



**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA OPERACIÓN Y CALIFICACION DE  
SOLDADURA SMAW, GTAW, GMAW**

---

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**Autora**

Brayan Alexander Cadena Morillo

**Tutora**

Inge. Fabián Alberto Sarmiento Ortiz

QUITO– ECUADOR  
2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL  
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo Brayan Alexander Cadena Morillo, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “**MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA OPERACIÓN Y CALIFICACION DE SOLDADURA SMAW, GTAW, GMAW.**”, como requisito para optar al grado de Ingeniero industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 29 días del mes de Julio de 2023., firmo conforme:

Autor: Brayan Cadena

Firma:  .....

Número de Cédula: 1723827166

Dirección: Pichincha, Quito, Cotacollao

Correo Electrónico: [alexandercadena738@gmail.com](mailto:alexandercadena738@gmail.com)

Teléfono: 0980097949

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular **MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA OPERACIÓN Y CALIFICACION DE SOLDADURA SMAW, GTAW, GMAW.**” presentado por Brayan Alexander Cadena Morillo, para optar por el Título de Ingeniero Industrial,

### **CERTIFICO**

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 29 de julio del 2023



Ingeniero. Fabián Alberto Sarmiento Ortiz

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 30 de Julio del 2023



.....

Brayan Alexander Cadena Morillo

1723827166

## APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA OPERACIÓN Y CALIFICACION DE SOLDADURA SMAW, GTAW, GMAW.**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 30 de julio de 2023

.....

Ing. Liliana Topón Visarrea

LECTOR

.....

Ing. Pablo Ron Valenzuela

LECTOR

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, le dedico esta tesis a Dios por haberme permitido culminar esta etapa muy importante en mi vida. A mis padres que siempre estuvieron apoyándome a lo largo de este camino y que siempre me han brindado consejos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por darme la oportunidad y la fuerza para culminar la carrera.

Agradezco a mi madre, que ha sido el pilar fundamental en mi vida, mi fuerza y mi apoyo en todo el transcurso de mi carrera.

Agradezco a mi padre, que siempre ha estado presente en mi vida.

Agradezco a la Universidad Indoamérica y todos sus docentes por brindarme todo el apoyo y conocimientos que fueron importantes para mi formación académica

Finalmente, agradezco a mi enamorada Belén, que ha sido un apoyo incondicional, gracias por todo su amor y ayuda.

## INDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iii
APROBACIÓN DE LECTORES.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
INDICE DE CONTENIDO .....	vii
INDICE DE TABLAS .....	x
INDICE DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
CAPITULO I .....	1
Introducción.....	1
Antecedentes.....	4
Justificación.....	6
Objetivo general .....	7
Objetivos específicos.....	7
CAPÍTULO II.....	8



Diagnóstico de la situación actual .....	8
Descripción de las empresas encuestadas.....	9
Diagnóstico de procesos de producción con soldadura .....	10
Evaluación de la situación actual del nivel y conocimientos teóricos previos para la certificación de soldadura.....	15
Resumen de la evaluación .....	31
Modelo operativo.....	34
CAPÍTULO III .....	37
Presentación de la propuesta.....	37
Requerimientos generales.....	40
Esquemas y posiciones de soldadura.....	41
Precalificación y formatos .....	41
Inspección y control de calidad .....	41
Prácticas de soldadura .....	42
Diseño del manual de procedimiento para operación y certificación desoldadores.	43
Propuesta y Resultados esperados .....	153
Reevaluación de conocimientos .....	153
Resumen de la re evolución.....	160
Análisis de Costos .....	161
Cronograma de actividades .....	165
CAPITULO IV .....	166
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	166

Conclusiones.....	166
Recomendaciones .....	168
Bibliografía.....	170

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.....</b>	<b>9</b>
<b>TABLA 2.....</b>	<b>31</b>
<b>TABLA 3.....</b>	<b>33</b>
<b>TABLA 4.....</b>	<b>98</b>
<b>TABLA 5.....</b>	<b>99</b>
<b>TABLA 6.....</b>	<b>160</b>
<b>TABLA 7.....</b>	<b>161</b>
<b>TABLA 8.....</b>	<b>161</b>
<b>TABLA 9.....</b>	<b>162</b>

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 .....	2
FIGURA 2 .....	3
FIGURA 3 .....	4
FIGURA 4 .....	10
FIGURA 5 .....	11
FIGURA 6 .....	12
FIGURA 7 .....	12
FIGURA 8 .....	13
FIGURA 9 .....	14
FIGURA 10 .....	23
FIGURA 11 .....	24
FIGURA 12 .....	24
FIGURA 13 .....	25
FIGURA 14 .....	25
FIGURA 15 .....	26
FIGURA 16 .....	26
FIGURA 17 .....	27
FIGURA 18 .....	28
FIGURA 19 .....	28
FIGURA 20 .....	29
FIGURA 21 .....	29
FIGURA 22 .....	30
FIGURA 23 .....	30
FIGURA 24 .....	31

<b>FIGURA 25 .....</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA 26 .....</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA 27 .....</b>	<b>51</b>
<b>FIGURA 28 .....</b>	<b>52</b>
<b>FIGURA 29 .....</b>	<b>53</b>
<b>FIGURA 30 .....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA 31 .....</b>	<b>55</b>
<b>FIGURA 32 .....</b>	<b>56</b>
<b>FIGURA 33 .....</b>	<b>57</b>
<b>FIGURA 34 .....</b>	<b>60</b>
<b>FIGURA 35 .....</b>	<b>61</b>
<b>FIGURA 36 .....</b>	<b>62</b>
<b>FIGURA 37 .....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA 38 .....</b>	<b>64</b>
<b>FIGURA 39 .....</b>	<b>64</b>
<b>FIGURA 40 .....</b>	<b>65</b>
<b>FIGURA 41 .....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA 42 .....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA 43 .....</b>	<b>67</b>
<b>FIGURA 44 .....</b>	<b>68</b>
<b>FIGURA 45 .....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 46 .....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 47 .....</b>	<b>70</b>
<b>FIGURA 48 .....</b>	<b>71</b>
<b>FIGURA 49 .....</b>	<b>71</b>

<b>FIGURA 50</b> .....	72
<b>FIGURA 51</b> .....	74
<b>FIGURA 52</b> .....	75
<b>FIGURA 53</b> .....	75
<b>FIGURA 54</b> .....	76
<b>FIGURA 55</b> .....	77
<b>FIGURA 56</b> .....	77
<b>FIGURA 57</b> .....	78
<b>FIGURA 58</b> .....	78
<b>FIGURA 59</b> .....	79
<b>FIGURA 60</b> .....	79
<b>FIGURA 61</b> .....	82
<b>FIGURA 62</b> .....	83
<b>FIGURA 63</b> .....	83
<b>FIGURA 64</b> .....	84
<b>FIGURA 65</b> .....	85
<b>FIGURA 66</b> .....	86
<b>FIGURA 67</b> .....	87
<b>FIGURA 68</b> .....	88
<b>FIGURA 69</b> .....	88
<b>FIGURA 70</b> .....	89
<b>FIGURA 71</b> .....	89
<b>FIGURA 72</b> .....	90
<b>FIGURA 73</b> .....	90
<b>FIGURA 74</b> .....	91

<b>FIGURA 75</b> .....	91
<b>FIGURA 76</b> .....	92
<b>FIGURA 77</b> .....	97
<b>FIGURA 78</b> .....	98
<b>FIGURA 79</b> .....	100
<b>FIGURA 80</b> .....	102
<b>FIGURA 81</b> .....	105
<b>FIGURA 82</b> .....	112
<b>FIGURA 83</b> .....	153
<b>FIGURA 84</b> .....	154
<b>FIGURA 85</b> .....	154
<b>FIGURA 86</b> .....	155
<b>FIGURA 87</b> .....	155
<b>FIGURA 88</b> .....	156
<b>FIGURA 89</b> .....	156
<b>FIGURA 90</b> .....	157
<b>FIGURA 91</b> .....	157
<b>FIGURA 92</b> .....	158
<b>FIGURA 93</b> .....	158
<b>FIGURA 94</b> .....	159
<b>FIGURA 95</b> .....	159
<b>FIGURA 96</b> .....	160
<b>FIGURA 97</b> .....	163

# **UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**

### **TEMA: MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA OPERACIÓN Y CALIFICACION DE SOLDADURA SMAW, GTAW, GMAW**

**AUTOR: Brayan Alexander Cadena Morillo**

**TUTOR: Ing. Fabian Alberto Sarmiento Ortiz**

### **RESUMEN EJECUTIVO**

En la actualidad la industria de la soldadura es una de las más importantes alrededor del mundo, debido a que se han ido generando nuevas tecnologías que han permitido a la industria surgir, generando así fuentes de empleos y nuevos estándares que deben cumplir los soldadores. Por esta razón en este trabajo de titulación se abordó los principales aspectos para el diseño de un manual de procedimientos para la operación y certificación de soldadores, con el objetivo de establecer un estándar de excelencia en la industria de la soldadura. Por lo cual se realizó una evaluación a 32 soldadores de diferentes empresas, con el objetivo de conocer el nivel de fundamentos teóricos y prácticos necesarios para obtener la certificación. Las calificaciones generales de todos los evaluados fue de un promedio de 4 reprobando la evaluación, por lo que el enfoque principal del manual fue garantizar la calidad en la soldadura, por lo que se abarcó diversas técnicas de soldadura y así se aseguró una formación integral de los candidatos. Por otro lado, se incluyó pruebas tanto teóricas como prácticas que van a permitir evaluar la competencia de los soldadores en aspectos claves tales como precisión, seguridad y eficiencia. Así mismo, otro aspecto que se tomó en cuenta en el diseño de este manual fue la seguridad en la soldadura, estableciendo así varias pautas y procedimientos para el adecuado uso de protección personal en los trabajos y riesgos laborales. Teniendo en conocimiento todos estos puntos, se puso a prueba a los 6 jefes de área responsables de dirigir a los operarios de suelda de cada empresa evaluada, los cuales anteriormente tuvieron conocimiento del manual, por lo cual la calificación obtenida fue de 9 aprobando el 100% de los 6 operarios, lo que nos indica que el manual es necesario para tener más conocimiento sobre la soldadura y sus procesos. Finalmente se concluye que al implementar este manual de procedimientos va a garantizar que los soldadores certificados posean conocimientos y capacidades que cumplan con los estándares de calidad y seguridad a la hora de realizar un trabajo, además que proporciona a los profesionales, un respaldo reconocido en el mercado laboral y ofreciendo nuevas oportunidades de trabajo en la industria de la soldadura.

#### **Palabras claves**

Industria de la soldadura, Manual de procedimientos, Certificación de soldadores, Formación integral, Técnicas de soldadura,



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: PROCEDURE MANUAL FOR OPERATION AND QUALIFICATION OF  
WELDING SWAM, GTAW, GMAW.**

**AUTOR (A):** Brayan Alexander Cadena Morillo

**TUTOR (A):** Ing. Fabián Alberto Sarmiento Ortiz

### **ABSTRACT**

At the present welding industry is one of the most important around the world, because new technologies have been generated, and they allowed the industry to emerge, generating sources of employment and new standards that welders need to know. For this reason, this degree work explains the main aspects for the development of a manual procedure for the operation and certification of welders, with the aim of establishing a standard of excellence in the welding industry. Therefore, 32 welders from different countries were evaluated to understand the level of their theoretical and practical knowledge that it is necessary to obtain the certification. The grades obtained after the evaluation was carried out that they were failing, so the focus of this manual was to ensure quality in welding, so it covered various welding techniques and those ensured a comprehensive training of the candidates. On the other hand, the theoretical and practical tests were included to evaluate competence in important aspects such as precision, safety, and efficiency. Another aspect that was taken as a key in the design of this manual was welding safety, establishing several guidelines and procedures for the proper use of the equipment and personal protection to avoid accidents and occupational risks. Having in knowledge these points, 6 boss of the welding area were tested, who had previously knowledge of the manual, so the qualifications obtained were better. It indicates that the manual is necessary to improve the knowledge about welding and its processes. Finally, it is concluded that implementing this procedures manual will ensure that certified welders have the necessary skills and knowledge to perform their work more efficiently, safely and in accordance with the established standards, in addition to providing professionals with recognized support in the labor market and offering new job opportunities in the welding industry

keywords

Welding industry new technologies, employments, standards, procedure manual, Welder's certification, Evaluation, Integral formati

## **CAPÍTULO I**

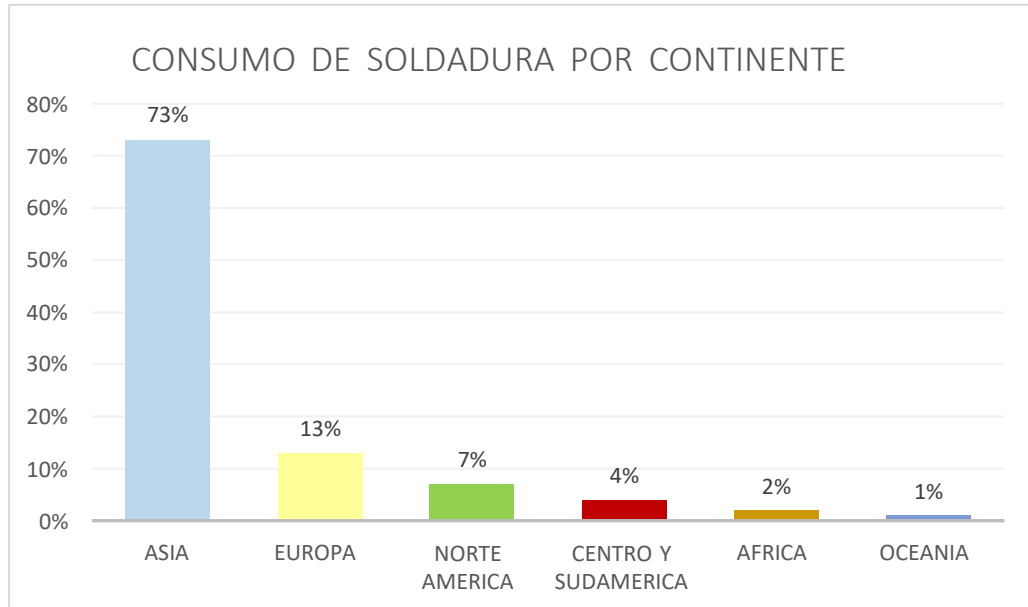
### **Introducción**

La soldadura es un procedimiento de fusión que se la emplea en las construcciones de un componente o pieza metálicas, se realiza cuando un electrodo se acerca a las uniones y se crea un arco eléctrico en las superficies de los componentes a soldar. Cuando el electrodo se funde, se proporciona el metal de aporte. Este proceso tiene sus orígenes varios milenios atrás con antecedentes desde la era del bronce y del hierro. En el siglo diecinueve, se hace una innovación de estos procesos con una mejora relevante durante las guerras mundiales, actualmente se conocen muchos tipos de soldadura siendo la más relevantes y empleadas las soldaduras (SMAW), las soldaduras (GMAW) y (GTAW).

