longitud adecuada al tipo de junta a realizar
- Ajustar el generador a la intensidad de corriente adecuada si se emplea porta electrodos refrigerados por agua, el paso de agua
- Abrir el paso de gas inerte y regular el caudal adecuadamente
- Deben evitarse corrientes de aire en el lugar de soldadura. La más mínima brisa hará que las soldaduras realizadas con TIG se quiebren o fisuren. Además pueden ser que por efecto del viento, se sople o desvanezca el gas inerte de protección
- Comprobar la polaridad antes de empezar a soldar. La polaridad inversa produce un arco mucho más caliente que la directa, al mismo amperaje

- Para comenzar la soldadura, el soplete deberá estar a un ángulo de  $45^\circ$  con respecto al plano de la soldadura. Se acercará el electrodo de tungsteno a la pieza mediante un giro de muñeca como lo muestra la figura 3.42. Se deberá mantener una distancia entre el electrodo y la pieza a soldar de 3 a 6 mm ( $1/8''$  a  $1/4''$ ). Nunca se debe tocar el electrodo de tungsteno con la pieza a soldar. El arco se generará sin necesidad de ello.

**FIGURA 3.42 FORMA CORRECTA DE COMENZAR EL ARCO CON UN SISTEMA GTAW**



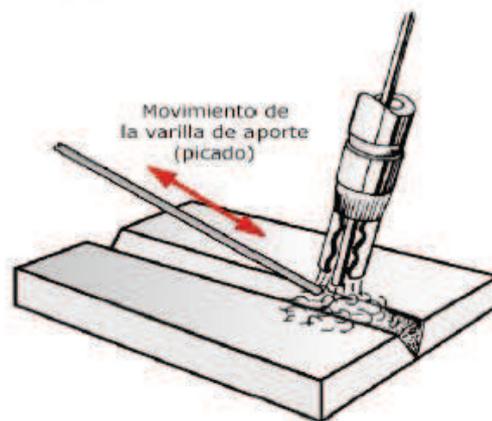
**Fuente:**

[www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf](http://www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf)  
(24/04/2013)

- Si la torcha está equipada con un interruptor de arranque en el mango, éste se debe tener oprimido siempre durante todo el proceso
- Calentar en la torcha hasta generar un punto incandescente. Mantener alejada la varilla de aporte hasta tanto no se haya alcanzado la temperatura de trabajo correcta. Una vez logrado el punto incandescente sobre el material a soldar, adicionar aporte de la varilla metálica como muestra la figura 3.43, realizando movimientos hacia adentro y hacia fuera de la zona de soldadura (llamado picado). No se debe tratar de fundir el metal de aporte con el arco. Se debe dejar que el metal fundido de la pieza lo absorba. Al sumergir el metal de

aporte en la zona de metal fundido, éste tenderá a perder temperatura, por lo que se debe mantener una cadencia en la intermitencia empleada en la varilla de aporte. Si a pesar de aumentar la frecuencia de picado la zona fundida pierde demasiada temperatura, se deberá incrementar el calentamiento.

**FIGURA 3.43 ESQUEMA ILUSTRADO DE LA UBICACIÓN DE LA VARILLA DE APORTE**

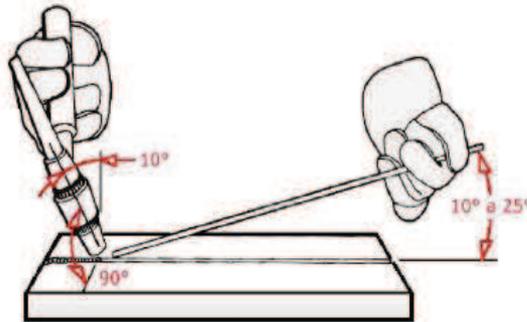


**Fuente:**

[www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf](http://www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf)  
(24/04/2013)

- El material de aporte deberá ser alimentado en forma anticipada al arco como lo muestra la figura 3.44, respetando un ángulo de  $15^{\circ}$  a  $25^{\circ}$  respecto al plano de soldadura, mientras el soplete deberá tener un ángulo de  $90^{\circ}$  respecto al eje perpendicular al sentido de la soldadura y ligeramente inclinada en el eje vertical (aproximadamente  $10^{\circ}$ ). Es muy importante que el ángulo de alimentación del aporte sea lo menor posible. Esto asegura una buena protección del gas inerte sobre el metal fundido y reduce el riesgo de tocar la varilla con el electrodo de tungsteno.

**FIGURA 3.44** ÁNGULO DE LA VARILLA DE APORTE Y TORCHA



**Fuente:**

[www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf](http://www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf)  
(24/04/2013)

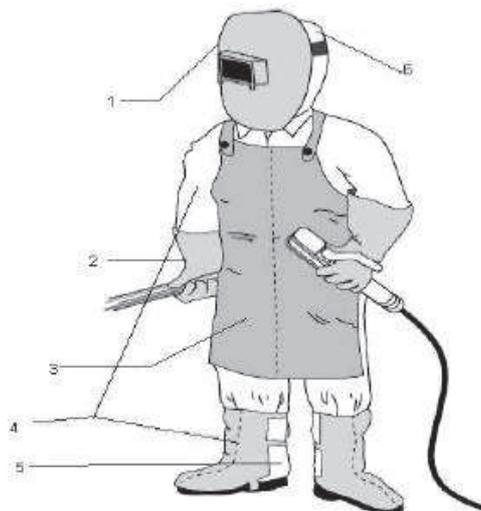
- Para extinguir el arco, retirar el electrodo hasta la posición horizontal mediante un rápido movimiento de muñecas. Este movimiento debe realizarse rápidamente a fin de evitar deterioros en la superficie de la soldadura
- Al terminar, cerrar las válvulas del cilindro de argón, manteniendo presionado el gatillo de la torcha con el fin de aliviar la presión de las mangueras
- Apagar el equipo estabilizador de alta frecuencia y fuente de poder
- Recoger los cables y mangueras

### **Normas de seguridad**

Para realizar las prácticas de soldadura, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

- Utilizar el equipo de seguridad como muestra la figura 3.45

**FIGURA 3.45 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL**



Fuente: <http://www.indura.cl> (24/04/2013)

1. **Mascara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello
2. **Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas
3. **Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco
4. **Polainas y casacas de cuero:** para evitar las severas que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido
5. **Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras
6. **Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo

- Conectar los extractores de gases antes de soldar para asegurar una buena ventilación, ya que cuando se emplea gases inertes la acumulación de estos puede causar asfixia
- Proteger los ojos del arco eléctrico, se puede utilizar el filtro N° 12 para materiales no ferrosos y el N° 14 para materiales ferrosos. En general la energía radiante ultravioleta de máxima intensidad se produce cuando se

emplea argón como gas protector y cuando se suelda aluminio o acero inoxidable

- Controlar la presión de los gases
- Terminada la operación de soldadura, aliviar las mangueras de gas
- Tenga cerca un extinguidor en caso de incendio
- No pisar los cables ni las mangueras del equipo de soldadura
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la máquina
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- Al terminar de soldar nunca dejar la torcha de soldadura sobre la mesa de trabajo
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto pueden llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales

### **Actividades**

1. ¿Qué es la soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno?
2. ¿Qué características sobresalen en la soldadura GTAW con corriente continua?
3. ¿Qué características sobresalen en la soldadura GTAW con corriente alterna?
4. ¿Qué gases protectores se emplean y por qué en la soldadura GTAW?
5. ¿Qué tipo de electrodos se emplean y por qué en la soldadura GTAW?

## PRÁCTICA 11

### Título

SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO (SAW)

### Objetivos

- Aplicar el procedimiento de soldadura por arco eléctrico sumergido (SAW)
- Conocer los fundamentos de la tecnología de soldadura por arco sumergido

### Fundamento teórico

En la soldadura por arco sumergido, el arco se establece entre la pieza a soldar y el electrodo, estando ambos cubiertos por una capa de flux granular (de ahí su denominación “arco sumergido”). Por esta razón el arco está oculto. Algunos fluxes se funden para proporcionar una capa de escoria protectora sobre el baño de soldadura. El flux sobrante vuelve a ser de nuevo reutilizado.

El arco sumergido, principalmente se utiliza en instalaciones de soldadura que están totalmente automatizadas, aunque también puede ser utilizado para realizar soldaduras manuales. Para aumentar la productividad es posible introducir técnicas utilizando varios electrodos. Dada su alta tasa de aportación, el procedimiento es apropiado para unir juntas rectas con buena preparación en posición horizontal. Principalmente, se utiliza con profusión en construcción y reparación naval, industrias químicas y estructuras metálicas pesadas.