En la actualidad la soldadura es aplicada en todos los sectores productivos a nivel mundial, siendo los más relevantes en la industria automotriz, la naval, la construcción en general, y la petrolera. Estas actividades son desarrolladas en grandes y medianas empresas, aplicadas comúnmente para la construcción de piezas metálicas y restauración de partes mecánicas, siendo Asia uno de los continentes con más aplicación de soldadura en sus industrias como: la petrolera para la fabricación de oleoductos y mantenimientos, en la industria de estructuras metálicas, para la fabricación de autos y en la industria naval teniendo una aplicación del 3% al 5% del peso total del acero. (Tesol, 2020)

**Figura 1**

*Consumo de soldadura por continente*



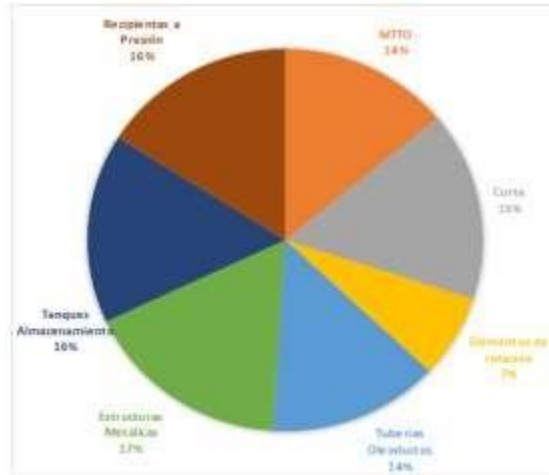
*Nota:* En el grafico se muestra el uso de soldadura por continente a nivel mundial. Tomado de (SOLDEXA, 2019)

En el continente americano con el desarrollo de nuevas técnicas, la soldadura se ha convertido en uno de los procesos con más relevancia en la industria con un crecimiento anual del 6% en el continente, siendo Estados Unidos uno de los países más destacados en la aplicación de estas técnicas de manufactura (Méndez, 2020).

En Ecuador, el sector metalmecánico es de suma importancia para la cadena de productividad del país, se fabrica diversos productos en los cuales el proceso de soldadura tiene gran relevancia representando el 10% de la industria ecuatoriano, generando más de 80 mil fuentes de empleo (Ortiz & Ramírez, 2019).

**Figura 2**

*Soldaduras con más aplicación en la industria*



*Nota:* En la figura podemos observar los porcentajes de aplicación de los métodos de soldadura más empleados en Ecuador. Tomada de (F. Rodríguez & Villota, 2019)

Gracias a esto, en el año 2003 se comenzó a certificar soldadores bajo la resolución No. 007-2003 emitida por el ministerio de relaciones laborales (ministerio de trabajo), mediante el cual da a conocer los criterios y el procedimiento para obtener la certificación de soldadura. Actualmente en Ecuador, la certificación de soldadores es muy limitada, ya que no tiene la debida relevancia, existiendo muy pocas organizaciones que poseen soldadores certificados.

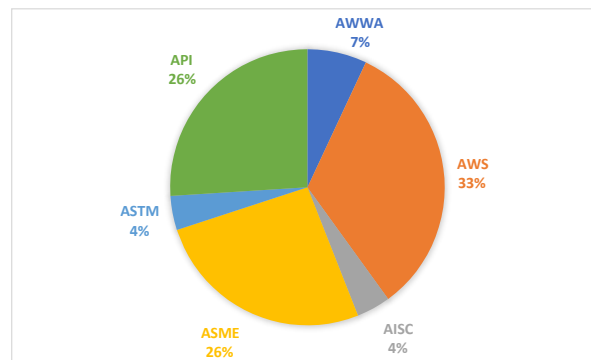
## Antecedentes

En Ecuador desde 1985 se ha venido implementado la construcción con estructuras metálicas, las cuales representan alrededor de un 5% según un censo realizado por el INEC, a diferencia de la construcción tradicional, que es con hormigón, la cual representa el 92.7% (Ortiz & Ramírez, 2019), en la cual se puede ver que existe una diferencia muy grande en su aplicación, debido a la falta de capacitación y formación técnica que limita las capacidades de las organizaciones para adoptar nuevas tecnologías y mejorar sus procesos de producción y calidad, teniendo una gran deficiencia en normativas y regulaciones que garantiza la rentabilidad de los procesos o servicios con estándares internacionales.

Los procesos de soldadura abarcan muchos campos de la industria, mediante esto en Ecuador se ha venido aplicando diferentes tipos de normas y calificación de soldadores, las más empleadas y conocidas son API (American Petroleum Institute), ASME (American Society of Mechanical Engineers) y AWS ( American Welding Society), esto dependiendo del campo de aplicación y del material en la cual se va a desarrollar este proceso. (HLC, 2020)

**Figura 3**

*Códigos y norma empleadas en ecuador*



*Nota:* Normas más empleadas en la industria ecuatoriana. Tomada de (F. Rodríguez & Villota, 2019)

Cada una de esta norma tiene campos específicos para su aplicación, es decir la norma API está dirigida en la fabricación para tanques a presión, tanques atmosféricos, oleoductos y para la construcción de obras nuevas; por otro lado, la norma ASME está centrada en la construcción de recipientes a presión y calderas, diseñada principalmente para proceso que necesite que la vida útil sea larga, asegurando la protección personal de su entorno. Finalmente, la norma AWS fue creada por la organización de soldadura estadounidense, utilizada para la construcción de puentes, edificios, construcciones metálicas de acero de bajas aleaciones entre otras cosas. (HLC, 2020)

En el año 2009, el instituto ecuatoriano de normalización (INEN) oficializó el reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 040, donde se establece los requisitos que debe tener el operario, los implementos, el proceso adecuado y las partes que interviene en el procedimiento de soldadura para la construcción de estructuras metálicas, buscando reducir los riesgos en términos de seguridad. que pueden ocasionar problemas en los soldadores. Para la aplicación del reglamento se aplica norma AWS d1.1 (documentos AWS en donde resalta el reglamentos de estructuras de acero), en las cuales se recalcan los requisitos que se deben llevar acabo en los procesos pertinentes de soldadura, con el fin de mejorar la seguridad y la vida de los operarios, disminuyendo riesgos y las malas prácticas de trabajo (Ortiz & Ramírez, 2019).

## **Justificación**

La **importancia** de un manual de calificación de soldadores tiene como propósito medir las destrezas y técnica del soldador, mediante normas y códigos que garantizan la calidad y confiabilidad de la suelda en el proceso de manufactura.

El **impacto** del siguiente trabajo tiene como objetivo garantizar la calidad de procesos de soldadura en las organizaciones, aumentando la rentabilidad en sus servicios y productos contando con operarios capacitados y certificados para desempeñar el proceso de suelda de forma confiable y segura.

La **utilidad** del manual de calificación de soldadores tiene como propósito dar a conocer el proceso que se sigue para la obtención de una certificación de soldadura mediante códigos y normas internacionales.

Mediante este trabajo se busca **beneficiar** directamente a trabajadores, profesionales y empresas en general que necesiten medir sus habilidades y expandir sus conocimientos en los diferentes tipos de soldadura, para obtener personal capacitado y certificado para realizar suelda que cumplan con los requisitos adecuados, aumentando así la calidad y confiabilidad es sus productos o servicios.

Finalmente, la **factibilidad** de este trabajo es aumentar la productividad y eficacia de sus procesos de soldadura con una inversión significativa de tiempos y recursos especialmente en los procesos de certificación de soldadores y supervisores que deseen expandir o mejorar sus conocimientos en esta área con notables beneficios para la calidad y seguridad de las soldaduras realizadas.

### **Objetivo general**

Diseñar un manual de procedimiento de soldadura para operación y certificación de soldadores, bajo normas y códigos internacionales con técnicas de inspección y seguridad en operaciones de suelda como, SMAW, GTAW, GMAW.

### **Objetivos específicos**

Realizar un análisis de la situación actual a través de una evaluación para evaluar el nivel de habilidades y conocimientos que tienen los soldadores.

Describir los requerimientos y el proceso para la certificación de soldadores, criterios específicos para evaluar las habilidades de los operarios en diferentes técnicas de soldadura, estándares de calidad y métodos de pruebas para realizar trabajos de una manera segura y efectiva.

Diseñar un manual de procedimiento y calificación de soladores mediante la norma ANSI/AWS D1.1 para operación y calificación de trabajadores.



## **CAPÍTULO II**

### **INGENIERIA DEL PROYECTO**

#### **Diagnóstico de la situación actual**

La construcción de estructuras de metálicas ha venido ganado mucho campo en las últimas décadas , gracias a las ventajas que tiene a comparación de otros métodos de construcción, teniendo mayor resistencia y durabilidad ante desastres naturales, eficiencia en tiempos, costos, sostenibilidad y menor inversión en mantenimiento, siendo una de las industrias con más aplicación de suelda en sus procesos.

Actualmente, se conoce muchas empresas que realizan estos procesos, para este proyecto se ha tomado como referencia el sector industrial de Carcelén, el cual consta con gran variedad de industrias entre ellas la de construcción y fabricación de piezas metálicas, este proyecto principalmente fue dirigido a empresas pequeñas en constante crecimiento que buscan abrirse campo en este mercado, para esto se utilizó una evaluación, con el objetivo de analizar el nivel de conocimiento práctico y teórico que poseen ,basadas en normas y códigos, los cuales son esenciales conocer si se quiere aplicar o buscar proyectos de trabajos, los cuales les generen ganancias económicas rentables para la empresa.

Mediante esto se observó que la situación actual de las empresas tiene una gran cantidad de operarios con grandes habilidades que conocen y desempeñan los procesos de manera práctica gracias a su experiencia, pero carecen de conocimientos técnicos basados en normas y códigos de soldadura, lo que ocasione inconformidades en el producto terminado y disminución de eficiencia en sus procesos de suelda.

La carencia de conocimientos y fundamentos teóricos hace que las organizaciones tengan dificultades para evaluar aspectos relacionados con la construcción como:

- Procedimientos de soldadura adecuados para la construcción.
- Las condiciones de trabajo segura que los operarios tiene que tener en el proceso de construcción de estructuras.
- Los tipos de aporte y electrodos que se utilizan para el proceso de suelda
- Mano de obra calificada.
- Inspección y pruebas en los procesos de soldadura.
- Diseño de planos con normas de dibujo y simbología (Carrasco, s. f.).

### **Descripción de las empresas encuestadas**

**Tabla 1**

*Empresas evaluadas*

<b>ORDEN</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>ACTIVIDAD RPRODUCTIVA</b>
1	CISTEC	Construcción de estructuras en metal
2	IMPROMAT ESTRUCTURAS	Construcción de estructuras en metal
3	CERRAINOX	Construcción de estructuras en metal
4	ACINDEC	Metal mecánico
5	METAL MAC	Construcción de estructuras en metal
6	MECANIZA	Metal mecánico

Nota: En la tabla se muestra el nombre de las seis empresas evaluadas, Fuente (Autor)

## Diagnóstico de procesos de producción con soldadura

Diagrama de flujo es la forma de representar un proceso de diferentes tipos de naturaleza mediante pasos que permita su revisión como un todo.

**Figura 4**

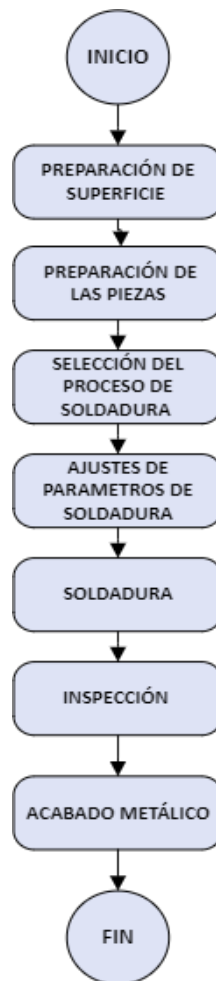
*Diagrama de flujo*



*Nota:* Diagrama de flujo del proceso de construcción de estructuras metálicas. Tomada (creación propia)

**Figura 5**

*Diagrama de flujo*



*Nota:* Diagrama de flujo el proceso de soldadura en estructura metálicas. Tomada  
(Autor)

A continuación, se explica estos puntos:

## Preparación de superficie

Para empezar a soldar es de suma importancia limpiar cualquier tipo de impureza como óxido pinturas, grasas o cualquier tipo de material que afecta la calidad del proceso, para esto se lo hace de forma manual o con máquinas las más conocidas son cepillos de alambre o amoladora con grata de alambre.

### Figura 6

*Limpieza de materiales*



*Nota:* Correcta preparación de materiales con cepillos de alambre y gratas antes de todo proceso de soldadura: Tomada (creación propia).

Uno de los defectos más comunes debido a una preparación inadecuada, es la porosidad, soldadura agrietada y mal aspecto.

### Figura 7

*Poros y mal aspecto*



Nota: defectos más comunes por una limpieza inadecuada del material para proceso de soldadura: Tomada (creación propia).

### **Preparación de las piezas**

Para comenzar cualquier proceso de soldadura es de gran importancia preparar bordes y terminación de los componentes o estructuras metálicas que se vayan a soldar, con el fin de tener un proceso óptimo y una correcta fusión de la unión soldada.

### **Figura 8**

*Proceso de preparación*



Nota: Preparación de biselado de piezas antes de el proceso de soldadura, Tomada ( creación propia)

Los defectos más comunes por una mala preparacion de las piezas pueden ser penetracion incompleta, fusion deficiente y combadura.

## **Figura 9**

*Mala fusión y combadura*



*Nota:* defectos por una mala preparacion de piezas antes del proceso de soldadura:

Tomada (creacion propia)

### **Selección de electrodo y aportes adecuados**

La selección de electrodos o de aportes para soldar es un factor crucial en los diferentes tipos de soldadura, ya que transportan corriente eléctrica indispensable para fundir y unir los materiales, para una elección adecuada hay que tener en cuenta factores como el tipo de metal que se está ocupando, la posición de soldadura, la corriente eléctrica, una correcta selección de electrodos hay que tener en cuenta la estructura química, el diámetro y su forma esto dependiendo de su aplicación.

Una selección inadecuada puede afectar la calidad de soldadura y la eficiencia del proceso produciendo porosidades, fisuras y fallas en la unión también aumenta el tiempo de soldadura y costos generales del proyecto.

### **Ajustes de parámetros de soldadura**

Los ajustes de parámetros de soldadura de suma importancia para la calidad y consistencia de la suelda para una correcta calibración se debe conocer los siguientes aspectos:

- Tipo de electrodo: Electrodo seleccionado afectará la calidad de la suelda, ya que los diferentes tipos de composición y diámetros existen son diseñados para diferentes tipos de materiales y de procesos.
- Corriente de soldadura: se debe ajustar para tener una penetración adecuada en el metal base, la corriente también afectará la apariencia del cordón de suelda.
- Velocidad de soldadura: este parámetro nos garantiza que la suelda sea constante y uniforme, si la velocidad es demasiada rápida la penetración puede ser insuficiente generando exceso de calor y deformaciones.
- Polaridad: existen dos tipos de polaridades inversa y directa, la cual nos indica que dimensiones de materiales se puede soldar; por ejemplo, con la inversa se puede soldar materiales gruesos y la directa se suelda materiales finos.
- Gas de protección: este parámetro nos ayuda a prevenir la oxidación y el enfriamiento del metal, lo que puede debilitar la soldadura.

### **Evaluación de la situación actual del nivel y conocimientos teóricos previos para la certificación de soldadura**

Para el análisis de la situación actual de conocimientos teóricos en soldadores lo realice a través de las siguientes fases:



1. **Análisis de las empresas:** Se tomo en cuenta principalmente 6 microempresas dedicadas a la construcción de estructuras de acero ubicadas en el parque industrial de Carcelén al norte de Quito donde se obtuvo la factibilidad de Axes de las empresas, se rindió la evaluación a distintos operarios y jefes de áreas.

### **Responsable**

Estudiante: Brayan Cadena

Personal de las empresas:

**Empresa:** ESTRUCTEC

**Jefe de área:** Norman Jimbo

- Héctor Guerrero
- Eduardo Milán
- Jefferson Cárdenas
- Luis Caicedo

**Empresa:** CERRAINOX

**Jefe de área:** Ángel Carvajal

### **Operarios**

- Juan Guerra
- Andrés Bolívar
- Jairo Navarrete
- Sebastián Díaz

**Empresa:** ACIDNEC

**Jefe de área:** Gabriel Robles

**Operarios:**

- Anderson Rodríguez
- Jonathan Rodríguez
- Kevin Noques
- Emilio Gonzales
- Eduardo Garrido

**Empresa:** METAL MAC

**Jefe de área:** Bolívar Santacruz

**Operarios:**

- Marlon Vélez
- Milton Quinteros
- German Avala
- Oscar Ortiz

**Empresa:** MECANIZA

**Jefe de área:** Aron Acuña

**Operarios:**

- Richard Tituaña
- Esteban Andrade
- Anderson Fuertes
- Jonathan Córdova
- Juan Piguave

**Empresa:** IMPROMAT ESTRUCTURAS

**Jefe de área:** Javier Tapia

**Operarios:**

- Mario Casas
- Kevin Salazar
- John Vizcaino
- Paul Diaz

2. **Determinación de tipo de evaluación:** Se realizó una evaluación básica que incluye conocimientos teóricos sobre los procedimientos de soldadura, basadas en la norma ANSI/AWS (Norma estadounidense) diseñada para la fabricación de estructuras metálicas.

3. **Aspectos a evaluar:** Para obtener el nivel de conocimiento teórico de soldadura se realizó una evaluación creada en Google forms, la cual se entregó a cada uno de los trabajadores y jefes de área, en la cual se evalúa los conocimientos teóricos sobre proceso de soldadura como:

- Materiales.
- Tipos de juntas.
- Posiciones.
- Equipos de protección.
- Normas de soldadura.

Estos son algunos de los aspectos que se puede evaluar durante el proceso de certificación, esto puede variar dependiendo de la normativa y los requisitos específicos de cada sector industrial.

4. **Preparación de la evaluación:** La encuesta está conformada de 15 preguntas que fueron realizadas por 32 soldadores de diferentes empresas de construcción de estructuras metálicas y partes metálicas ubicadas en Quito
5. **Análisis de resultados:** Se obtuvo el porcentaje de respuestas correctas e incorrectas de los 32 trabajadores evaluados de las siguientes preguntas:

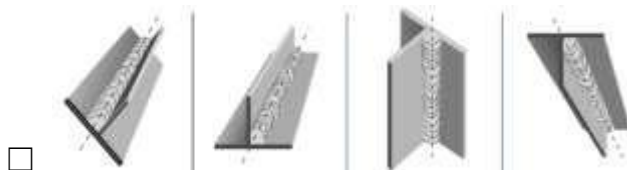
1. **¿Cuánto tiempo ha estado soldando?**

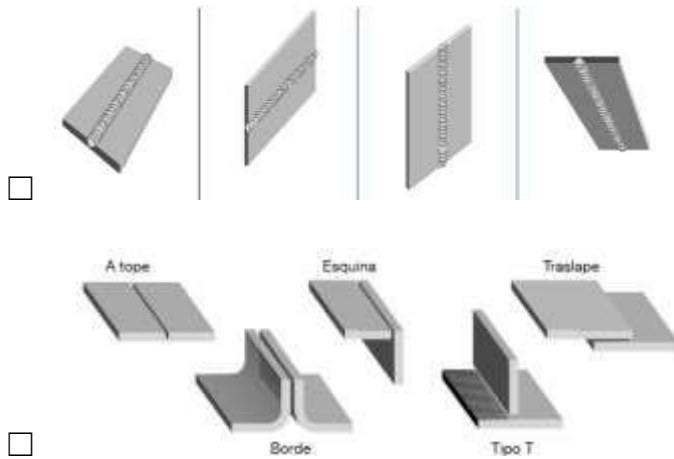
- ☐ 1 a 2 años
- ☐ de 2 a 5 años
- ☐ 5 años y más

2. **De los siguientes enunciados cual pertenece a los esquemas de tipos de soldadura**

- ☐ A tope, Esquina, Traslape, Borde y tipo T
- ☐ Filete, bisel, Relleno y Tapón
- ☐ Smaw, Gmaw, Gtaw

3. **De las siguientes posturas cual pertenece a la unión por filete**





4. De las siguientes posiciones de soldaduras cuál representa las uniones biseladas

☐ .1F,2F, 3F, 4F

☐ .1G, 2G, 3G, 4G

☐ . 1G, 2G, 5G, 6G

5. ¿Qué es WPS?

☐ Un equipo

☐ Un documento de calidad

☐ Especificaciones de procedimiento de soldadura

☐ Ninguna de las anteriores

6. ¿Qué es un PQR?

☐ Especificaciones de materiales de soldadura

☐ Hoja de datos de un procedimiento de soldadura

☐ Especificaciones de soldadura

☐ Todas las anteriores

**7. ¿Qué es un WPQ?**

☐ Una hoja de especificaciones de soldadura

☐ Un certificado de habilidad de un soldador

☐ Ninguna de las anteriores

**¿Cuál de las siguientes normas indica los códigos para soldar tuberías u oleoductos?**

☐ ASME

☐ AWS

☐ API

**8. ¿Cuál de las siguientes normas está centrada en a la construcción de calderas y recipientes a presión siendo diseñada para todo proceso que se necesite que su vida útil sea larga?**

☐ ASME

☐ API

☐ AWS

**9. ¿Cuál de las siguientes normas está centrada para la fabricación y construcción de estructuras metálicas?**

☐ ASME

☐ API

☐ AWS

☐ Ninguna de las anteriores

**10. ¿De qué depende la selección del amperaje correcto?**

☐ Tamaño del electrodo seleccionado

☐ El tipo de recubrimiento que el electrodo posea

☐ El tipo de soldadura utilizado CA; CC directa e inversa

**11. ¿Cuáles son los factores para seleccionar un electrodo?**

☐ Espesor del material a soldar

☐ Preparación de los bordes o filos de la unión a soldar

☐ La posición en que se encuentra la soldadura a efectuar (plana, vertical, horizontal sobre la cabeza)

☐ Pericia del soldador

**12. ¿Cuál es la causa para que se produzcan poros en la soldadura?**

☐ Presencia de humedad en la junta

☐ Contaminación del electrodo con pintura

☐ Contaminación de metal base con aceite

☐ Todas las anteriores

☐ Ninguna de las anteriores

**13. ¿Como se reconoce una soldadura que cumpla con los estándares correctos?**

☐ Tiene un cordón de buen aspecto y es homogéneo sin importar la penetración

☐ Tiene penetración completa y discontinuidad relevante

☐ Existe completa fusión entre material base y metal fundido

☐ Todas las anteriores

**14. ¿Cual pertenece al grupo de ensayos no destructivos?**

☐ Visual, radiografía, polvos magnéticos, ultra sonido, líquidos penetrantes

☐ Radiografía, torción, físicos, químicos, mecánicos

☐ Por ultra sonido, químicos, liquido penetrantes

**15. ¿Cuál es el equipo de protección personal necesario para realizar una soldadura?**

☐ Casco de seguridad, guantes de cuero, zapatos de seguridad.

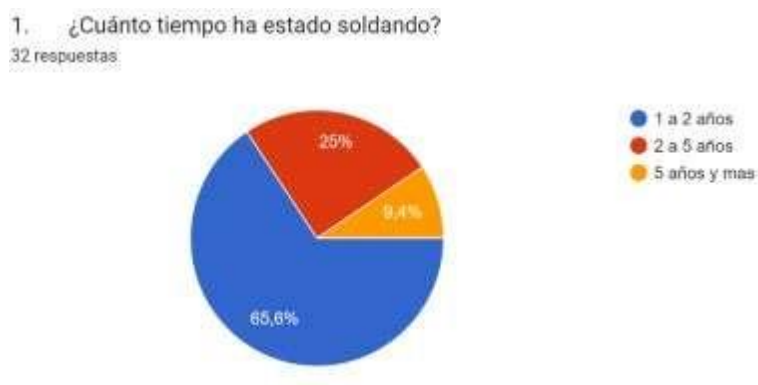
☐ Gafas de sol, guantes de lana, zapatos cómodos.

☐ Gorra, zapatillas, ropa deportiva.

**Resultados de la evaluación**

**Figura 10**

*Pregunta 1*



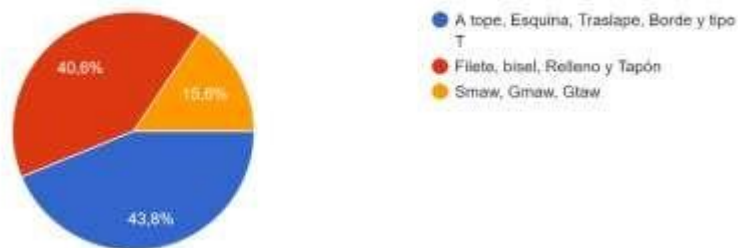


*Nota:* En el diagrama se observa que el 65.6% de los operarios encuestados trabajan de 1 a 2 años en el campo de soldadura, el 25% trabajan de 2 a 5 años y el 9.4% trabajan de 5 años y mas, Tomada(Google Forms).

**Figura 11**

*Pregunta 2*

2. De los siguientes enunciados cual pertenece a los esquemas de tipos de soldadura  
32 respuestas

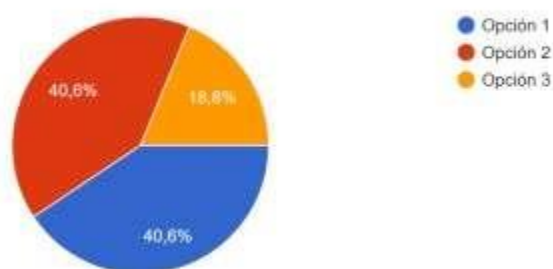


*Nota:* En el p diagrama se observa que de los 32 operarios encuestados 19 de ellos que representan el 59.4%, respondieron de manera incorrecta, mientras que 13 operarios que representa el 40.6% respondieron de manera correcta, Tomada (Google Forms).

**Figura 12**

*Pregunta 3*

3. De las siguientes posturas cual pertenece a la unión por filete  
32 respuestas

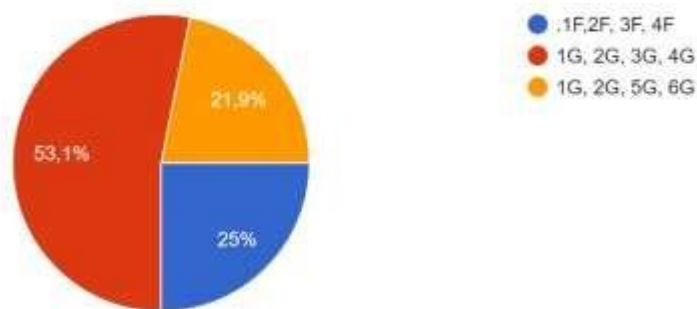


Nota: En el diagrama se observa que de 32 personas encuestadas 19 personas que representan el 59.4%, respondieron de manera incorrecta y 13 personas que representan el 40.6% respondieron de manera correcta, Tomada (Google Forms).

**Figura 13**

*Pregunta 4*

4. De las siguientes posiciones de soldaduras cuál representa las uniones biseladas  
32 respuestas

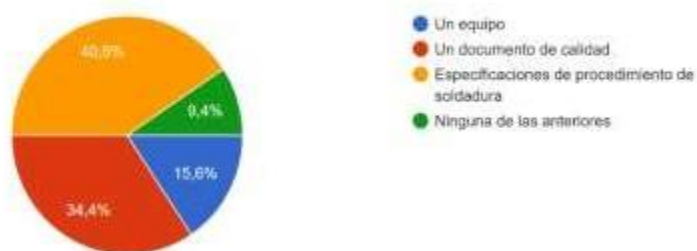


Nota: En el diagrama se observa que de 32 personas encuestadas 15 que representa 46.9% respondieron de manera incorrecta y 17 personas que representa el 53.1% respondieron de manera correcta, Tomada (Google Forms).

**Figura 14**

*Pregunta 5*

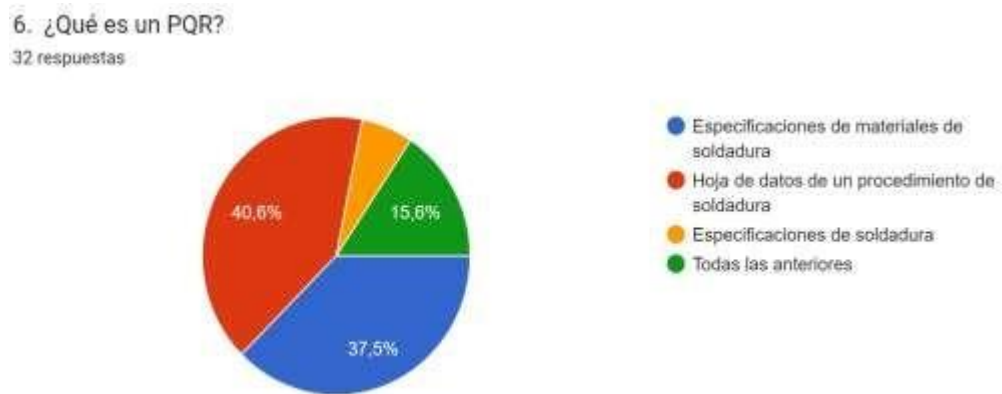
5. ¿Qué es WPS?  
32 respuestas



*Nota:* En el diagrama se observa que de 32 personas encuestadas 13 personas que representan 59.4% respondieron de manera incorrecta y 13 personas que representan el 40.6% respondieron de manera incorrecta. Tomada (Google Forms).

**Figura 15**

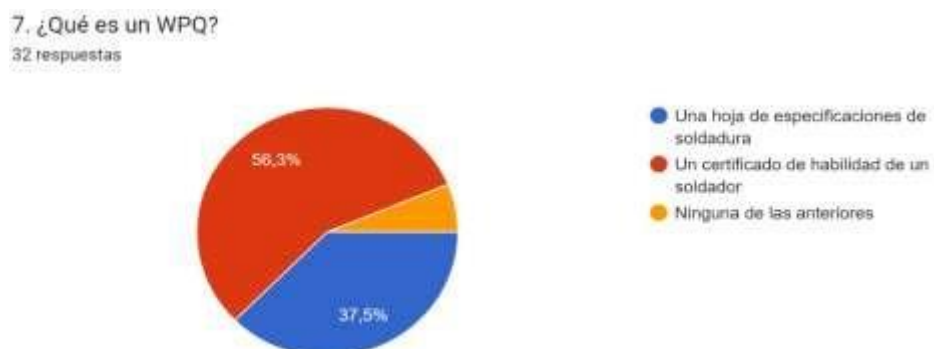
*Pregunta 6*



*Nota:* En el diagrama se observa que de 32 personas encuestadas 30 personas que representan el 93.7% respondieron de manera incorrecta y 2 personas que representa el 6.3% respondieron de manera correcta. Tomada (Google Forms).