## **Equipos**

- Máquina de soldar SAW
- Porta electrodos
- Cables de interconexión
- Gafas de seguridad
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina de acero de bajo carbono
- Electrodo ER 70S-6

## **Procedimientos**

- Comprobar que la barra de rango de voltaje (RANGER BAR), ubicada en el transformador de soldadura esté en posición correcta, de lo contrario hacer el cambio antes de encender la máquina
- Verificar que las conexiones de los cables y la toma de energía estén en forma correcta. Verificando la conexión a tierra no este floja o suelta
- Hacer las conexiones del cable de trabajo según el rango de amperaje que se utilizará. El terminal (+) (150 – 300 A) o el terminal (-) (300 – 750 A) será conectado al cable de trabajo o al del porta electrodo según la polaridad que desee
- Verificar que haya suficiente cantidad de alambre electrodo y fundente para hacer el cordón de una sola vez
- Encender la fuente de poder y el sistema de alimentación de alambre, verificar que se encienda la luz piloto

- Colocar el mecanismo de desplazamiento del carro en la posición correcta, moviendo la palanca, energizar el mecanismo de desplazamiento del carro mediante el “switch” de potencia de su caja de control (ROWR ON – OFF)
- Ajustar la velocidad de desplazamiento (TRAVEL SPEED) mediante la perilla respectiva. Esta velocidad puede ajustarse dentro de un rango de velocidades para la cual esta armada la máquina. Para operar en el rango de velocidades altas hacer los cambios respectivos
- Colocar el “switch” de avance (AUTOMATIC – MANUAL) en la posición deseada
- Ajustar el voltaje del arco en la fuente de poder
- Presiona la torcha de soldadura sobre el trabajo, hacer un ajuste previo del cabezal
- Asegurar que el “switch” de dirección de alimentación del alambre (WIRE FEED DIRECTION), esté en la posición ABAJO (DOWN) y presionar el “switch” de avance del electrodo (INCH) lo necesario para sacar el alambre la distancia deseada (STICK – OUT)
- Ajustar el control de velocidad del alambre (WIRE SPEED CONTROL) a una posición adecuada del rango (usando tablas de calibración)
- Abrir la válvula de pase de fundente
- Presionar el botón de arranque (START)
- Ajustar el control de voltaje y la velocidad de alimentación a valores más adecuados al trabajo a realizar
- Si el desplazamiento del carro está en automático, el carro se moverá en cuanto comience la alimentación del alambre en la dirección establecida por el “switch” de dirección de avance
- Empezar a realizar la soldadura como se indica en la figura 3.46

**FIGURA 3.46 SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO SAW**



**Fuente:** <http://www.drweld.com/submergeda.html> (24/04/2013)

- Al terminar de soldar presionar el botón de parar (STOP)
- Cerrar el paso del fundente
- Apagar el “switch” de potencia en la fuente de poder

### **Normas de seguridad**

Las medidas de seguridad necesarias para trabajar en esta práctica son las siguientes:

- Utilizar gafas de seguridad
- Tenga cerca un extinguidor en caso de incendio
- No pisar los cables del equipo de soldadura
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- No manipular los controles de la máquina sin autorización del profesor

### **Actividades**

1. ¿Qué es la soldadura por arco sumergido?
2. Indique el principio de funcionamiento de la soldadura por arco sumergido
3. ¿Qué clases de fundentes se utilizan y cómo influyen en la soldadura por arco sumergido?

4. ¿Cómo se presenta un fundente?

## PRÁCTICA 12

### Título

SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO TUBULAR Y FUNDENTE EN EL NUCLEO (FCAW)

### Objetivos

- Aplicar el procedimiento de soldadura por arco eléctrico con electrodo cilíndrico y fundente en el centro (FCAW)
- Estudiar los fundamentos de la tecnología de soldadura por arco eléctrico con electrodo cilíndrico y fundente en el centro (FCAW)

### Fundamento teórico

La soldadura por arco con núcleo de fundente (flux cored arc welding, FCAW) es un proceso de soldadura por arco que aprovecha un arco entre un electrodo continuo de metal de aporte y el charco de soldadura. Este proceso se emplea con protección de un fundente contenido dentro del electrodo tubular, con o sin un escudo adicional de gas de procedencia externa, y sin aplicación de presión.

El electrodo con núcleo de fundente es un electrodo tubular de metal de aporte compuesto que consiste en una funda metálica y un núcleo con diversos materiales pulverizados. Durante la soldadura, se produce un manto de escoria abundante sobre la superficie de la franja de soldadura.

El aspecto que distingue al proceso FCAW de otros procesos de soldadura por arco es la inclusión de ingredientes fundentes dentro de un electrodo de alimentación continua. Las notables características de operación del proceso y las propiedades de la soldadura resultante se pueden atribuir al empleo de este tipo de electrodo.

El proceso FCAW tiene dos variaciones principales que difieren en su método de protección del arco y del charco de soldadura contra la contaminación por gases atmosféricos (oxígeno y nitrógeno). Una de ellas, la FCAW con autoprotección, protege el metal fundido mediante la descomposición y vaporización del núcleo de fundente en el calor del arco. El otro tipo, la FCAW con escudo de gas, utiliza un flujo de gas protector además de la acción del núcleo de fundente. En ambos métodos, el material del núcleo del electrodo proporciona una cubierta de escoria sustancial que protege el metal de soldadura durante su solidificación.

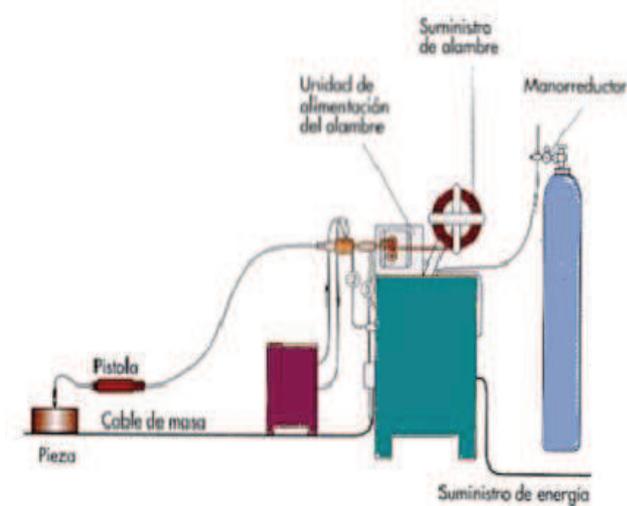
### **Equipos**

- Una fuente de poder de soldadura
- Una fuente reguladora de gas de protección
- Una fuente de electrodos
- Cables de interconexión y mangueras
- Mascara de soldar con lente N° 10
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina de acero de bajo carbono
- Electrodo E71T-1
- Cepillo de cerdas de metal

## Procedimientos

- Colocarse el equipo de protección personal
- Cortar la platina para la práctica
- Limpiar la capa de óxido de la platina con un cepillo de cerdas de metal
- Reunir el equipo y materiales necesarios
- Armar el circuito de soldadura de acuerdo a la figura 3.47

FIGURA 3.47 CIRCUITO DE SOLDADURA PARA EL PROCESO FCAW



Fuente:

[www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf](http://www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf)  
(24/04/2013)

- Regular la velocidad de avance del electrodo
- Oprimir el gatillo de la pistola hasta que sobresalgan 6 mm de electrodo de la boquilla. En caso de sobrepasar dicha medida, cortar el excedente con un alicate
- Abrir el cilindro del gas protector
- Oprimir el gatillo de la pistola para purgar el aire de las mangueras y ajustar el manómetro al valor deseado (entre 18 y 20 psi)

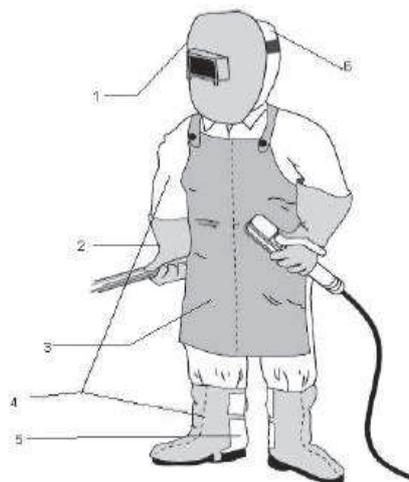
- Frotar con la punta del alambre la platina para encender el arco eléctrico
- Para extinguir el arco, separar la pistola del metal o bien soltar y volver a pulsar el gatillo
- Si el electrodo se pega al metal, soltar el gatillo y cortar el electrodo con alicate
- Si se desea realizar un cordón o una costura, se deberá calentar el metal formando una zona incandescente, y luego mover la pistola a lo largo de la unión a una velocidad uniforme para producir una soldadura lisa y pareja
- Mantener el electrodo en el borde delantero de la zona de metal fundido, conforme avanza la soldadura
- El ángulo que forme la pistola con la vertical es muy importante. Este deberá ser de no más de  $5^{\circ}$  a  $10^{\circ}$ . De no ser así, el gas no protegerá la zona de metal fundido
- Apagar la fuente de poder
- Recoger los cables y mangueras

### **Normas de seguridad**

Para realizar las prácticas de soldadura, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

- Utilizar el equipo de seguridad como muestra la figura 3.48

**FIGURA 3.48 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL**



Fuente: <http://www.indura.cl> (24/04/2013)

1. **Mascara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello
2. **Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas
3. **Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco
4. **Polainas y casacas de cuero:** para evitar las severas que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido
5. **Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras
6. **Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo

- Conectar los extractores de gases antes de soldar
- Desconectar la máquina de la red de alimentación para hacer cualquier conexión al equipo
- Controlar la presión de los gases
- Terminada la operación de soldadura, aliviar las mangueras de gas

- Tenga cerca un extinguidor en caso de incendio
- No pisar los cables ni las mangueras del equipo de soldadura
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la máquina
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- Al terminar de soldar nunca dejar la torcha de soldadura sobre la mesa de trabajo
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto pueden llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales

### **Actividades**

1. ¿Qué es la soldadura por arco eléctrico con electrodo cilíndrico y fundente en el centro?
2. ¿En qué se diferencia de los otros procesos de soldadura?
3. ¿Indique las características principales de los alambres para soldadura al arco con núcleo fundente?
4. ¿Qué aplicación tiene el proceso FCAW?

## **PRÁCTICA 13**

### **Título**

SOLDADURA ELÉCTRICA POR RESISTENCIA POR PUNTOS (RSW)

### **Objetivos**

- Aplicar el procedimiento de soldadura por resistencia por puntos
- Estudiar los fundamentos de la soldadura por resistencia por puntos

### **Fundamento teórico**

La soldadura por puntos es un método de soldadura por resistencia que se basa en presión y temperatura, en el que se calienta una parte de las piezas a soldar por corriente eléctrica a temperaturas próximas a la fusión y se ejerce una presión entre las mismas. Generalmente se destina a la soldadura de chapas o láminas metálicas, aplicable normalmente entre 0,5mm y 3mm de espesor.

El soldeo por puntos es el más difícil y complicado de los procedimientos de soldadura por resistencia. Los materiales bases se deben disponer solapados entre electrodos, que se encargan de aplicar secuencialmente la presión y la corriente correspondiente al ciclo produciendo uno o varios puntos de soldadura.

Es un tipo de soldadura que se cataloga por soldadura sin fusión del metal base a soldar, se considera un proceso en el cual los electrodos utilizados no son consumibles, además no se necesita material de aporte para que se produzca la unión entre las dos piezas, se considera un tipo de soldadura rápida, limpia y fuerte.

El material utilizado de los electrodos es una aleación de cobre con Cd, Cr, Be, W con objeto de que presente una baja resistencia y una elevada oposición a la deformación bajo una presión estando su dureza comprendida entre 130 y 160 HB.

También este tipo de soldadura necesita de un transformador donde la bobina secundaria suministra un voltaje a los electrodos de 1V a 10V y una gran corriente, debido a que generalmente la resistencia de las piezas a soldar es muy baja por tanto la corriente que debe pasar por la zona a soldar debe de ser del orden de los 500 amperios.

### **Equipos**

- Máquina de soldadura RSW
- Gafas de seguridad
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina
- Electrodo

### **Procedimientos**

- Colocarse el equipo de protección personal
- Preparar las chapas para unir. Estas deben acondicionarse dejándolas en chapa viva y limpias
- Aplicar una protección anticorrosiva electrosoldable a las caras internas de las chapas que estarán en contacto tras la soldadura. Esta protección es necesaria para evitar focos de oxidación por filtraciones de humedad, etc.

- Elegir adecuadamente los electrodos. El diámetro y geometría de las puntas estarán en consonancia con el espesor de las chapas a unir. Han de aliarse con cuidado y estar perfectamente limpios y sin deterioros
- Ajustar la distancia entre electrodos. La distancia entre los electrodos, una vez cerrados, ha de ser la correcta. Si estuvieran muy separados, la presión en las chapas sería insuficiente, siendo las puntas de los electrodos las que sufrirán el calentamiento y no las chapas a soldar. Si, por el contrario, los electrodos estuvieran muy juntos, se produciría una sobrepresión en las chapas, que pudiera dar lugar a la expulsión del núcleo del punto
- Fijar el voltaje de acuerdo al espesor de la lamina
- Fijar el tiempo de corto circuito de acuerdo al espesor de la lámina
- Encender la fuente
- Presionar los electrodos sobre la lámina para que se produzca el punto de soldadura
- Retirar la lámina
- Apagar la fuente

### **Normas de seguridad**

Las medidas de seguridad necesarias para trabajar en esta práctica son las siguientes.

- Utilizar gafas de seguridad
- Utilizar guantes de protección
- No pisar los cables del equipo de soldadura
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- No manipular los controles de la máquina sin autorización del profesor

### **Actividades**

1. ¿Qué es la soldadura por resistencia por puntos?
2. ¿Cuáles son los materiales de los electrodos que se emplean en la soldadura por resistencia por puntos?
3. Indique las propiedades de los materiales usados como electrodos en la soldadura por resistencia por puntos
4. ¿De qué depende una buena soldadura por resistencia?
5. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de la soldadura por resistencia?

## PRÁCTICA 14

### Título

SOLDADURA POR RESISTENCIA DE COSTURA (RSEW)

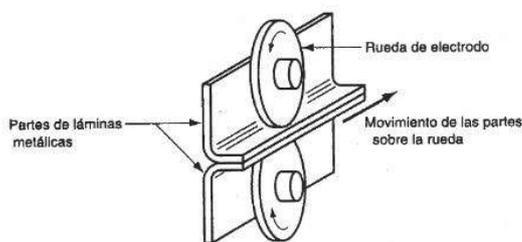
### Objetivos

- Aplicar el procedimiento de soldadura por resistencia de costura
- Estudiar los fundamentos de la soldadura por resistencia de costura

### Fundamento teórico

En la soldadura engargolada por resistencia, SER (en inglés resistance seam welding, RSEW), los electrodos con forma de varilla de la soldadura de puntos se sustituyen con ruedas giratorias, como se muestran en la figura 3.49, y se hace una serie de soldaduras de puntos sobrepuestas a lo largo de la unión

FIGURA 3.49 ESQUEMA DE LA SOLDADURA RSEW



Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF/cap-432.pdf> (24/04/2013)

El proceso produce uniones herméticas y sus aplicaciones industriales incluyen la producción de tanques de gasolina, silenciadores de automóviles y otros recipientes fabricados con láminas de metal. Técnicamente, la RSEW es igual que la soldadura de puntos, excepto que los electrodos en ruedas introducen ciertas complejidades.

Dado que la operación generalmente se realiza en forma continua, y no separada, las formas en gargoladas deben estar a lo largo de una línea recta o uniformemente curva. Las esquinas agudas e irregularidad es similares son difíciles de manejar. Así mismo, la deformación de las partes es el factor más significativo en la soldadura engargolada por resistencia, por esta causa se requieren soportes bien diseñados para sostener el trabajo en la posición correcta ya sí reducir la distorsión

### **Equipos**

- Máquina de soldadura RESW
- Gafas de seguridad
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina de acero de bajo carbono
- Electrodo E6010

### **Procedimientos**

- Colocarse el equipo de protección personal
- Preparar las chapas para unir. Estas deben acondicionarse dejándolas en chapa viva y limpias
- Aplicar una protección anticorrosiva electrosoldable a las caras internas de las chapas que estarán en contacto tras la soldadura. Esta protección es necesaria para evitar focos de oxidación por filtraciones de humedad, etc.