**Figura 16**

*Pregunta 7*

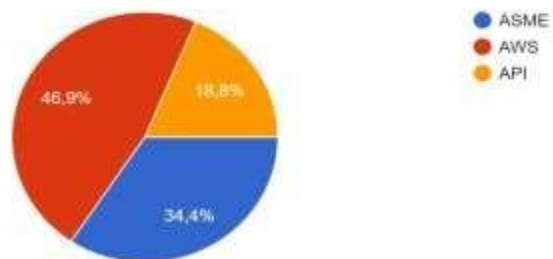


*Nota:* En el diagrama se observa que de 32 personas encuestadas 14 personas que representan el 43.8% respondieron de manera incorrecta y 18 personas que representa el 56.3% respondieron de manera correcta. Tomada (Google Forms).

### Figura 17

#### Pregunta 8

8. ¿Cuál de las siguientes normas indica los códigos para soldar tuberías u oleoductos?  
32 respuestas

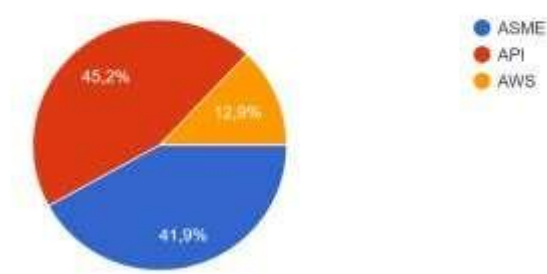


*Nota:* En el diagrama se observa que de 32 personas encuestadas 26 personas que representan el 81.3% respondieron de manera incorrecta y 6 personas que representa el 18.8% respondieron de manera correcta. Tomada (Google Forms).

**Figura 18**

*Pregunta 9*

9. ¿Cuál de las siguientes normas está centrada en a la construcción de calderas y recipientes a presión siendo diseñada para todo proceso que se necesite que su vida útil sea larga?  
31 respuestas

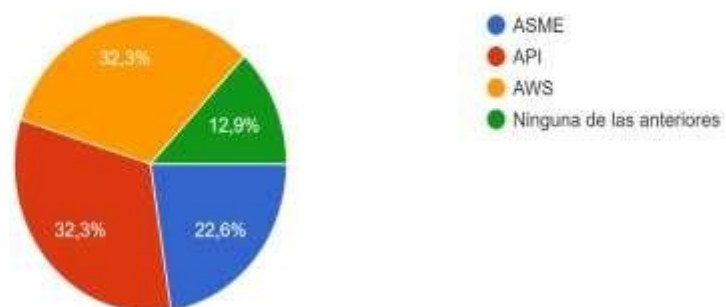


*Nota:* En el diagrama se observa que de 32 personas encuestadas 18 personas que representan el 58.1% respondieron de manera incorrecta y 13 personas que representa el 41.9% respondieron de manera correcta. Tomada (Google Forms).

**Figura 19**

*Pregunta 9*

10. ¿Cuál de las siguientes normas esta centrada para la fabricación y construcción de estructuras metálicas?  
31 respuestas



*Nota:* En el diagrama se observa que de 32 personas encuestadas 21 personas que representan el 67.8% respondieron de manera incorrecta y 10 personas que representa el 32.3% respondieron de manera correcta. Tomada (Google Forms).

**Figura 20**

*Pregunta 11*

11. ¿De qué depende la selección del amperaje correcto?

32 respuestas



*Nota:* En el diagrama se observa que de 32 personas encuestadas 23 personas que representan el 71.9% respondieron de manera incorrecta y 9 personas que representa el 28.1% respondieron de manera correcta. Tomada (Google Forms).

**Figura 21**

*Pregunta 12*

12. ¿Cuáles son los factores para que la suelda no cumpla con la calidad necesaria ?

32 respuestas



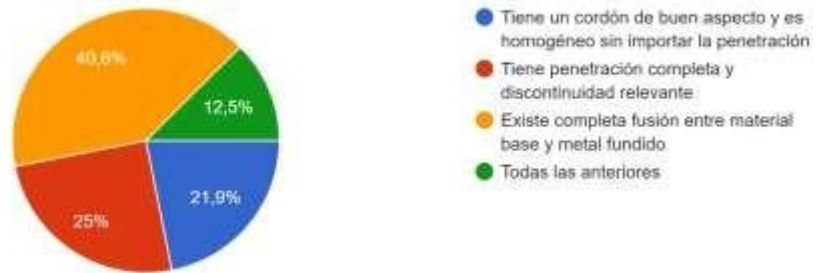
*Nota:* En el diagrama se observa que de 32 personas encuestadas 16 personas que representan el 50% respondieron de manera incorrecta y 16 personas que representa el 50% respondieron de manera correcta. Tomada (Google Forms).

**Figura 22**

*Pregunta 13*

13. ¿Como se reconoce una soldadura que cumpla con los estándares correctos?

32 respuestas



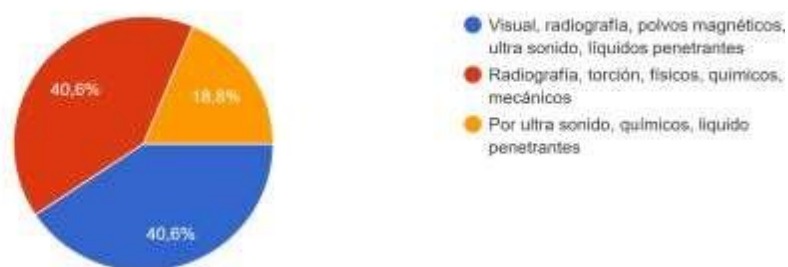
*Nota:* En el diagrama se observa que de 32 personas encuestadas 19 personas que representan el 59.4% respondieron de manera incorrecta y 13 personas que representa el 40.6% respondieron de manera correcta. Tomada (Google Forms).

**Figura 23**

*Pregunta 14*

14. ¿Cual pertenece al grupo de ensayos no destructivos?

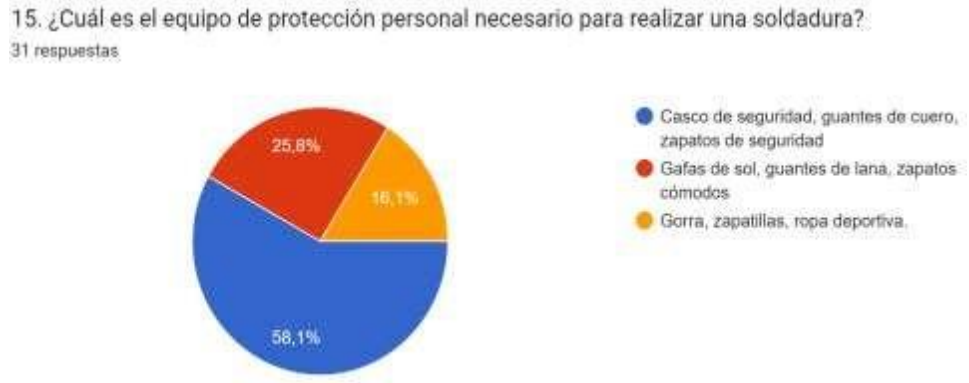
32 respuestas



*Nota:* En el diagrama se observa que de 32 personas encuestadas 19 personas que representan el 59.4% respondieron de manera incorrecta y 13 personas que representa el 40.6% respondieron de manera correcta. Tomada (Google Forms).

**Figura 24**

*Pregunta 15*



*Nota:* En el diagrama se observa que de 32 personas encuestadas 13 personas que representan el 41.9 % respondieron de manera incorrecta y 18 personas que representa el 58.1% respondieron de manera correcta. Tomada (Google Forms).

### **Resumen de la evaluación**

Para la calificación de la evaluación se la tomo de la siguiente manera, donde se obtiene que 15 preguntas correctas equivalen a 10 si se tiene todas las preguntas correctas y esto va a varía de acuerdo a los puntos obtenidos por cada operario. Debemos de tener en cuenta que para la aprobación hay que tener como mínimo 12/15 preguntas correctas, ya que es de gran importancia tener muy clara la parte teórica para poder pasar a la parte práctica para el proceso de certificación de soldadores.

**Tabla 2**

*Notas de la evaluación*

Operarios	Nota / 15	Promedio	Estado
Héctor Guerrero	9	6	Reprobado



Eduardo Milán	7	5	Reprobado
Jefferson Cárdenas	3	2	Reprobado
Luis Caicedo	4	3	Reprobado
Norman Jimbo	7	5	Reprobado
Juan Guerra	2	1	Reprobado
Andrés Bolívar	6	4	Reprobado
Jairo Navarrete	7	5	Reprobado
Sebastián Díaz	10	7	Reprobado
Ángel Carvajal	5	3	Reprobado
Anderson Rodríguez	7	5	Reprobado
Jonathan Rodríguez	3	2	Reprobado
Kevin Noques	5	3	Reprobado
Emilio Gonzales	7	5	Reprobado
Eduardo Garrido	4	3	Reprobado
Gabriel Robles	6	4	Reprobado
Marlon Vélez	4	3	Reprobado
Milton Quinteros	5	3	Reprobado
German Avala	9	6	Reprobado
Oscar Ortiz	6	4	Reprobado
Bolívar Santacruz	6	4	Reprobado
Richard Tituaña	2	1	Reprobado
Esteban Andrade	6	4	Reprobado
Anderson Fuertes	4	3	Reprobado
Jonathan Córdova	3	2	Reprobado
Juan Piguave	6	4	Reprobado
Aron Acuña	5	3	Reprobado
Mario Casas	6	4	Reprobado
Kevin Salazar	8	5	Reprobado
John Vizcaino	5	3	Reprobado
Paul Diaz	5	3	Reprobado
Javier Tapia	7	5	Reprobado
Total		119	
Promedio general		4	

*Nota.* Esta tabla muestra las preguntas acertadas y los promedios de cada operario que nos indica que de los 32 evaluados todos se encuentran reprobados, Fuente (El autor)

### **Promedios por empresa**

**Tabla 3***Notas generales por empresa*

Empresa	Promedio
ESTRUTEC	4
CERRAINOX	4
ACIDNEC	4
METAL MAC	4
MECANIZA	3
IMPROMAT	4
Total	23
Promedio, general	4

*Nota.* En la tabla se muestra la nota general obtenida por cada empresa, dando un promedio de 4, Fuente (El autor).

Una vez obtenido las notas de la evaluación, se identificó que el 100% de los 32 trabajadores evaluados carecen de conocimientos teóricos, lo cual es muy probable que no pueda obtener la certificación necesaria, ya que generalmente se necesita de habilidades prácticas y conocimientos teóricos que garantice que el operario pueda llevar a cabo el trabajo de manera segura y eficiente.

Los conocimientos teóricos son fundamentales puesto que garantizan una comprensión de los principios detrás de los distintos procesos de suelda, las propiedades de los distintos materiales, las técnicas adecuadas y las consideraciones de seguridad. Sin estos conocimientos un soldador puede realizar los distintos procesos de suelda, pero puede tener dificultades al realizar soldadura de calidad y ser más propenso a cometer errores que afecte la integridad de las estructuras soldadas. gracias a esto se determinó la importancia de implementar un manual que satisfagan las necesidades e inquietudes de los operarios en donde se conozca el procedimiento y conocimientos necesarios para la obtención de una certificación en suelda, teniendo más oportunidades de empleo y crecimiento profesional.

En lo que se refiere a la organización es relevante contar con operarios calificados, dado que esto garantiza una mejor calidad en los trabajos, aumenta la eficiencia, la productividad y garantiza el cumplimiento de normas, ofreciendo mayor estabilidad y un entorno laboral seguro. Estas ventajas contribuyen al éxito y la reputación positiva de la empresa en el mercado.

**Área de estudio:**

**Dominio** (UTI)

**Línea de investigación** (UTI)

**Sub Línea de investigación** (UTI)

**Campo** (ing. Industrial)

**Área** procesos

**Aspectos** (tema relacionado a la propuesta)

**Objeto de estudio** (Lugar de la investigación)

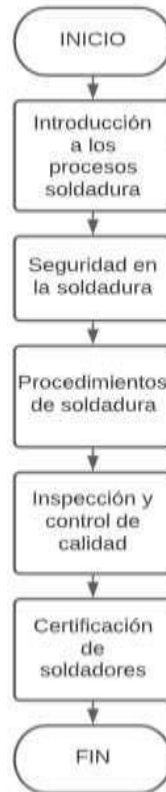
**Periodo de análisis** (año-mes inicio y fin)

**Modelo operativo**

En el manual de operación y calificación de soldadores tiene como objetivo principal mejorar las capacidades teóricas y prácticas en soldadura, mejorando la calidad y eficacia de sus procesos con estándares de seguridad y calidad bajo normas internacionales. En este manual se detalla el orden cronológico de los distintos aspectos teóricos como prácticos que se deben seguir previos a la obtención de su certificado, al igual que proporcionar al usuario una guía detallada sobre los procedimientos de trabajo con soldadura como proyectos de construcción y otros tipos de trabajos.

**Figura 25**

*Diagrama de flujo de modelo operativo*



Nota. En el diagrama de flujo se muestra el modelo operativo de la propuesta metodológica; los pasos consecutivos que se deben llevar a cabo para el objetivo general del proyecto

### **Introducción a los procesos de soldadura**

Se abordarán temas de distintos tipos de soldadura, las ventajas y desventajas, los equipos de soldadura, y los materiales utilizados en los procedimientos.

### **Seguridad de soldadura**

La seguridad en soldadura es de gran relevancia, debido a los riesgos que los operarios se exponen durante este proceso tales como temperaturas elevadas, desprendimientos de partículas incandescentes, gases tóxicos, radiación, manipulación de equipos y materiales peligrosos. Mediante estos parámetros se abordarán temas como procedimientos de emergencia y equipos de protección personal para los procesos de suelda.

### **Procedimientos de soldadura**

Cada proceso de soldadura tiene sus propias características, aplicaciones y requerimientos técnicos esto depende del tipo de trabajo que se vaya a realizar, la calidad requerida y otros factores relevantes. Se detallará los procedimientos que se emplean para los diferentes procesos de soldadura como: SMAW, TIG y soldadura MIG, los materiales utilizados, equipos necesarios.

### **Inspección y control de calidad**

Es indispensable por que garantiza que la soldadura de los proyectos se realice de manera segura y eficiente, se tratará los procedimientos empleados para el control de calidad que debe llevar a cabo antes y durante el proceso de soldadura.

### **Certificación de soldadores**

La certificación de soldadores es esencial para asegurar que los trabajadores estén en condiciones adecuadas para llevar a cabo los procedimientos de soldadura y cumplir con los estándares de calidad necesarios. Se abordarán aspectos como los requisitos para obtener la certificación y las pruebas que deben superar.