- Elegir adecuadamente los electrodos de rodillos. Han de aliarse con cuidado y estar perfectamente limpios y sin deterioros
- Ajustar la distancia entre electrodos de rodillos
- Fijar el voltaje de acuerdo al espesor de la lamina
- Fijar el tiempo de corto circuito de acuerdo al espesor de la lámina
- Encender la fuente
- Pasar los electrodos de rodillos sobre la lámina para que se produzca la soldadura
- Retirar la lámina
- Apagar la fuente

### **Normas de seguridad**

Las medidas de seguridad necesarias para trabajar en esta práctica son las siguientes.

- Utilizar gafas de seguridad
- Utilizar guantes de protección
- No pisar los cables del equipo de soldadura
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- No manipular los controles de la máquina sin autorización del profesor

### **Actividades**

1. ¿Qué es una soldadura por resistencia?
2. Realizar el circuito de la soldadura por resistencia de costura
3. ¿Cuáles son las variables en la soldadura por resistencia por de chispa?
4. ¿Qué máquinas de soldar se emplean en la soldadura por resistencia de chispa?

## PRÁCTICA 15

### **Título**

SOLDADURA POR RESISTENCIA - CHISPA

### **Objetivos**

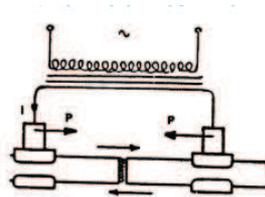
- Aplicar el procedimiento de soldadura por resistencia - chispa
- Estudiar los fundamentos de la soldadura por resistencia - chispa

### **Fundamento teórico**

Es una variante de la soldadura a tope, la diferencia con respecto a ésta, es que los materiales a soldar, se separan lo suficiente, como para que se produzcan microarcos (chispas), que permitan la fusión para favorecer la unión. La zona fundida, que contiene los óxidos e impurezas al ser comprimida, es expulsada hacia el exterior. Una vez que el metal está frío (pero plástico), se ejerce una nueva presión sobre él, apareciendo un hinchamiento en la zona soldada, que deberá ser eliminado posteriormente por mecanizado.

Tanto la soldadura a tope, como la variante por chispa, pueden ser aplicadas a la unión de aceros al carbono, de alta aleación, cobre y aleaciones aluminio-cobre, etc. En la unión de brocas, peras o mangos, etc.

**FIGURA 3.50 ESQUEMA DE LA SOLDADURA POR RESISTENCIA – CHISPA**



**Fuente:** <http://www.iesremedios.es/wp-content/uploads/t-1-11-rev-2-soldeo-por-resistencia.pdf>  
(24/04/2013)

### **Equipos**

- Máquina de soldadura por resistencia de chispa
- Gafas de seguridad
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina de acero de bajo carbono

### **Procedimientos**

- Colocarse el equipo de protección personal
- Preparar las piezas a unir. Estas deben acondicionarse dejándolas limpias
- Aplicar una protección anticorrosiva electroestable en las caras internas que estarán en contacto tras la soldadura. Esta protección es necesaria para evitar focos de oxidación por filtraciones de humedad etc.
- Ajustar las piezas en las mordazas de la máquina
- Ajustar la distancia entre las piezas
- Fijar el voltaje de acuerdo al material a soldar
- Fijar el tiempo de corto circuito de acuerdo al material a soldar
- Encender la fuente

- Realizar la soldadura
- Retirar la pieza
- Apagar la fuente

### **Normas de seguridad**

Las medidas de seguridad necesarias para trabajar en esta práctica son las siguientes.

- Utilizar gafas de seguridad
- Utilizar guantes de protección
- No pisar los cables del equipo de soldadura
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura
- No manipular los controles de la máquina sin autorización del profesor

### **Actividades**

1. ¿Qué es la soldadura por resistencia de chispa?
2. Grafique e identifique las partes del proceso de soldadura por resistencia de chispa
3. ¿Cuál es la aplicación de la soldadura por resistencia de chispa?

## PRÁCTICA 16

### Título

SOLDADURA FUERTE

### Objetivos

- Conocer los principios básicos de la soldadura fuerte con soplete (TB), con inmersión (DB) y de resistencia (RB)
- Conocer las ventajas y limitaciones de la soldadura fuerte

### Fundamento teórico

La soldadura fuerte consiste en un proceso de unión de dos metales a través del calentamiento de estos y la posterior adición de un metal de aportación, el cual debe tener una temperatura de fusión superior a 450 °C y menor al del metal base. Este material de aportación se colocará en el hueco que dejan las dos partes a unir y se distribuirá entre las superficies de unión por atracción capilar. Este tipo de unión es muy común en la industria y sirve para unir la mayoría de los metales y aleaciones que encontramos en el sector de la metalurgia.

La soldadura fuerte como bien indica su nombre se caracteriza por tener una fortaleza y ductilidad alta. De hecho la zona de unión es igual o más fuerte que los metales que se han unido. También es una unión que destaca por su homogeneidad en la unión, lo

que implica un buen acabado a nivel estético y estanqueidad a la hora de contener fluidos.

### **Equipos**

- Sopladores eléctricos
- Soplete con cartuchos o botella de gas
- Bórax
- Platinas de acero de bajo carbono
- Electrodo o material de aporte (Varilla RG-60)

### **Procedimientos**

- Colocarse el equipo de protección personal
- Diseño de la unión
- Seleccionar el material de aporte
- Cortar la platina o el material base
- Limpiar la capa de óxido del metal base, mediante proceso químico o mecánico
- Para encender la máquina tome en cuenta lo siguiente
  - a) Conexiones de los elementos del equipo
- Limpiar que inspeccionar cada uno de los componentes, asegurarse que no hay aceite o grasas en las conexiones de oxígeno
- Realizar el purgado de botellas
- Montar el equipo de soldeo con las válvulas cerradas, verificando las conexiones antes de abrir ninguna de ellas
  - b) Apertura del oxígeno y del acetileno

La secuencia de operación se realiza con uno de los gases y luego con el otro pero nunca simultáneamente:

- Antes de abrir la válvula comprobar que el tornillo de regulación de manorreductores esta aflojado
- Abrir el grifo de la botella lentamente. En la de oxígeno totalmente y en la acetileno media vuelta
- Abrir la válvula de cierre del manorreductor
- Abrir la válvula del soplete
- Apretar el tornillo de regulación hasta que se obtenga la presión deseada. La presión del acetileno no debe superar  $1 \text{ Kg/cm}^2$
- Dejar salir gas durante 5 segundos por cada 15 m de longitud y cerrar la válvula del soplete

c) Encendido y apagado del soplete

Nunca se debe apagar cerrando primero el oxígeno ya que puede quedarse la llama atrapada dentro del soplete

- Verificar el estado del soplete, estanqueidad y limpieza de boquilla
- Verificar las conexiones de las mangueras
- Comprobar las presiones de trabajo
- Abrir las válvulas de acetileno, encender la llama con el mechero y regular la llama con el oxígeno
- Para apagar cerrar primero la válvula de acetileno y luego la del oxígeno
- Manejar el soplete evitando movimientos bruscos

d) Cierre de botellas

- Cerrar la válvula de los cilindros
- Aflojar el tornillo de los manorreductores
- Desalojar los gases de las mangueras abriendo las válvulas de los sopletes

- Atornillar la válvula de cierre del manómetro
- Cerrar las válvulas del soplete
- Abrir la válvula del oxígeno del soplete para dejar salir todo el gas
- Adecuado utillaje de sujeción (debe soportar altas temperaturas y ciclos térmicos)
- Calentamiento de la unión y aplicación de la aleación, controlando (tiempo y volumen de flujo)
- Observar los resultados de la soldadura
- Apagar la máquina
- Retirar la pieza soldada con una pinza, a un lugar ventilado
- Realizar la limpieza post soldeo, dependiendo del fundente (químicos o mecánicos)

### **Normas de seguridad**

Tanto los materiales de aporte como los fundentes contienen elementos que sobrecalentados producen humos que pueden ser perjudiciales para la salud.

Por lo tanto el brazing debe ser:

- Se debe llevar a cabo en las áreas bien ventiladas y evitando la inhalación de humos
- Las instalaciones extractoras son recomendadas cuando se utiliza cadmio
- Los fundentes pueden originar irritaciones moderadas en la piel y cualquier contacto prolongado debe ser evitado

Utilizar el equipo de seguridad como muestra la figura 3.51

FIGURA 3.51 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL



**Fuente:**

[www.ministrabajo.go.cr/consejo%20salud%20ocupacional/Articulos/Riesgo%20%20proceso%20de%20soldadura\\_3.ppt](http://www.ministrabajo.go.cr/consejo%20salud%20ocupacional/Articulos/Riesgo%20%20proceso%20de%20soldadura_3.ppt) (24/04/2013)

- Verificar que los extractores estén encendidos
- Usar guantes para evitar el contacto del fundente con la piel
- Tenga cerca un extinguidor en caso de incendio
- Utilizar los elementos de seguridad necesarios (mascarilla, guantes, gafas de protección) cuando se limpia la escoria
- Tocar las piezas que han sido soldadas con pinzas
- Enfriar la pieza soldada con agua, esperar hasta que se enfríe con el ambiente y luego proceder a realizar la limpieza post soldeo
- No trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y des gasificar con vapor de agua

### **Actividades**

1. ¿Qué es una soldadura fuerte?
2. ¿Cuál es la característica principal del material de aporte?
3. ¿Qué tipo de material de aporte se utiliza en la soldadura fuerte?
4. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de la soldadura fuerte?

### **3.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.3.1 CONCLUSIONES**

- La elaboración de las guías para prácticas para la aplicación de las técnicas de soldadura, a ser utilizadas en los talleres de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad técnica de Cotopaxi, se desarrolló al contar con la aprobación del 100% de los encuestados.
- Mediante la revisión bibliográfica, se logró la recopilación de importante información teórica y metodológica que se encuentra disponible en el presente proyecto.
- Las guías tienen como fin la adecuada utilización de los procesos en cada tipo de soldadura.
- Al realizar la investigación de campo se encontró que el 100% de los encuestados, manifiestan la necesidad de complementar sus conocimientos en el área de soldadura.
- El presente proyecto servirá como guía de consulta de los procesos de soldadura más empleados en el Ecuador.
- La utilización de las guías prácticas, aportarán directamente a sistematizar de mejor manera el desarrollo de cada una de las actividades dentro del taller de soldadura.

- El desarrollo de las prácticas en los talleres reforzará los conocimientos teórico- prácticos de los estudiantes, complementando su formación profesional.
- Las normas ASME, AWS, ANSI Z49.1 .son aplicables para la ejecución de cada una de las prácticas

### 3.3.2 RECOMENDACIONES

- Antes de la realización de las prácticas se debe leer detenidamente la guía, para lograr un mejor aprovechamiento de la misma.
- Se recomienda tomar en cuenta cada una de los procedimientos y normas de seguridad que se desarrollaron en cada una de las guías para evitar cualquier tipo de inconvenientes durante la realización de las prácticas.
- Tomar en cuenta que los materiales y equipos a ser utilizados en cada guía son de riesgo, por lo cual su manejo adecuado evitara algún tipo de accidente.
- Considerar que la participación de cada estudiante durante el desarrollo de cada una de las prácticas mejorará su aprendizaje.
- La interacción entre el estudiante y el docente en la realización y utilización de las guías, podrán ser la clave para el éxito y cumplimiento de los objetivos en cada una de las prácticas.
- Siendo la soldadura uno de los procesos de mayor utilidad en el campo profesional de un Ingeniero Electromecánico, es necesario establecer un sistema de enseñanza que fortalezca su formación.

### 3.3.3 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

#### a) Bibliografía Citada

- JEFFU, Larry, (2010). “Soldadura Principios y Aplicaciones”, Quinta Edición, Ediciones Paraninfo, Buenos Aires – Argentina, P.p. 4 - 16
- BAKKER, F. y HOVESTREIJDT, A., (2008). “Soldadura por Arco”, Biblioteca Técnica PHILIPS, Madrid, P.p. 25 – 44, 137 - 143
- BERNAL, Cesar, (2010). “Metodología de la Investigación”. Tercera Edición, Pretince Hall, Colombia. P.p. 58 – 65, 250 – 560.

#### b) Bibliografía Consultada

- BUDYNAS, Richard, (2011). “Diseño de Ingeniería Mecánica”, Novena Edición, Mc Grawhill, México.
- MANOLEY, Timothy, (2006). “Electrónica Industrial Moderna”, Quinta Edición, Prentice – Hall, México.

#### c) ENLACES

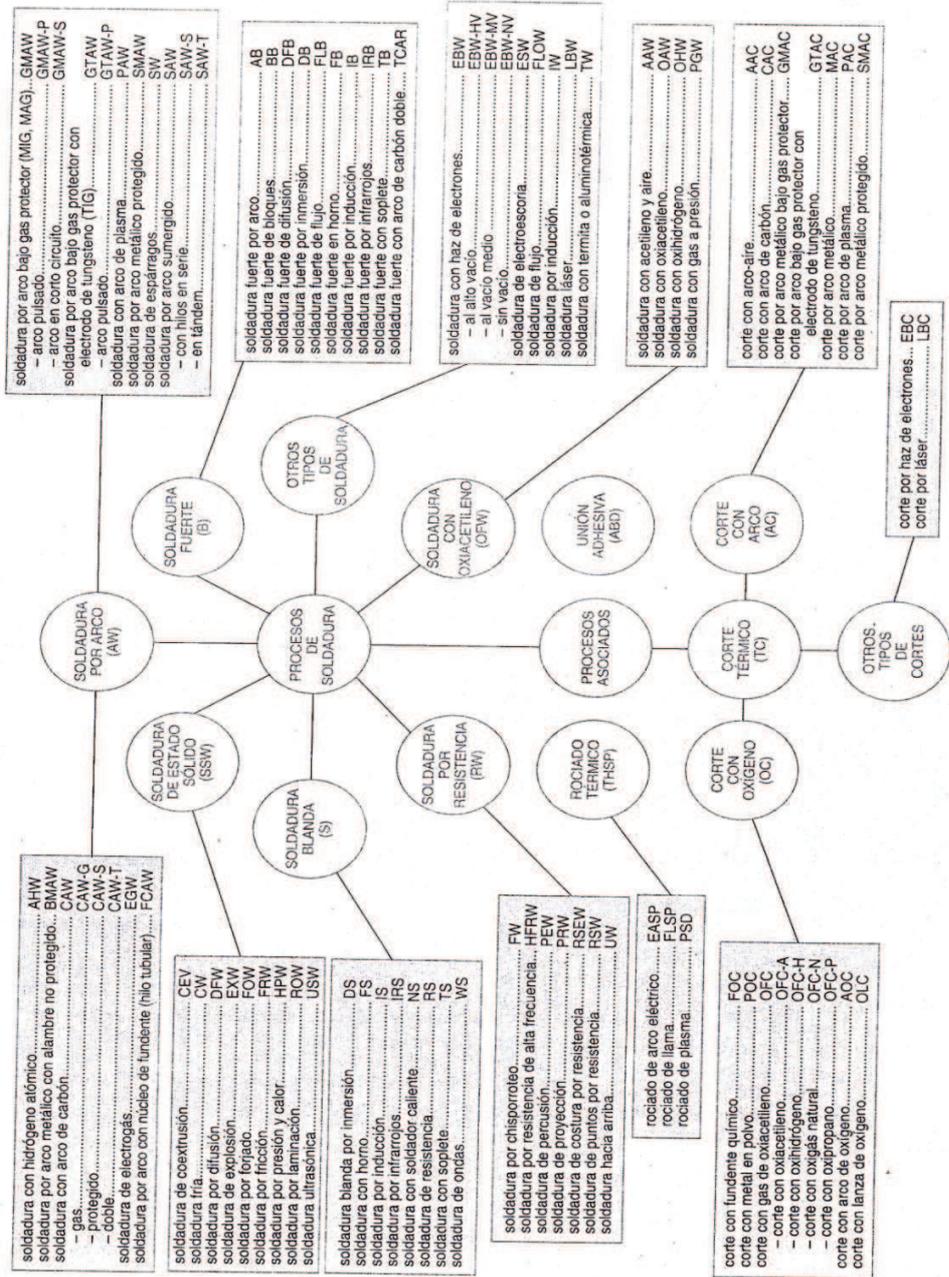
- Manual de soldadura, consultado (24/04/2013). Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos90/soldadura-arco-manual/soldadura-arco-manual.shtml>
- Historia de la soldadura, consultado (24/04/2013). Disponible en: <http://vivesoldando-camilo.blogspot.com/2010/06/historia-de-la-soldadura.html>
- Clasificación de la soldadura, (24/04/2013). Disponible en: <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf>