## **CAPÍTULO III**

### **PROPUESTAS Y RESULTADOS ESPERADOS**

#### **Presentación de la propuesta**

El manual para procedimiento y calificación de soldadores nos permitirá establecer estándares y directrices para el proceso de certificación buscando una mejora continua en la seguridad, en sus aplicaciones de suelda

De acuerdo (Quilo, 2022)“Los manuales de procedimientos ofrecen una descripción detallada de las acciones y operaciones que se requieren para garantizar que una empresa funcione eficientemente. La capacidad de llevar un monitoreo secuencial de las actividades establecidas en un marco de tiempo específico. Estos manuales ayudan con muchas tareas diarias de una empresa mejorando y orientando el trabajo de los empleados”. (p.8)

Según (Agudelo et al., 2015) “El objetivo principal del manual de procedimiento es abordar las principales deficiencias de la empresa. Este documento beneficia a los operarios a tener conocimientos muchos más claros y precisos de las responsabilidades y obligaciones que se les ha asignado. También facilita en la selección de personal adecuado que cumplan con las características necesarias para cada puesto de trabajo específico, siendo una parte fundamental ya que mediante a esto se puede realizar controles y mejoras continuas en sus procesos”. (p.21)

#### **Resumen**

El Manual de Procedimiento y Calificación de Soldadores es una herramienta esencial para la supervisión de soldadores y trabajadores que buscan mejorar sus habilidades. Su objetivo es asegurar que los soldadores cumplan con los estándares de competencia requeridos, así como la calidad y confiabilidad de sus trabajos.

Este manual es una guía que establece los procesos y criterios necesarios para la calificación de soldadores en diferentes tipos de procesos. Se describen los requisitos generales para la calificación de soldadores, incluyendo la experiencia, la formación técnica y las habilidades necesarias. Además, se detallan los criterios de evaluación y se proporcionan ejemplos prácticos de las pruebas que deben realizarse. También se explican los formularios y los informes que deben completarse. Se abordan temas como la seguridad durante las pruebas de calificación, haciendo hincapié en el uso de equipos de seguridad y las prácticas seguras de trabajo.

## **Introducción**

Detrás de todo proceso de soldadura se requiere diferentes parámetros que describan detalladamente como deben llevarse a cabo los pasos necesarios para su aplicación. También normas relacionadas con equipos, componentes, tuberías y estructuras, en las que intervienen los procesos de soldadura establecen requisitos para la preparación calificación y certificación de procedimientos

Las uniones soldadas deben cumplir requisitos específicos debido a diversos factores que afectan sus características, como los procesos de soldadura, los materiales utilizados, las variaciones de espesor y los diseños de las juntas. Para garantizar la calidad y propiedades requeridas en estas uniones, es necesario llevar un estricto control de todas las variables involucradas. Esto implica la elaboración por escrito de los procedimientos de soldadura, su calificación y la certificación del personal encargado de realizarlos. El éxito en los trabajos de soldadura depende del cumplimiento total de estas condiciones, incluyendo la disponibilidad de procedimientos de soldadura calificados, la competencia del personal y la realización de inspecciones exhaustivas antes y durante el proceso de soldadura.

Normas como ASME AWS D1.1 establecen los requisitos de calificación y certificación para los operarios que deben rendir exámenes, pruebas e inspecciones. Estos requisitos son proporcionados por contratistas, empresas u otras partes involucradas. Los operarios suelen cumplir con los requisitos en términos de entrenamiento y experiencia

### **Alcance**

Este código establece los requisitos necesarios para el ensamblaje y construcción de estructuras soldadas de acero. De acuerdo a lo criterios establecido en los contratos, se debe cumplir a cabalidad todas las disposiciones establecidas en el mismo, excepto aquellas que sean modificadas o examinadas de manera específica por el ingeniero o la persona encargada. a continuación, tenemos un resumen de las secciones del código.

### **Descripción del contenido**

El manual de procedimiento para operación y certificación de soldadores esta dividido en 2 tomos los cuales se encuentran subdivididos en los siguientes capítulos:

- Capítulo 1: Generalidades
- Capítulo 2: Principios y fundamentos en soldadura
- Capítulo 3: seguridad en proceso de soldadura
- Capítulo 4: Esquemas y posiciones de soldadura
- Capítulo 5: Inspección y control de calidad
- Capítulo 6: Procedimiento de certificación
- Capítulo 7: Practicas de soldadura



## **Marco teórico:**

Los fundamentos de este manual están sustentados en la investigación de las regulaciones actuales del país los estudios de normas y códigos internacionales adaptados en la industria ecuatoriana y la revisión de bibliografía similares, todo ello con el objetivo de crear un documento integral enfocado a la soldadura en estructuras metálicas para la adecuada certificación de soldadores.

Este manual está sustentado en fundamentos de la norma ANSI /AWS D1.1 código de soldadura estructural de acero y formatos de certificación para soldadores.

## **Análisis del contenido**

### **Requerimientos generales**

En esta sección se proporciona información fundamental sobre el alcance y las limitaciones del código, se definen conceptos clave y se establecen las principales responsabilidades de las partes involucradas en la fabricación con acero.

### **Seguridad Industrial en el soldador:**

Se define las prácticas y normas de seguridad que se debe seguir para garantizar un entorno seguro durante las operaciones de soldadura

### **Procesos y tipos de sueldas**

Se proporciona información general sobre los procesos de soldadura, abordando aspectos relevantes. Se detallan con mayor precisión las posiciones, características, herramientas, maquinarias y los fundamentos de operación necesarios. Además, se discuten las fuentes de poder y los materiales de aporte utilizados en los procesos de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW), soldadura de arco eléctrico con recubrimiento de gas inerte (GMAW) y soldadura por arco gas tungsteno

(GTAW). Se hace especial énfasis en seguir las normas de seguridad correspondientes a estos procesos. Asimismo, se aborda el tema de las juntas que pueden ser realizadas en estas circunstancias

### **Esquemas y posiciones de soldadura:**

En esta sección se detallan los requisitos para el diseño de conexiones soldadas que involucran elementos con forma de productos tanto tubulares como no tubulares.

### **Precalificación y formatos**

Se detallan los requisitos de registro y documentación necesarios para el proceso de certificación. Esto incluye la cumplimentación de formularios, la generación de informes

En esta sección se especifica los requisitos necesarios para eximir las Especificaciones para el Procedimiento de Soldadura (WPS), de cumplir con los requerimientos para la calificación del WPS establecidos por el código. Se detallan las condiciones y circunstancias en las cuales se pueden aplicar esta exención y se proporciona las pautas necesarias para su aplicación.

### **Inspección y control de calidad:**

En esta sección se establecen los criterios para la calificación y las responsabilidades de los inspectores, así como los criterios de aceptación para las soldaduras de producción. Además, se detallan los procedimientos estándar para llevar a cabo la inspección visual y los ensayos no destructivos (NDT, por sus siglas en inglés). Se proporcionan directrices y pautas para garantizar una inspección adecuada de las soldaduras, incluyendo los estándares de calidad requeridos y los métodos de evaluación utilizados.

### **Prácticas de soldadura:**

Se describen las diferentes pruebas que los candidatos deben realizar como parte del proceso de certificación. Estas pruebas incluyen pruebas prácticas en diferentes tipos de soldadura, para evaluar el conocimiento técnico y pruebas de inspección visual para verificar la calidad de las soldaduras realizadas.

### **Restricciones**

Este código fue desarrollado precisamente para la fabricación de estructuras metálicas de aceros al carbono o de baja aleación de espesores de 3mm o mayor con resistencia mínimas de 100 Psi (690 MPa). Este código es adecuado para regular construcciones metálicas que no se encuentran en el alcance original, por ende, es obligación del encargado o del ingeniero evaluar su capacidad. basándonos en los estudios realizados por las personas a cargo, se debe aplicar los cambios necesarios a los requerimientos del código o en los documentos del contrato para implementar los requerimientos específicos que se encuentran fuera del alcance del código

Hay que considerar que existen más códigos aplicables para estructuras según el comité de soldadura estructural lo cuales son:

- AWS D1: para aplicaciones en donde se utiliza aluminio
- AWS D1.2: es diseñado para laminas menores o iguales de 5mm de espesor
- AWS D1.3: acero reforzante
- AWS D1.4: Acero inoxidable
- AWS D1.6 este código lo crearon específicamente para soldar componentes de puentes carreteros según AASHTO/ AWS Bridge Code quienes recomienden este código para esas aplicaciones.

**Diseño del manual de procedimiento para  
operación y certificación desoldadores**



# **MANUEL DE PROCEDIMIENTO PARA OPERACIÓN Y CALIFICACIÓN DE SOLDADORES**



## **CAPÍTULO 1**

### **ASPECTOS GENERALES**

## **Aspectos generales**

### **Introducción**

El manual de procedimientos para la operación y calificación de soldadores es proporcionar una guía clara y precisa que garantice la consistencia, la calidad y la seguridad en los procesos de soldadura de la organización. con el fin de brindar instrucciones y pautas a los soldadores y al personal involucrado en las actividades de soldadura para llevar a cabo las tareas de manera efectiva y cumpliendo con los estándares requeridos bajo el Código ANSI/AWS D1.1 de Soldadura estructural..

### **Objetivo**

Desarrollar un manual de procedimiento para operación y calificación de soldadura SMAW, GMAW, GTAW. con el fin de tener una herramienta útil con información clara y fácilmente accesible sobre los procedimientos y requisitos para la certificación de soldadores.

### **Alcance**

El manual de procedimientos para operación y calificación de soldadores se base en la aplicación de códigos y normas internacionales, que permitirá conocer el proceso normativo, previos a la obtención de certificación en soldadura

### **Responsable**

**Jefes de área:** son las personas encargadas de garantizar y comprobar el cumplimiento de las medidas establecidas en este manual.

### **Referencias normativas**

Norma AWS D1.1/D1.1M:2015: código de Soldadura estructural

NTE INEN 0: reglamento para estructura, redacción y presentación de documentos normativos.

### **Definiciones**

**Escoria:** Los residuos de fundente y material fundido que se forman durante la soldadura, se retiran después del proceso para obtener una soldadura limpia y de calidad.

**Soldador:** Persona capacitada y entrenada en la unión de metales mediante el proceso de soldadura, que cumple con los requisitos y estándares de certificación establecidos.

**Proceso de Soldadura:** Secuencia de operaciones técnicas y procedimientos para unir materiales mediante la fusión localizada y la coalescencia de los mismos, utilizando un metal de aporte, si es necesario.

**Metal de Aporte:** Material utilizado en el proceso de soldadura para proporcionar la adición de material necesario para la unión de las piezas.

**Junta de Soldadura:** Área específica donde se realiza la unión entre las piezas de metal mediante el proceso de soldadura.

**Certificación de Soldadores:** Proceso mediante el cual se evalúa y verifica la competencia técnica de un soldador para llevar a cabo operaciones de soldadura específicas, cumpliendo con los requisitos y estándares establecidos.

**Requisitos de Certificación:** Criterios y estándares técnicos que un soldador debe cumplir para obtener la certificación en determinados procesos y tipos de soldadura.



**Evaluación de Competencia:** Proceso de evaluación mediante el cual se determina la habilidad y conocimientos de un soldador para realizar operaciones de soldadura de manera segura y efectiva.

**Pruebas de Certificación:** Exámenes y evaluaciones prácticas que un soldador debe superar para obtener la certificación en un proceso o tipo de soldadura específico.

**Normas de Seguridad:** Directrices y procedimientos establecidos para garantizar un entorno de trabajo seguro durante las operaciones de soldadura.

**Mantenimiento del Certificado:** Proceso de renovación periódica de la certificación para asegurar que el soldador sigue cumpliendo con los estándares y requisitos técnicos.

**Inspección de Soldadura:** Evaluación visual y/o no destructiva de las uniones de soldadura para garantizar su calidad y cumplimiento con los estándares de certificación.

**Prácticas de Trabajo Seguro:** Normas y procedimientos establecidos para prevenir accidentes y lesiones durante las operaciones de soldadura.

**Calificación de Procedimiento de Soldadura:** Evaluación técnica de los procedimientos de soldadura utilizados, para asegurar que sean adecuados y eficientes.

**Control de Calidad:** Proceso para verificar y asegurar la conformidad de las operaciones de soldadura con los requisitos técnicos y estándares de certificación establecidos.



# **CAPÍTULO 2**

## **PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS**

### **DE SOLDADURA**

## **Soldadura SMAW**

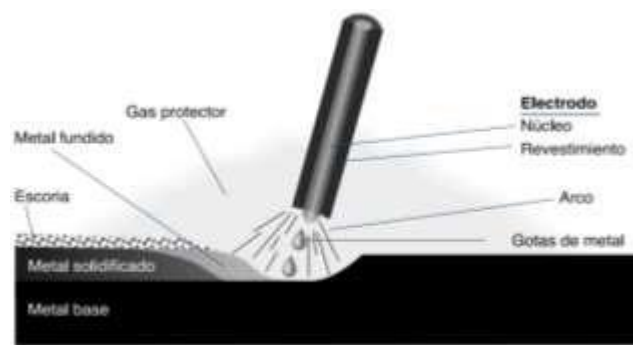
### **Proceso SMAW (Shielded metal arc welding)**

El proceso SMAW o soldadura por arco manual utiliza un electrodo metálico revestido, que al generar un arco eléctrico con el metal base, produce una fusión controlada. El recubrimiento del electrodo actúa como una atmosfera protectora, mejorando la calidad de la soldadura y otorgando propiedades adicionales al metal de aporte

Este tipo de soldadura es uno de los procesos más conocido desde los finales del siglo pasado, en la cual se utilizaba una varilla metálica sin recubrimiento como material de aporte, sin embargo, gracias al desarrollo industrial se descubrió revestimientos para el material de aporte que hacía que la soldadura sea mucho más fuerte y ya no sufra de fragilidad causada por el oxígeno y el nitrógeno de la atmosfera, este revestimiento al quemarse durante el proceso de soldadura se gasifica y actúa como atmosfera protectora además de brindar protección contra la contaminación atmosférica y contribuyendo a mejorar significativamente otros aspectos del proceso (INDURA, 2021)

**Figura 26**

*Sistema de soldadura SMAW*



*Nota.* En la figura observamos el proceso de soldadura mediante arco manual.

Tomada (INDURA, 2021)

Atrás de los diferentes tipos de soldadura existen procedimientos que se siguen para la aplicación de sueldas que cumplan con estándares de calidad bajo normas y técnicas internacionales

### **Accesorios utilizados para soldadura eléctrica**

Es el equipo que se emplea para asegurar la conducción correcta de corriente eléctrica para la unión de metales y obtener soldaduras que cumplan con los estándares adecuados.

#### **Porta electrodos**

El porta electrodo consta de dos partes principales: la pinza y el mango. La pinza es la parte que sujeta el electrodo, generalmente mediante un mecanismo de resorte o una abrazadera ajustable. El mango, por otro lado, es el agarre utilizado por el soldador para sostener y manipular el porta electrodo.

#### **Figura 27**

*Porta electrodos*



Figura 28. Esquema del portaelectrodo.



*Nota.* En la figura podemos observar las partes del porta electrodo y los diferentes tipos que hay. Tomada (Procesos de Soldadura, 2018)

### **Pinza de conexiona a tierra.**

La pinza de conexión a tierra consta de una abrazadera o pinza metálica que se coloca alrededor de un objeto conductor, como un cable, tubo o estructura metálica, Al conectar la pinza de tierra a un objeto conductor y luego a una fuente de tierra, se crea un camino seguro para la corriente de falla o para descargar cargas estáticas y proteger tanto a las personas como a los equipos.