- Manual de soldadura OXGASA, consultado (24/04/2013). Disponible en: <http://www.oxgasa.com/attachments/article/45/manual%20del%20soldador.pdf>
- Manual de soldadura AGA, consultado (24/04/2013). Disponible en: [http://www.aga.com.ec/international/web/lg/ec/likegagaec.nsf/docbyalias/info\\_welding\\_electrone](http://www.aga.com.ec/international/web/lg/ec/likegagaec.nsf/docbyalias/info_welding_electrone)
- Tipos de electrodos, consultado (12/06/2013). Disponible en: <http://www.slideshare.net/saulolm/manual-soldadura-catalogo-de-electrodos-jose-aller>
- Prendas de seguridad y procesos de soldadura, consultado (12/06/2013). Disponible en: <http://galvec.com/curso.soldar.arco.pdf>
- Soldadura, consultado (24/04/2013). Disponible en: [http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura\\_mig.pdf](http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf)
- Manual de soldadura GALVE, consultado (24/04/2013). Disponible en:
- Manual de soldadura INDURA, consultado (24/04/2013). Disponible en: [http://www.indura.com.ec/\\_file/file\\_2182\\_manual%20de%20soldadura%20indura%202007.pdf](http://www.indura.com.ec/_file/file_2182_manual%20de%20soldadura%20indura%202007.pdf)
- Soldadura por arco eléctrico SMAW, consultado (24/04/2013). Disponible en: <http://adnervillarroel.files.wordpress.com/2010/07/soldadura-por-arco-electrico.pdf>
- Electrodos, consultado (12/06/2013). Disponible en: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn45.html>
- Seguridad en la soldadura, consultado el (24/04/2013). Disponible en: [http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http://hogar.comohacerpara.com/publico/imagenes/bba789\\_seguridad-soldar.jpg](http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http://hogar.comohacerpara.com/publico/imagenes/bba789_seguridad-soldar.jpg)
- Manual de soldadura OERLIKON, consultado (12/06/2013). Disponible en: [www.oerlikon.es](http://www.oerlikon.es)

# ANEXOS

# TABLA MAESTRA DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA Y LAS TÉCNICAS AFINES

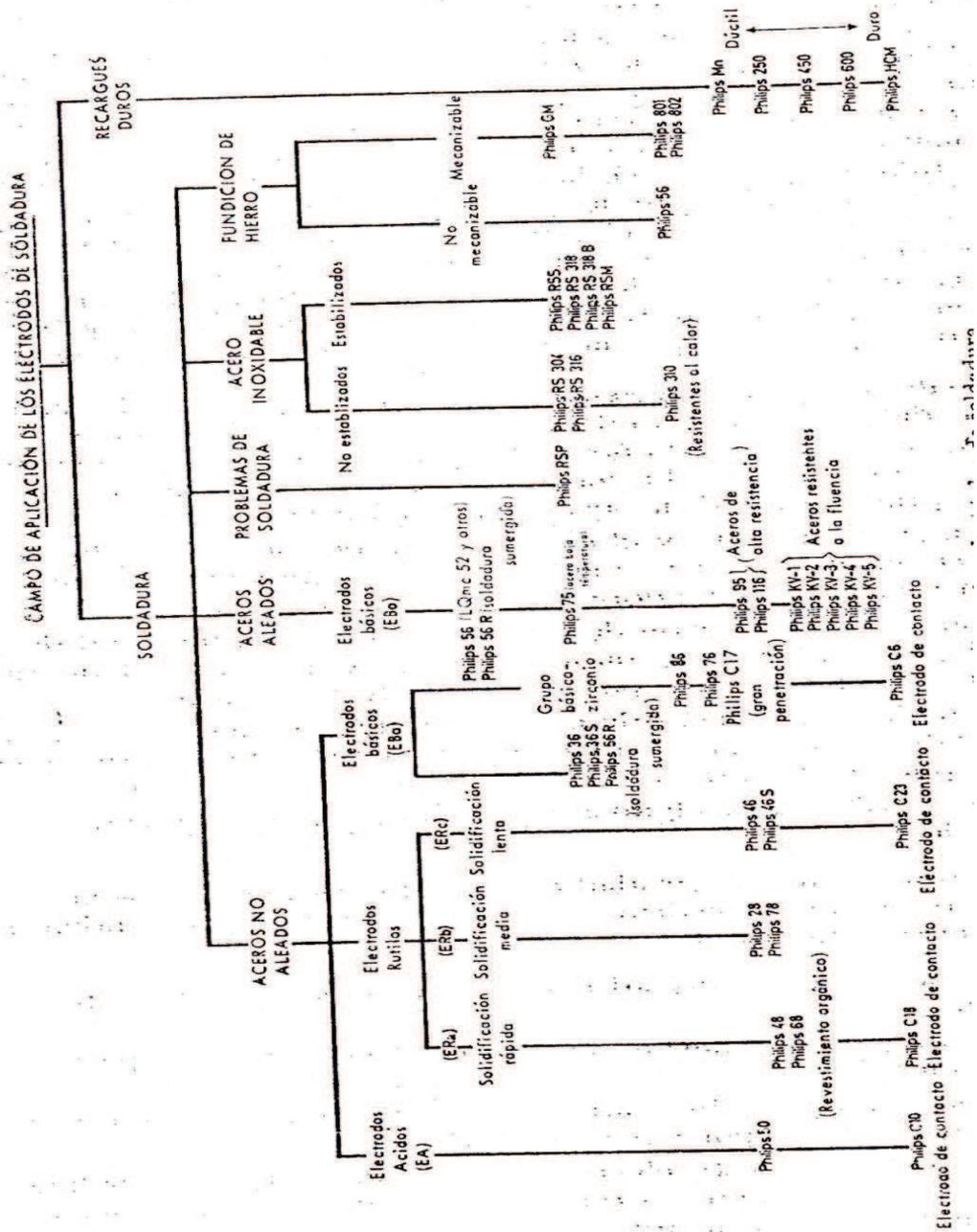
ANEXO # 1



Fuente: America Welding Society

# CAMPO DE APLICACIÓN DE LOS ELECTRODOS

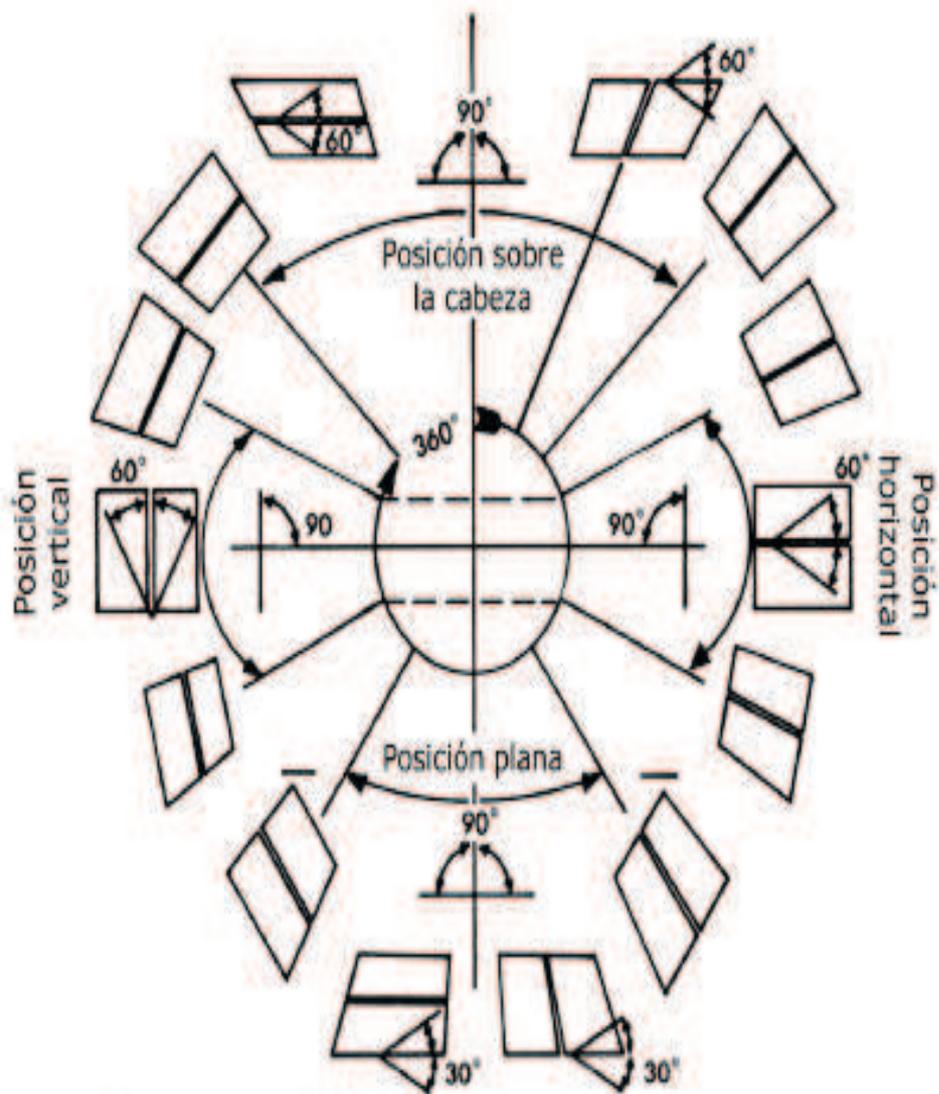
## ANEXO # 2



Fuente: Diseño de Ingeniería Mecánica

**ILUSTRACIONES DE LAS CUATRO  
POSICIONES BASICAS Y SUS VARIANTES**

**ANEXO # 3**



**Fuente:** Manual de Soldadura - Pedro Claudio Rodríguez



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

***ENCUESTA***

La presente encuesta está dirigida a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi

**Objetivo:** Determinar la importancia de la elaboración de guías prácticas para la aplicación de las técnicas de soldadura.