**Figura 28**

*Pinza de conexión tierra*



*Nota.* En la figura podemos observar las diferentes pinzas empleadas para conexión a tierra. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

### **Implementos para trabajos con soldadura**

En los procesos de soldadura existen accesorios que son parte importante principal mente para fijar, cortar, limpiar antes o después de cada aplicación de soldadura los accesorios son: cepillo de alambre, piqueta, cincel, martillo, playo de presión, pinzas de sujeción, arco de segueta y platos mecánicos.

**Figura 29**

*Herramientas*



Nota. En la figura podemos observar los tipos de herramientas que intervienen en el proceso de soldadura. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

**Procedimiento de soldadura SMAW**

**Selección del electrodo adecuado**

Para una correcta selección de electrodos hay que conocer primero las condiciones de trabajo en particular y luego definir el tipo de diámetro del electrodo según el trabajo en el que se vaya a desempeñar.

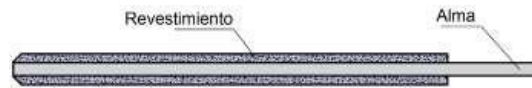
- Naturaleza del metal base
- Dimensiones de la sección que se va a soldar
- Tipo de corriente de la suelta
- Posición de soldadura
- Tipo de unión y facilidad de fijación
- Requisitos específicos del depósito
- Cumplimientos de normas y especificaciones

## Designación para electrodo revestidos

Los electrodos para trabajos en aceros al carbono y de bajas aleaciones tienen la siguiente designación:

### Figura 30

#### *Electrodo*



*Nota.* en la figura podemos observar las partes de un electrodo E6013. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

**E:** electrodo

**60:** resistencia mínima a la tracción Ksi

**1:** posición de soldeo

**3:** tipo de revestimiento, corriente y polaridad

Hay que tener en cuenta aun que los dos últimos dígitos indican las características que posee el electrodo, es necesario identificar individualmente ya que el tercer dígito indica la posición que se puede soldar con el electrodo.

- **EXX1X:** Toda posición
- **EXX2X:** Posición plana y horizontal
- **EXX4X:** Toda posición, vertical descendente

**Figura 31**

*Clasificación de los electrodos*

Clasificación AWS		Tipo de revestimiento	Posición a soldar	Corriente y polaridad
A5.1	A5.1M			
E-6010	E-4310	Celulósico sódico	P, V, SC, H	CCEP
E-6011	E-4311	Celulósico potásico	P, V, SC, H	CA, CCEP
E-6012	E-4312	Rutilico sódico	P, V, SC, H	CA, CCEN
E-6013	E-4313	Rutilico potásico	P, V, SC, H	CA, CCAP
E-6018	E-4318	Potásico, BH - HP	P, V, SC, H	CA, CCEP
E-6019	E-4319	Óxido de hierro, rutilico potásico	P, V, SC, H	CA, CCAP
E-6020	E-4320	Óxido de hierro	H	CA, CCEN
			P	CA, CCAP
E-6022	E-4322	Óxido de hierro	P, H	CA, CCEN
E-6027	E-4327	Óxido de hierro, HP	H	CA, CCEN
			P	CA, CCAP
E-7014	E-4914	Rutilico, HP	P, V, SC, H	CA, CCAP
E-7015	E-4915	Sódico, BH	P, V, SC, H	CCEP
E-7016	E-4916	Potásico, BH	P, V, SC, H	CA, CCEP
E-7018	E-4918	Potásico, BH - HP	P, V, SC, H	CA, CCEP
E-7018M	E-4918M	BH - HP	P, V, SC, H	CCEP
E-7024	E-4924	Rutilico, HP	P, H	CA, CCAP
E-7027	E-4927	Óxido de hierro, HP	H	CA, CCEN
			P	CA, CCAP
E-7028	E-4928	Potásico, BH - HP	P, H	CA, CCEP
E-7048	E-4948	Potásico, BH - HP	P, V-down, SC, H	CA, CCEP
<b>Nomenclatura:</b>		CC: Corriente continua	EP: Electrodo positivo	P: Plana
HP: Hierro en polvo		CA: Corriente alterna	EN: Electrodo negativo	V: Vertical
BH: Bajo hidrógeno		AP: Ambas polaridades	SC: Sobrecabeza	H: Horizontal

*Nota.* En la imagen podemos observar la clasificación de electrodos según la Norma AWS. Tomada de (INDURA, 2021)

### Ángulo del electrodo

El ángulo del electrodo en soldadura se refiere a la inclinación o posición en la que se sostiene el electrodo con respecto a la superficie del metal a soldar. Es un factor importante que afecta la calidad y características de la soldadura. El ángulo del electrodo puede variar según el tipo de soldadura y las condiciones específicas de la aplicación.

**Ángulo de ataque:** Este ángulo es el que empuja metal fundido y la escoria sale por delante de la soldadura



**Ángulo de arrastre:** Este ángulo del electrodo es el que empuja el metal fundido hacia atrás fuera del borde delantero del baño de fusión donde se solidifica la soldadura.

**Figura 32**

*Ángulos de soldadura*



Nota. en la figura podemos observar los diferentes tipos de ángulo que existen para el proceso de soldadura. Tomada de (LARRY, 2009)

### **Movimientos de soldadura con electrodo**




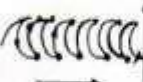
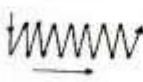
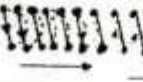
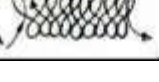
Los patrones de soldadura con electrodo pueden controlar características en la soldadura como: penetración, ancho del cordón, poros, socavación, inclusiones de escoria.

- **Patrón circular:** este tipo de movimiento se lo realiza en los procesos de soldadura en posición plana en tope T, también para juntas de esquinas y para recubrimiento superficial
- **Patrón cuadrado y en C:** Este tipo de movimientos se los realizan en la mayoría de soldaduras planas 1G y para posiciones verticales 3G también se emplean cuando hay aberturas grandes que hay que rellenar

- **Patrón J:** Este patrón funciona muy bien juntas solapadas 1F, y también en juntas verticales 3G, soldaduras a tope 2G, solapadas 2F y horizontales.
- **Patrón T:** Este patrón es excelente para soldaduras con filete en posiciones 3F verticales y 4F sobrecabeza, este patrón también se lo puede utilizar en soldaduras de ranuras profundas.
- **Patrón de paso recto:** Este paso se lo aplica en cordones de raíz y de varias pasadas en todo tipo de posiciones.
- **Patrón figura de 8:** Este patrón y el del zigzag se los emplean cuando hay que pasadas en posiciones planas y verticales.

**Figura 33**

*Patrones de soldadura*

DENOMINACIÓN	MÓVIMIENTO	APLICACIÓN
Movimiento recto		Para todo tipo de procesos de arco eléctrico
Circular		No debe usarse con electrodo revestido; deja poros e inclusión de escoria al enfriar la soldadura, úsese en el proceso T.L.G.
Latigazo		Se recomienda para fondeo en tubería y tanques de alta presión en posiciones vertical y sobre cabeza. Recomendable para los electrodos E6010 y 7010.
Media luna		Se usa ascendente y descendente para sacar las escorias de las ondulaciones del cordón.
Zig-zag		Se usa en cordones no más de 19 mm de ancho y en electrodos E6010, E6013 y E7013. También es adecuado para soldar en tuberías.
En "D"		Se usa en tuberías y calderas, cordón de vista inclinado, se recomiendan para electrodos E6010 y 6013.
En ocho o Trenzado		Movimiento para posición plana, para electrodos E6013 y cordones no más de 19.1 mm de ancho.

*Nota.* En la figura se observa los diferentes tipos de patrones que se emplean para los procesos de soldadura. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

## **Parámetros operacionales**

Es importante conocer y manipular estos conocimientos cuando se va a trabajar con los diferentes procesos de soldadura.

**A) Amperaje (Intensidad de soldadura):** La intensidad de corriente es un parámetro de gran relevancia, ya que su función es generar el calor necesario para lograr la fusión adecuada de los metales. Este parámetro determina la velocidad de alimentación del electrodo y regula la profundidad de penetración del depósito de soldadura.

- Cuando la intensidad de la corriente aumenta se obtiene una mejor penetración
- Cuando la intensidad es baja el arco es inestable, su fusión es deficiente y su penetración no es la adecuada por lo que se obtiene soldaduras deficientes.
- Cuando tenemos corriente demasiadas altas hay demasiada fusión, penetración excesiva, socavación, obteniendo cordones muy delgados y por el exceso de temperatura el material sufre de deformación.

**B) Voltaje V (Tensión de soldadura):** cumple con la función de variar la longitud de arco que se forma entre el electrodo y la pieza dando forma al cordón

- Cuando se tienen voltajes muy elevados los cordones salen abultados y se tiene más escoria
- Cuando se tiene un voltaje elevado los cordones realizados tiene mayor probabilidad de ruptura y más producción de escoria se presentan socavaciones y cordones cóncavos.

**C) Velocidad de avance de soldadura  $V_a$ :** Se trata de la rapidez que el electrodo se desplaza en el proceso de soldadura mediante el cual se efectúa el cordón y se logra el ancho y se limita la penetración.

- Cuando velocidad de avance es baja, el cordón resultante tiende a ser convexo y fácil de romperse. Esto se debe a que la intensidad de corriente es elevada, lo que impide la salida adecuada de los gases del metal de fusión que quedan atrapados en el cordón. Además, esta exposición prolongada al calor puede generar desfundamiento en la unión.

### **Proceso GMAW (Gas Metal Arc Welding)**

La soldadura con arco eléctrico y gas inerte también conocida como MIG (Metal Inert Gas), fue introducido a fines del año 1940 por la AWS (American Welding Society) es un proceso de soldadura de arco, donde la fusión del metal se logra mediante el calentamiento con un arco eléctrico generado por un electrodo de metal de aporte continuo y la pieza a soldar (INDURA, 2021)

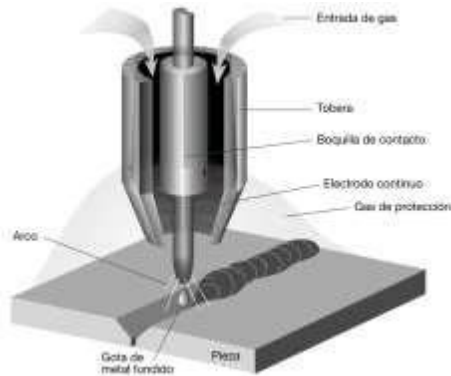
En la suelda MIG, se utiliza un alambre como electrodo que es impulsado de manera automática y a una velocidad predeterminada hacia el área de trabajo o baño de fusión. Simultáneamente, la pistola de soldadura se posiciona en un ángulo adecuado y se mantiene una distancia constante de aproximadamente 10 mm entre la tobera de la pistola y la pieza a soldar.

El sistema MIG tiene diferentes tipos de ventajas a la hora de soldar acero, teniendo la capacidad para proteger el metal líquido de la contaminación atmosférica y su contribución a estabilizar el arco eléctrico. Estas cualidades son importantes para

obtener soldaduras de alta calidad y asegurar la integridad de las uniones realizadas mediante este proceso.(INDURA, 2021)

**Figura 34**

*Sistema MIG*



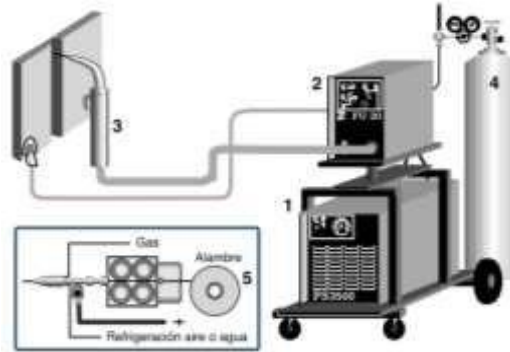
*Nota.* En la ilustración podemos observar la esquematización de soldadura por sistema MIG, Tomada (INDURA, 2021)

### **Equipo para soldadura GMAW (MIG)**

1. Máquina de soldar
2. Un alimentador para controlar el avance del alambre y velocidad requerida
3. Antorcha o pistola para soldar
4. Gas protector
5. Carrete de alambre dependiendo el trabajo que se vaya a realizar

**Figura 35**

*Suelda MIG*



*Nota.* En la figuras se observa el diagrama esquemático del sistema MIG,

Tomado (INDURA, 2021)

### **Gases que se emplean en la suelda MIG**

Para la selección de una gas protector o inerte se debe considera los siguientes puntos:

1. El tipo de material en el que se va a trabajar
2. Velocidad de la soldadura
3. Dimensiones del área de soldadura y su penetración
4. Disponibilidad y precio del gas
5. Propiedades mecánicas requeridas

**Figura 36**

*Gases para soldadura MIG*

Metal Base	Transferencia Spray	Transferencia Corto-Circuito
Acero inoxidable	Argón + 2% CO <sub>2</sub> Argón + 1% O <sub>2</sub> Argón + 2% O <sub>2</sub>	90% Helio + 7,5% Argón + 2,5% CO <sub>2</sub>
Aceros al carbono y baja aleación	Argón + 2% O <sub>2</sub> Argón + 20% CO <sub>2</sub> Argón + 5% CO <sub>2</sub> Argón + 8% CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> Argón + 20% CO <sub>2</sub> Argón + 8% CO <sub>2</sub> Argón + 5% CO <sub>2</sub>
Aluminio y magnesio	Argón Helio Argón + 25% He Argón + 75% He	
Cobre	Helio Argón + 25% He Argón + 50% He Argón + 75% He	

*Nota.* En cuadro podemos ver las aplicaciones, características y mezclas más comunes empleados en soldadura por sistema MIG. Tomada (INDURA, 2021)

### **Parámetros operacionales**

En este proceso de soldadura intervienen diferentes tipos de variables como el tipo de corriente utilizada, la longitud del arco, la inclinación del porta electrodo, la intensidad de corriente, la transferencia del alambre, el metal de aporte y el gas protector (Procesos de Soldadura, 2018)

### **Tipo de corriente**

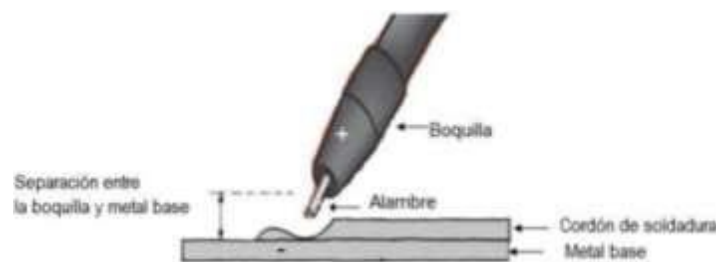
Parta este proceso es recomendable utilizar la corriente continua para el uso de este tipo de corriente se necesita polaridad invertida esto quiere decir el alambre se conecta al polo positivo y la pieza al polo negativo

### **Longitud del arco.**

Para regular este parámetro se lo realiza en gran parte acercando y alejando la antorcha. regulando el voltaje en el tablero de control de la maquina y así manteniendo el arco eléctrico estable, es necesario que el soldador no realice movimientos es necesario que el operario no realice movimientos bruscos y que mantenga la boquilla a unos 20 mm de distancia aproximadamente del material base. (Procesos de Soldadura, 2018)

**Figura 37**

*Longitud de arco*



*Nota.* En la figura se observa la separación de la boquilla con el material base.

Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

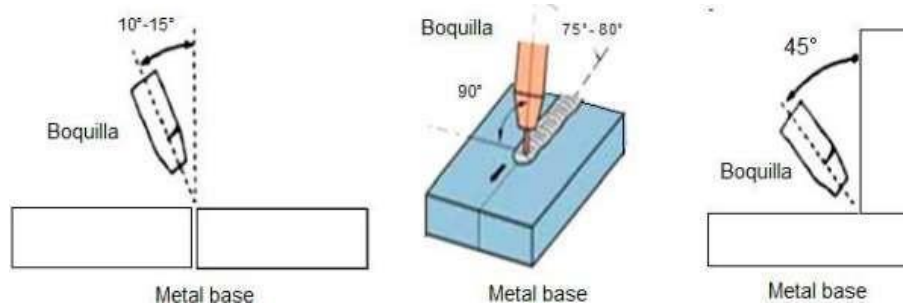
### **Inclinación de la antorcha o porta electrodo:**

En el proceso (GMAW), la orientación de la antorcha es la misma que el proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido(Procesos de Soldadura, 2018)



**Figura 38**

*Inclinación de porta electrodo*



*Nota.* En la imagen podemos observar el ángulo del porta electrodo. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

**Metal de aporte electrodo o consumible.**

es un rollo de alambre que este compuesto por diferentes tipos de materiales como: carbono, acero inoxidable, aluminio, cobre, etc., y sus medidas suelen variar desde 0.8mm, 1.0mm, 1.2mm y 1.6 mm este alambre o electrodo se lo selecciona dependiendo a la aplicación o al material que se vaya a trabajar.

**Figura 39**

*Tipos de alambre*

Código A.W.S.	Características
ER70S-2	Presenta desoxidantes, se usa para soldar láminas delgadas de acero, contiene titanio, zirconio y aluminio.
ER70S-3	Es el alambre más común utilizado en este proceso, contiene desoxidantes y presenta una zona de fusión más fluida formando un cordón ancho y plano. Se utiliza en la fabricación de carrocerías de vehículos, maquinaria agrícola y aparatos electrodomésticos.
ER70S-4	Alambre adecuado para la soldadura de acero. Se usa en estructuras de acero, barcos y recipientes de calderas.
ER60S-5	Es usado para soldar en posición plana y en aceros con oxidación.
ER60S-6	Alambre con buen rendimiento, contiene silicio y manganeso como desoxidantes. Es adecuado para la soldadura de casi todos los aceros, funciona con las mezclas de gases más usadas y la zona de fusión presenta fluidez. Sus aplicaciones incluyen la fabricación de carrocerías, muebles, extinguidores, recipientes a presión y soldadura de cañerías, entre otras.

*Nota.* en la figura se muestra los diferentes tipos de alambre empleados en el proceso GMAW. Tomado de (Procesos de Soldadura, 2018)

### **Velocidad de alimentación de alambre.**

la velocidad de alimentación de alambre se encuentra bajo la función de la intensidad de la corriente el voltaje, diámetro de alambre, espesor del material que se va a soldar y el flujo de gas

**Figura 40**

*Especificaciones del alambre*

Diámetro del alambre (mm)	Espesor del metal base (mm)	Amperaje (amperes)	Voltaje (Volts)	Velocidad del alambre (m/min)	Caudal de gas protector (l/min)
0.6	0.60	30-50	16-17	1.3-1.8	8-10
	0.80	35-60	16-17.5	1.3-2.0	8-11
	0.90	40-70	17-18	1.5-3.0	9-11
0.9	1.30	70-90	18-19	3.0-3.6	10-12
	1.80	80-110	19-20	3.3-3.8	11-13
	2.00	120-130	20-21	3.6-4.1	11-14
1.2	3.20	120-180	20-22	4.6-6.1	11-16
	4.70	160-180	21-22	5.1-6.1	14-17
	6.40	190-200	22-23	6.4-7.1	14-17
	7.90	200-210	23-24	7.0-7.4	14-17
	9.40	220-250	24-25	7.5-8.9	14-17
	12.70	240-250	28-29	8.4-9.5	14-17
1.6	19.00	280-300	30-32	4.8-5.1	17-19

*Nota.* diámetros y velocidades para el proceso de suelda GMAW. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

### **Cilindro de gas protector.**

Existen dos tipos de colores el cilindro de argón es de color gris y el cilindro de dióxido de carbono es de color verde, esto dependiendo de la combinación de gases que se vayan a emplear

**Figura 41**

*Cilindros de gas inerte*



*Nota.* En la figura podemos observar los cilindros para el proceso GMAW.

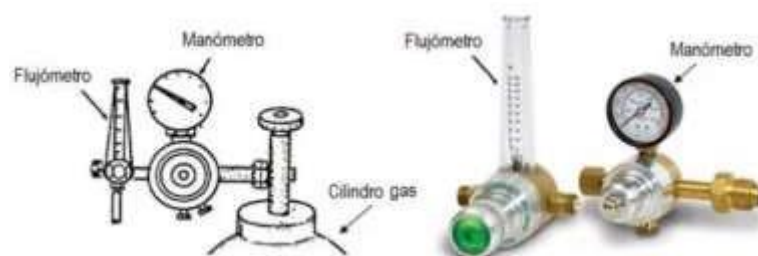
Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

### **Regulación de presión.**

Para la presión del gas inerte en el proceso de soldadura se lo realiza mediante un manómetro y el flujo que sale se lo controla con un flujómetro.

**Figura 42**

*Regulación de presión*



*Nota.* En la figura podemos observar el manómetro y el flujómetro que se emplean para regular la presión del gas inerte. Tomada (Procesos de Soldadura, 2018)

### **Proceso GTAW (Gas Tungsten Arc Welding).**

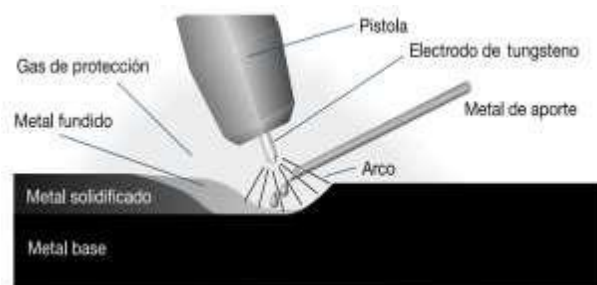
El proceso de soldadura GTAW o también conocido como TIG (Tungsten Inert Gas) utiliza un electrodo de tungsteno no consumible y un arco eléctrico de alta temperatura para fundir los metales a unir. La protección gaseosa con gas inerte y la posibilidad de utilizar metal de aporte cuando sean necesario son características distintivas de este proceso que permite tener soldadura de alta calidad y precisión de diversas aplicaciones

Durante el proceso de soldado, el electrodo de tungsteno se mantiene a una distancia constante de la pieza a soldar. El arco eléctrico se eleva a altas temperaturas fundiendo los bordes de los metales y así permitiendo su unión. Para protección del área soldada de la contaminación atmosférica se aplica un gas inerte, como argón o helio siendo suministrado de manera externa

Una de las principales ventajas del sistema TIG es su capacidad para lograr soldaduras de alta calidad y precisión. Al no consumirse el electrodo de tungsteno, se evita la contaminación del baño de fusión y se obtiene una soldadura limpia. Además, la protección gaseosa proporciona un entorno libre de oxígeno y nitrógeno, lo que reduce la formación de defectos y contribuye a obtener soldaduras libres de porosidad y fragilidad.

**Figura 43**

*Soldadura por sistema TIG*

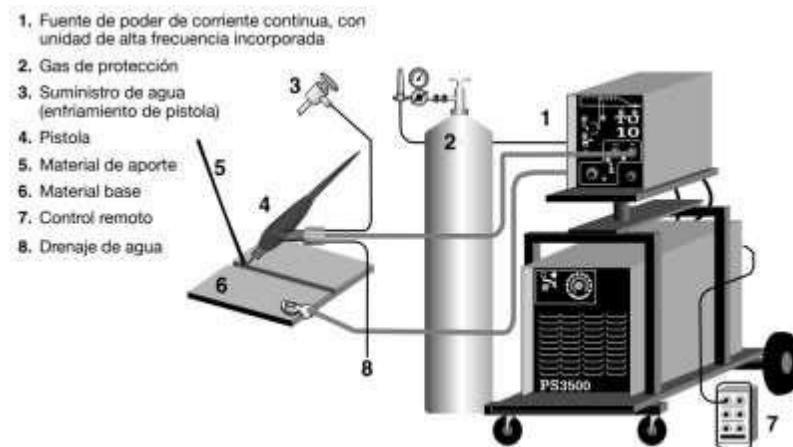


*Nota.* En la figura nos indica una esquematisacion de soldadura por sistema TIG.

Tomada (INDURA, 2021)

**Figura 44**

*Equipo para Suelda TIG*



*Nota.* Equipos basicos para soldadura TIG. Tomado de (INDURA, 2021)

### **Gases empleados para la soldadura GTAW o TIG**

Actualmente se conoce 5 tipos de gases inertes como: Helio, Argón, Neón, Kriptón y Xenón, de todo esto tipos de gases solo el helio y el argón son aptos para este tipo de proceso de soldadura, ya que el helio produce mayor temperatura que el argón, por lo que se emplea en material de mayor espesor en general en aluminio, cobre, El argón es apto para soldar materiales de menor conductividad térmica y de menores espesores y en posiciones diferentes a la plana.

**Figura 45**

*Gases de protección*

TABLA 3.1 Gases inertes para GTAW	
Metal a soldar	Gas
Aluminio y sus aleaciones	Argón
Latón y sus aleaciones	Helio o Argón
Cobre y sus aleaciones (menor de 3 mm)	Argón
Cobre y sus aleaciones (mayor de 3 mm)	Helio
Acero al carbono	Argón
Acero Inoxidable	Argón

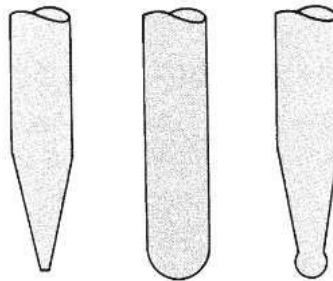
*Nota.* En la figura se describe el tipo de gas empleado para el metal que se va a soldar. Tomada de (P. Rodríguez, 2019)

### **Selección de electrodo adecuado**

Los electrodos para este proceso no tienen forma por eso antes de utilizarlos para soldar es necesarios realizar, punta, media caña o bola, mediante mecanizado.

**Figura 46**

*Electrodos de Tungsteno*



*Nota.* en la imagen podemos ver los formatos que para el electrodo de tungsteno para soldar. Tomada de (P. Rodríguez, 2019)

para la selección del diámetro del electrodo de tungsteno se lo selecciona dependiendo de la corriente que se emplea para la soldadura.

**Figura 47**

*Diámetro del electrodo*

TABLA 3.4		
Corriente [Ampere]	Diámetro del electrodo	
	Ø Pulgadas	Ø Milímetros
Hasta 15 A	0,010	0,25
5 a 20 A	0,020	0,51
15 a 80 A	0,040	1,02
70 a 150 A	1/16	1,59
150 a 250 A	3/32	2,38
250 a 400 A	1/8	3,17
350 a 500 A	5/32	3,97
500 a 750 A	3/16	4,76
750 a 1.000 A	1/4	6,35

*Nota.* En la figura podemos observar la corriente y el respectivo diámetro de electrodo para el proceso de soldadura. Tomada(P. Rodríguez, 2019)

### **Parámetros operacionales.**

### **Tipos de corriente eléctrica.**

Para el proceso GTAW se utiliza dos tipos de corrientes: Continua y alterna

### **Corriente continua.**

Con la aplicación de corriente continua obtenemos polaridades directas e invertidas, cuando se utiliza polaridad directa, tenemos menos repartición de calor en el electrodo que en el metal base, pero con la aplicación de esta polaridad logramos obtener una mejor penetración en la unión, también se puede soldar cualquier tipo de metales con más facilidad (Procesos de Soldadura, 2018)

### **Corriente alterna**

Con el uso de la corriente alterna logramos que el electrodo obtenga la misma cantidad de calor y en el metal base ya que carece de polaridad. La corriente alterna tiene una penetración que se encuentra y un nivel intermedio de las dos polaridades que

tiene la corriente continua y se puede trabajar en soldaduras con aluminio y magnesio. (Procesos de Soldadura, 2018)

### Intensidad de corriente eléctrica.

En la intensidad de corriente hay que considerar que por cada milímetro de espesor de material esto es igual a 40 amperes, es decir si contamos con una lámina de un espesor de 3.125 mm esto es igual a una intensidad de corriente de 125 amperes. Esto dependiendo si se aumenta o disminuye en función de la soldadura. (Procesos de Soldadura, 2018)

**Figura 48**

*Intensidad de corriente para aluminios y sus aleaciones*

Material	Espesor del material		Intensidad de corriente amperes	Tipo de corriente (Con dispositivo de alta frecuencia)	Proceso
	plg	mm			
Aluminio y sus aleaciones	1/16	1.58	60-100	Corriente alterna	Manual
Aluminio y sus aleaciones	1/8	3.17	120-160	Corriente alterna	Manual
Aluminio y sus aleaciones	3/16	4.76	180-240	Corriente alterna	Manual
Aluminio y sus aleaciones	1/4	6.35	240-320	Corriente alterna	Manual

Nota. En la figura podemos observar las tablas de intensidad de corriente para aluminio y sus aleaciones. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

**Figura 49**

*Intensidad de corriente para aceros inoxidables*

Material	Espesor del material		Intensidad de corriente amperes	Tipo de corriente (con dispositivo de alta frecuencia)	Proceso
	plg	mm			
Acero inoxidable	1/16	1.58	40-70	Corriente directa	Manual
Acero inoxidable	1/8	3.17	65-110	Corriente directa	Manual
Acero inoxidable	3/16	4.76	100-150	Corriente directa	Manual
Acero inoxidable	1/4	6.35	135-180	Corriente directa	Manual



Nota. En la figura podemos observar las tablas de intensidad de corriente para aceros inoxidable. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

### **Regulador de presión**

Para regular la salida del gas protector se utiliza un manómetro y un flujómetro. el manómetro es el encargado de regular la presión del cilindro y suministra gas necesario para el proceso de soldadura viene graduado en Kg/cm cúbicos y en lb/plg cuadradas y el flujómetro es en el que se ve la presión que se suministra de gas inerte.

La suministración gas para los procesos de soldadura varia entre 8-30 pies cúbicos por hora dependiendo del gas inerte y de la distancia que existe entre la pieza y la boquilla, el material y las dimensiones de la boquilla.

### **Figura 50**

#### *Regulador de presión*



Nota. en la figura podemos observar el manómetro y el flujómetro que se utiliza para regular el gas inerte para los procesos de soldadura. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)



# **CAPÍTULO 3**

## **SEGURIDAD EN PROCESOS DE**

### **SOLDADURA**

## Seguridad en procesos de soldadura

Al realizar soldadura p, muchas partes conductoras de energía eléctrica quedan expuestas, por ende, es de suma importancia que el operario observe cuidadosamente las normas de seguridad. Buscando garantizar la máxima protección personal y de todo su entorno. La seguridad en soldadura es una cuestión de sentido común ya que los accidentes se pueden prevenir si se cumple a cabalidad las normas de seguridad necesarias.

### Protección personal

Es de suma importancia que se utilice todos los equipos de protección adecuada para el tipo de soldadura que se va a ejecutar.