**INSTRUCCIONES:** Lea detenidamente cada pregunta y responda marcando con una x en la respuesta que usted considere correcta (marque sola una respuesta).

1. ¿Conoce usted algo sobre los procesos de soldadura?  
SI ( )                      No ( )
2. ¿Necesita usted profundizar sus conocimientos en las técnicas de soldadura?  
SI ( )                      No ( )
3. ¿Considera usted necesario la elaboración de las guías prácticas de soldadura para la implementación en los talleres de la Carrera de Ingeniería Electromecánica?  
SI ( )                      No ( )
4. ¿Será posible mejorar el aprendizaje de los estudiantes mediante la aplicación de las guías prácticas de soldadura?  
SI ( )                      No ( )
5. ¿Cree usted que este tipo de proyecto será factible para la universidad?  
SI ( )                      No ( )

Gracias por su colaboración

**PRENDAS DE PROTECCIÓN SEGÚN EL  
DECRETO EJECUTIVO DEL IESS 2393**

**ANEXO # 5**

Art. 176. ROPA DE TRABAJO.

1. Siempre que el trabajo implique por sus características un determinado riesgo de accidente o enfermedad profesional, o sea marcadamente sucia, deberá utilizarse ropa de trabajo adecuada que será suministrada por el empresario.

Igual obligación se impone en aquellas actividades en que, de no usarse ropa de trabajo, puedan derivarse riesgos para el trabajador o para los consumidores de alimentos, bebidas o medicamentos que en la empresa se elaboren.

2. La elección de las ropas citadas se realizará de acuerdo con la naturaleza del riesgo o riesgos inherentes al trabajo que se efectúa y tiempos de exposición al mismo.

3. La ropa de protección personal deberá reunir las siguientes características:

- a) Ajustar bien, sin perjuicio de la comodidad del trabajador y de su facilidad de movimiento.
- b) No tener partes sueltas, desgarradas o rotas.
- c) No ocasionar afecciones cuando se halle en contacto con la piel del usuario.
- d) Carecer de elementos que cuelguen o sobresalgan, cuando se trabaje en lugares con riesgo derivados de máquinas o elementos en movimiento.
- e) Tener dispositivos de cierre o abrochado suficientemente seguros, suprimiéndose los elementos excesivamente salientes.
- f) Ser de tejido y confección adecuados a las condiciones de temperatura y humedad del puesto de trabajo.

**PRENDAS DE PROTECCIÓN SEGÚN EL  
DECRETO EJECUTIVO DEL IESS 2393**

**ANEXO # 5**

4. Cuando un trabajo determine exposición a lluvia será obligatorio el uso de ropa impermeable.
5. Siempre que las circunstancias lo permitan las mangas serán cortas, y cuando sea largas, ajustarán perfectamente por medio de terminaciones de tejido elástico. Las mangas largas, que deben ser enrolladas, lo serán siempre hacia adentro, de modo que queden lisas por fuera.
6. Se eliminarán o reducirán en todo lo posible los elementos adicionales como bolsillos, bocamangas, botones, partes vueltas hacia arriba, cordones o similares, para evitar la suciedad y el peligro de enganche, así como el uso de corbatas, bufandas, cinturones, tirantes, pulseras, cadenas, collares y anillos.
7. Se consideran ropas o vestimentas especiales de trabajo aquellas que, además de cumplir lo especificado para las ropas normales de trabajo, deban reunir unas características concretas frente a un determinado riesgo.
8. En las zonas en que existen riesgos de explosión o inflamabilidad, deberán utilizarse prendas que no produzcan chispas.
9. Las prendas empleadas en trabajos eléctricos serán aislantes, excepto en trabajos especiales al mismo potencial en líneas de transmisión donde se utilizarán prendas perfectamente conductoras.
10. Se utilizará ropa de protección personal totalmente incombustibles en aquellos trabajos con riesgos derivados del fuego. Dicha ropa deberá reunir necesariamente las siguientes condiciones:

**PRENDAS DE PROTECCIÓN SEGÚN EL  
DECRETO EJECUTIVO DEL IESS 2393**

**ANEXO # 5**

a) Las mirillas en los casos en que deban utilizarse, además de proteger del calor, deberán garantizar una protección adecuada de los órganos visuales.

b) Siempre que se utilicen equipos de protección compuestos de varios elementos, el acoplamiento y ajuste de ellos deberá garantizar una buena funcionalidad del conjunto.

11. (Reformado por el Art. 64 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Las ropas de trabajo que se utilicen predominantemente contra riesgos de excesivo calor radiante, requerirán un recubrimiento reflectante.

12. En aquellos trabajos en que sea necesaria la manipulación con materiales a altas temperaturas, el aislamiento térmico de los medios de protección debe ser suficiente para resistir contactos directos.

13. En los casos en que se presenten riesgos procedentes de agresivos químicos o sustancias tóxicas o infecciosas, se utilizarán ropas protectoras que reúnan las siguientes características:

a) Carecerán de bolsillos y demás elementos en los que puedan penetrar y almacenarse líquidos agresivos o sustancias tóxicas o infecciosas.

b) No tendrán fisuras ni oquedades por las que se puedan introducir dichas sustancias o agresivos.

Las partes de cuellos, puños y tobillos ajustarán perfectamente.

c) Cuando consten de diversas piezas o elementos, deberá garantizarse que la unión de éstos presente las mismas características protectoras que el conjunto.

**PRENDAS DE PROTECCIÓN SEGÚN EL  
DECRETO EJECUTIVO DEL IESS 2393**

**ANEXO # 5**

14. En los trabajos con riesgos provenientes de radiaciones, se utilizará la ropa adecuada al tipo y nivel de radiación, garantizándose la total protección de las zonas expuestas al riesgo.

15. En aquellos trabajos que haya de realizarse en lugares oscuros y exista riesgo de colisiones o atropellos, deberán utilizarse elementos reflectantes adecuados.

**Art. 177. PROTECCIÓN DEL CRÁNEO.**

1. Cuando en un lugar de trabajo exista riesgo de caída de altura, de proyección violenta de objetos sobre la cabeza, o de golpes, será obligatoria la utilización de cascos de seguridad.

En los puestos de trabajo en que exista riesgo de enganche de los cabellos por proximidad de máquinas o aparatos en movimiento, o cuando se produzca acumulación de sustancias peligrosas o sucias, será obligatoria la cobertura del cabello con cofias, redes u otros medios adecuados, eliminándose en todo caso el uso de lazos o cintas.

2. Siempre que el trabajo determine exposición a temperaturas extremas por calor, frío o lluvia, será obligatorio el uso de cubrecabezas adecuados.

3. Los cascos de seguridad deberán reunir las características generales siguientes:

a) Sus materiales constitutivos serán incombustibles o de combustión lenta y no deberán afectar la piel del usuario en condiciones normales de empleo.

b) Carecerán de aristas vivas y de partes salientes que puedan lesionar al usuario.

**PRENDAS DE PROTECCIÓN SEGÚN EL  
DECRETO EJECUTIVO DEL IESS 2393**

**ANEXO # 5**

c) Existirá una separación adecuada entre casquete y arnés, salvo en la zona de acoplamiento.

4. En los trabajos en que requiriéndose el uso de casco exista riesgo de contacto eléctrico, será obligatorio que dicho casco posea la suficiente rigidez dieléctrica.

5. La utilización de los cascos será personal.

6. Los cascos se guardarán en lugares preservados de las radiaciones solares, calor, frío, humedad y agresivos químicos y dispuestos de forma que el casquete presente su convexidad hacia arriba, con objeto de impedir la acumulación de polvo en su interior.

En cualquier caso, el usuario deberá respetar las normas de mantenimiento y conservación.

7. Cuando un casco de seguridad haya sufrido cualquier tipo de choque, cuya violencia haga temer disminución de sus características protectoras, deberá sustituirse por otro nuevo, aunque no se le aprecie visualmente ningún deterioro.

**Art. 178. PROTECCIÓN DE CARA Y OJOS.**

1. Será obligatorio el uso de equipos de protección personal de cara y ojos en todos aquellos lugares de trabajo en que existan riesgos que puedan ocasionar lesiones en ellos.

2. Los medios de protección de cara y ojos, serán seleccionados principalmente en función de los siguientes riesgos:

a) Impacto con partículas o cuerpos sólidos.

**PRENDAS DE PROTECCIÓN SEGÚN EL  
DECRETO EJECUTIVO DEL IESS 2393**

**ANEXO # 5**

- b) Acción de polvos y humos.
  - c) Proyección o salpicaduras de líquidos fríos, calientes, cáusticos y metales fundidos.
  - d) Sustancias gaseosas irritantes, cáusticas o tóxicas.
  - e) Radiaciones peligrosas por su intensidad o naturaleza.
  - f) Deslumbramiento.
3. Estos medios de protección deberán poseer, al menos, las siguientes características:
- a) Ser ligeros de peso y diseño adecuado al riesgo contra el que protejan, pero de forma que reduzcan el campo visual en la menor proporción posible.
  - b) Tener buen acabado, no existiendo bordes o aristas cortantes, que puedan dañar al que los use.
  - c) Los elementos a través de los cuales se realice la visión, deberán ser ópticamente neutros, no existiendo en ellos defectos superficiales o estructurales que alteren la visión normal del que los use. Su porcentaje de transmisión al espectro visible, será el adecuado a la intensidad de radiación existente en el lugar de trabajo.
4. La protección de los ojos se realizará mediante el uso de gafas o pantallas de protección de diferentes tipos de montura y cristales, cuya elección dependerá del riesgo que pretenda evitarse y de la necesidad de gafas correctoras por parte del usuario.
5. Para evitar lesiones en la cara se utilizarán las pantallas faciales. El material de la estructura será el adecuado para el riesgo del que debe protegerse.

6. Para conservar la buena visibilidad a través de los oculadores, visores y placas filtro, se realiza en las siguientes operaciones de mantenimiento:

- a) Limpieza adecuada de estos elementos.
- b) Sustitución siempre que se les observe alteraciones que impidan la correcta visión.
- c) Protección contra el roce cuando estén fuera de uso.

7. Periódicamente deben someterse a desinfección, según el proceso pertinente para no afectar sus características técnicas y funcionales.

8. La utilización de los equipos de protección de cara y ojos será estrictamente personal.

**Art. 179. PROTECCIÓN AUDITIVA.**

1. Cuando el nivel de ruido en un puesto o área de trabajo sobrepase el establecido en este Reglamento, será obligatorio el uso de elementos individuales de protección auditiva.

2. Los protectores auditivos serán de materiales tales que no produzcan situaciones, disturbios o enfermedades en las personas que los utilicen. No producirán además molestias innecesarias, y en el caso de ir sujetos por medio de un arnés a la cabeza, la presión que ejerzan será la suficiente para fijarlos debidamente.

3. Los protectores auditivos ofrecerán la atenuación suficiente.

Su elección se realizará de acuerdo con su curva de atenuación y las características del ruido.

4. Los equipos de protección auditiva podrán ir colocados sobre el pabellón auditivo (protectores externos) o introducidos en el conducto auditivo externo (protectores insertos).

5. Para conseguir la máxima eficacia en el uso de protectores auditivos, el usuario deberá en todo caso realizar las operaciones siguientes:

a) Comprobar que no poseen abolladuras, fisuras, roturas o deformaciones, ya que éstas

influyen en la atenuación proporcionada por el equipo.

b) Proceder a una colocación adecuada del equipo de protección personal, introduciendo completamente en el conducto auditivo externo el protector en caso de ser inserto, y comprobando el buen estado del sistema de suspensión en el caso de utilizarse protectores externos.

c) Mantener el protector auditivo en perfecto estado higiénico.

6. Los protectores auditivos serán de uso personal e intransferible.

Cuando se utilicen protectores insertos se lavarán a diario y se evitará el contacto con objetos sucios. Los externos, periódicamente se someterán a un proceso de desinfección adecuado que no afecte a sus características técnicas y funcionales.

7. Para una buena conservación los equipos se guardarán, cuando no se usen, limpios y secos en sus correspondientes estuches.

<b>PRENDAS DE PROTECCIÓN SEGÚN EL DECRETO EJECUTIVO DEL IESS 2393</b>	<b>ANEXO # 5</b>
<p data-bbox="293 517 997 551">Art. 180. PROTECCIÓN DE VÍAS RESPIRATORIAS.</p> <p data-bbox="293 568 1364 712">1. En todos aquellos lugares de trabajo en que exista un ambiente contaminado, con concentraciones superiores a las permisibles, será obligatorio el uso de equipos de protección personal de vías respiratorias, que cumplan las características siguientes:</p> <ul data-bbox="293 730 1364 981" style="list-style-type: none"><li>a) Se adapten adecuadamente a la cara del usuario.</li><li>b) No originen excesiva fatiga a la inhalación y exhalación.</li><li>c) Tengan adecuado poder de retención en el caso de ser equipos dependientes.</li><li>d) Posean las características necesarias, de forma que el usuario disponga del aire que necesita para su respiración, en caso de ser equipos independientes.</li></ul> <p data-bbox="293 999 1364 1086">2. La elección del equipo adecuado se llevará a cabo de acuerdo con los siguientes criterios:</p> <ul data-bbox="293 1104 1364 1780" style="list-style-type: none"><li>a) Para un ambiente con deficiencia de oxígeno, será obligatorio usar un equipo independiente, entendiéndose por tal, aquel que suministra aire que no procede del medio ambiente en que se desenvuelve el usuario.</li><li>b) Para un ambiente con cualquier tipo de contaminantes tóxicos, bien sean gaseosos y partículas o únicamente partículas, si además hay una deficiencia de oxígeno, también se habrá de usar siempre un equipo independiente.</li><li>c) (Reformado por el Art. 65 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Para un ambiente contaminado, pero con suficiente oxígeno, se adoptarán las siguientes normas:<ul data-bbox="293 1536 1364 1780" style="list-style-type: none"><li>- Si existieran contaminantes gaseosos con riesgo de intoxicación inmediata, se usarán equipos independientes del ambiente.</li><li>- De haber contaminantes gaseosos con riesgos de intoxicación no inmediata, se usarán equipos con filtros de retención física o química o equipos independientes del ambiente.</li></ul></li></ul>	

**PRENDAS DE PROTECCIÓN SEGÚN EL  
DECRETO EJECUTIVO DEL IESS 2393**

**ANEXO # 5**

- Cuando existan contaminantes gaseosos y partículas con riesgo de intoxicación inmediata, se usarán equipos independientes del ambiente.
  - En el caso de contaminantes gaseosos y partículas se usarán equipos con filtros mixtos, cuando no haya riesgo de intoxicación inmediata.
  - En presencia de contaminantes gaseosos con riesgo de intoxicación inmediata y partículas, se usarán equipos independientes del ambiente.
  - Para evitar la acción de la contaminación por partículas con riesgo de intoxicación inmediata, se usarán equipos independientes del ambiente.
  - Los riesgos de la contaminación por partículas que puedan producir intoxicación no inmediata se evitarán usando equipos con filtros de retención mecánica o equipos independientes del ambiente.
3. Para hacer un correcto uso de los equipos de protección personal de vías respiratorias, el trabajador está obligado, en todo caso, a realizar las siguientes operaciones:
- a) Revisar el equipo antes de su uso, y en general en períodos no superiores a un mes.
  - b) Almacenar adecuadamente el equipo protector.
  - c) Mantener el equipo en perfecto estado higiénico.
4. Periódicamente y siempre que cambie el usuario se someterán los equipos a un proceso de desinfección adecuada, que no afecte a sus características y eficiencia.
5. Los equipos de protección de vías respiratorias deben almacenarse en lugares preservados del sol, calor o frío excesivos, humedad y agresivos químicos. Para una correcta conservación, se guardarán, cuando no se usen, limpios y secos, en sus correspondientes estuches.