**Máscaras de soldar:** se debe usar una máscara de soldar que cubra los ojos la cara y el cuello, debe de estar equipada con filtros inactínicos adecuados para el proceso de soldadura y los diferentes tipos de corrientes y radiaciones generadas durante el proceso de soldadura GMAW y GTAW.

### Figura 51

*Mascara de soldadura*



*Nota.* En la figura observamos la máscara más común para soldadura. Tomada de (Tena, 2019)

Para el proceso de soldadura GTAW o TIG existe una máscara que cumple con los parámetros adecuados para este tipo de proceso la cual se la conoce como máscara foto sensible esta máscara pose un visor que permite observa cuando no se está soldando siendo un punto muy favorable ya que la condición de seguridad aumenta con respecto a quemaduras en los ojos y en la piel.

**Figura 52**

*Mascara de soldar para proceso TIG*



Nota. en la imagen podemos observar una máscara fotosensible para proceso de soldadura TIG. Tomada de (Tena, 2019)

### **Escala del cristal inactínico**

Es importante tener en cuenta esta información antes de elegir un protector ocular adecuado, el área azul corresponde los rangos que las operaciones de soldadura común mente no se utilizan también hay que tener en cuenta las condiciones de iluminación, se puede utilizar un grado superior o inferior con respecto a la tabla.

**Figura 53**

*Escala de cristal inactínico*

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA O TÉCNICAS RELACIONADAS	INTENSIDADES DE LA CORRIENTE EN AMPERES																	
	0.5	1	2.5	5	10	15	20	30	40	60	80	100	125	150	175	200	225	250
Electrodos recubiertos									9	10		11		12		13		14
MIG, sobre metales pesados											10	11		12		13		14
MIG, sobre aleaciones ligeras											10	11		12		13		14
TIG, sobre todos los metales y aleaciones					9	10		11		12		13		14				

*Nota.* En la figura se observa la escala del cristal inactínico para procesos de soldadura dependiendo el área de trabajo y las condiciones atmosféricas. Tomada (INDURA, 2021)

### **Mascarillas para humos de soldadura:**

Las mascarillas para humos se la usan debajo de la máscara de soldar esta es la responsable de proteger con los gases que produce la soldadura este tipo de mascarilla se debe remplazar por lo mínimo una vez a la semana

### **Figura 54**

*Mascarilla de gases*



*Nota.* La imagen corresponde a una mascarilla reutilizable que se utiliza en los procesos de soldadura. Tomada de (Tena, 2019)

Actualmente las empresas han optado por implementar mascarillas reutilizables para soldar la cual está conformado por una máscara y filtro que se debe de remplazar

cada cierto tiempo este tipo de mascarilla brinda mucha más protección y su vida útil es de tres a 4 meses dependiendo el mantenimiento que se le dé.

**Figura 55**

*Mascarilla 3M*



*Nota.* En la figura podemos observar una mascarilla reutilizable con filtros intercambiables que se utiliza para los procesos de soldadura. Tomada de (Tena, 2019)

**Guantes de cuero:** Es de forma obligatoria el uso de guantes de cuero, preferiblemente de tipo mosquetero con costura interna. Ya que este tipo de guantes protegen las manos y las muñecas de lesiones como quemaduras causadas por el calor y chispas durante la soldadura

**Figura 56**

*Guantes de protección*



*Nota.* En la figura podemos observar los guantes de cuero que se utilizan para el proceso de soldadura. Tomada de(Tena, 2019)

**Delantal de cuero:** es importante utilizar un delantal de cuero para protegerse de salpicaduras y de la exposición de rayos ultravioletas que se generan por el arco de soldadura

**Figura 57**

*Mandil de cuero*



*Nota.* En la figura podemos observar el mandil de cuero que se utiliza para soldar. Tomada de(Tena, 2019)

**Polainas y casaca de cuero:** en el caso que toque realizar soldaduras de forma vertical y sobre cabeza es muy importante utilizar polaina casaca de cuero, brindando protección adicional contra salpicaduras de metal fundido evitando quemaduras graves.

**Figura 58**

*Polainas*



*Nota.* En la figura podemos observar las polainas que se utiliza para proteger de salpicaduras los pies. Tomada (Tena, 2019)

**Zapatos de seguridad:** es necesario utilizar zapatos de seguridad que cubran los tobillos para prevenir el riesgo de atrapar salpicaduras en los pies durante la soldadura

**Figura 59**

*Zapatos de protección*



*Nota.* En la figura podemos observar las botas de cuero que se utiliza en los procesos de soldadura cubriendo los pies de caída de objetos o incrustaciones. Tomada (Tena, 2019)

**Gorro:** el uso de un gorro de protección es importante para cubrir el cabello y el cuero cabelludo principalmente cuando se suelda en posiciones donde existan un mayor riesgo de salpicaduras y quemaduras

**Figura 60**

*Gorro de protección*








*Nota.* En la figura podemos observar el gorro que se utiliza en la cabeza para evitar quemaduras de salpicaduras durante el proceso de soldado. Tomada de (Tena, 2019)

**Recuerde:** que la seguridad ocular no se debe pasar por alto, ya que las lesiones pueden ser graves e irreversibles. Es de carácter importante el uso de equipos de protección adecuado y se realice revisiones periódicamente para garantizar una protección efectiva.

### Seguridad en operaciones de soldadura

Situaciones ambientales que s e debe tener en cuenta

		
<p><b>Riesgos de incendios</b></p> <p>No se debe soldar cerca de sustancias inflamables, gases, vapores, polvos o polvos combustibles, cuando el área de soldadura tiene estas características es necesario contar con ventilación el área mientras se suelda</p> <p>Las estaciones de soldadura deben de estar separadas mediante pantallas de protección que no sean inflamables y contar con un extintor en las cercanías del área de trabajo</p>	<p><b>Ventilación</b></p> <p>Es importante utilizar un extractor lateral en áreas confinadas para evacuar humos y gases nocivos para la salud del operario esto se debe realizar durante el proceso de soldadura.</p>	<p><b>Humedad</b></p> <p>La presencia de humedad entre un objeto y un cuerpo electrificado crea un camino de tierra que puede generar corriente en el cuerpo del operador y provocar un riesgo de choque eléctrico, por eso se debe evitar soldar en suelos húmedos o que tenga presencia de agua también se debe mantener los equipos de protección y áreas de trabajos secas</p>



# **CAPÍTULO 4**

## **ESQUEMAS POSICIONES DE**

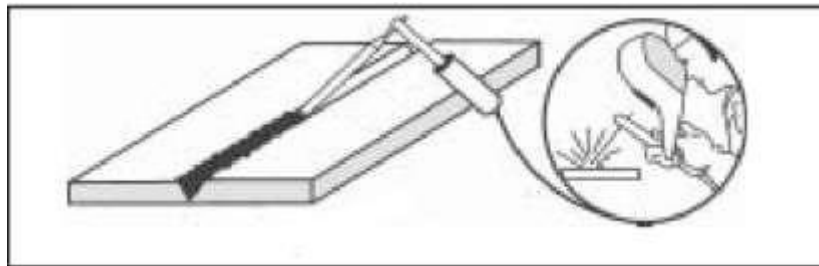
### **SOLDADURA**

## Posiciones de soldadura

**Posición plana:** Esto quiere decir sobre un plano horizontal la ejecución de estos cordones tienden a ser más fáciles de ejecutar y más económico. Es necesario que la pieza que se vaya a soldar se coloque de tal forma que permita la adecuada ejecución de los cordones en esta posición (EXSA, 2005)

**Figura 61**

*Soldadura en posición plana*

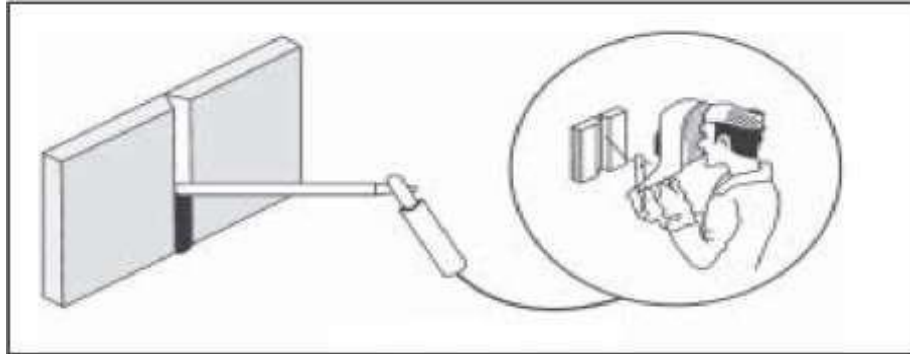


*Nota.* En la figura podemos ver la soldadura en posición plana. Tomada(EXSA, 2005)

**Posición vertical:** el material base a soldar se encuentran en posición vertical y los cordones también se los realiza en dirección de un eje vertical, la soldadura se la puede ejecutar de forma descendente y ascendente.(EXSA, 2005)

**Figura 62**

*Soldadura vertical*

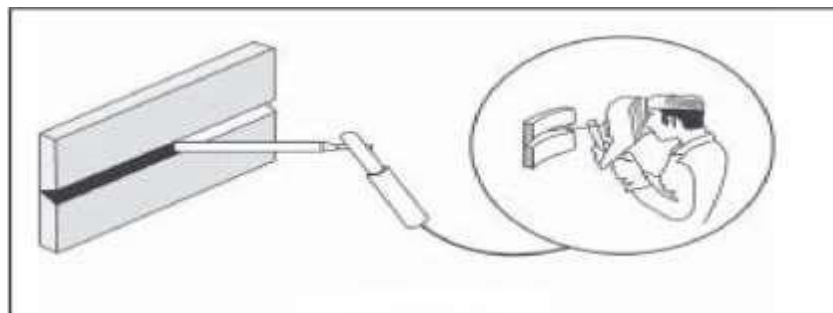


*Nota.* En la figura podemos observar la soldadura en posición vertical. Tomada(EXSA, 2005)

**Posición horizontal:** El material base está ubicado de forma vertical y la ejecución del cordón es de forma horizontal (EXSA, 2005)

**Figura 63**

*Soldadura Horizontal*

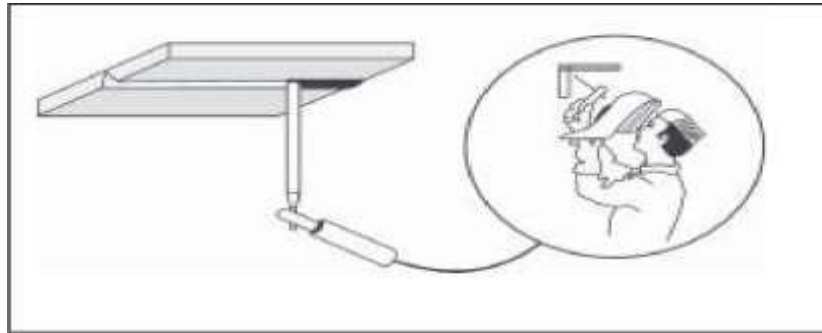


*Nota.* En la figura se observa la soldadura en posición horizontal. Tomada(EXSA, 2005)

**Posición sobrecabeza:** esto quiere decir que el material base se encuentra ubicado de forma horizontal y la soldadura se la ejecuta de por debajo, es una posición inversa a la posición plana.

**Figura 64**

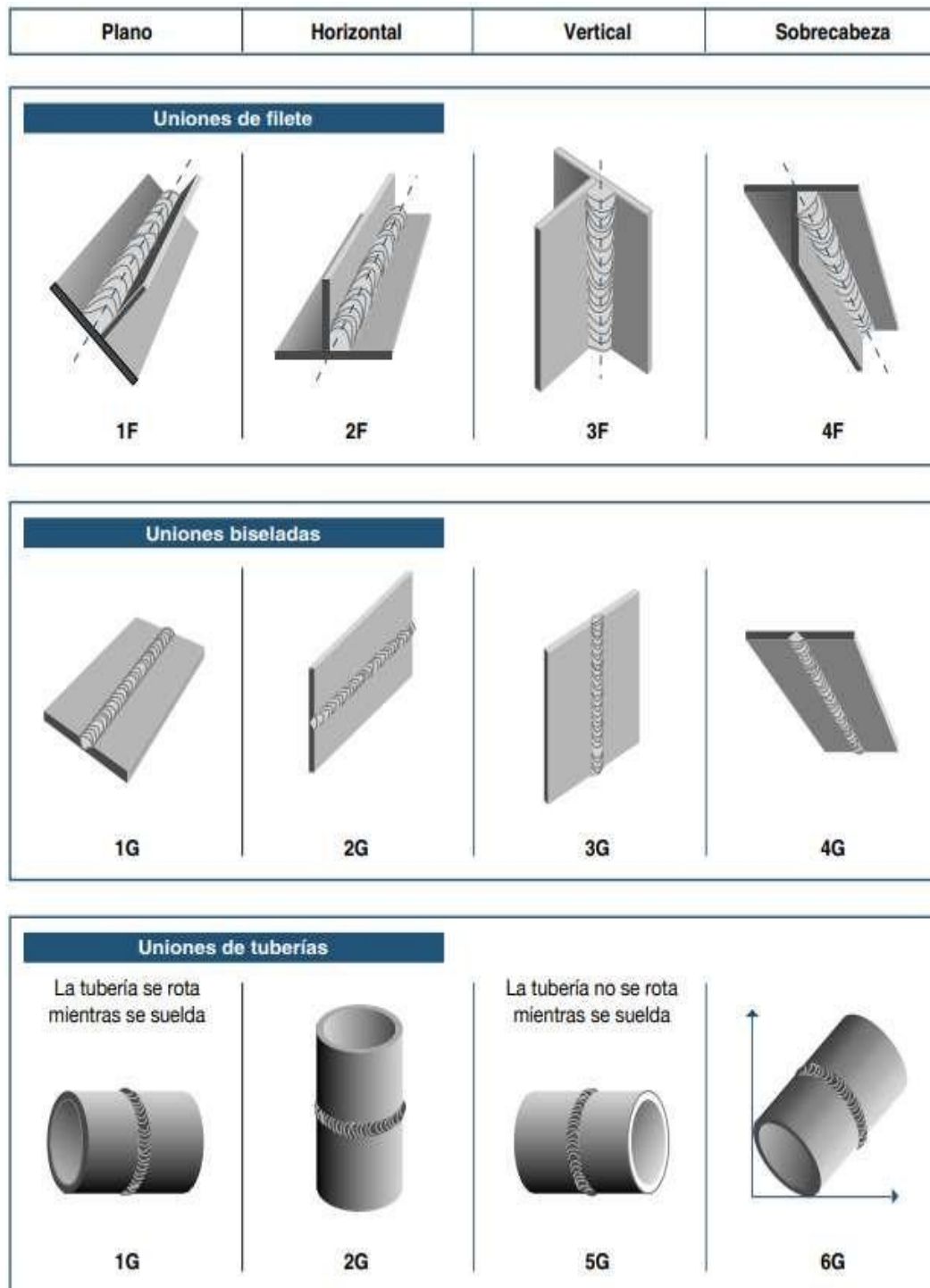
*Soldadura sobre cabeza*



*Nota.* En la figura se observa la soldadura en posición sobrecabeza. Tomada (EXSA, 2005)

**Figura 65**

*Simbología para posiciones de soldadura*



*Nota.* En la figura se observa las posiciones de soldadura de acuerdo a la norma ANSI/AWS. Tomada(INDURA, 2021)

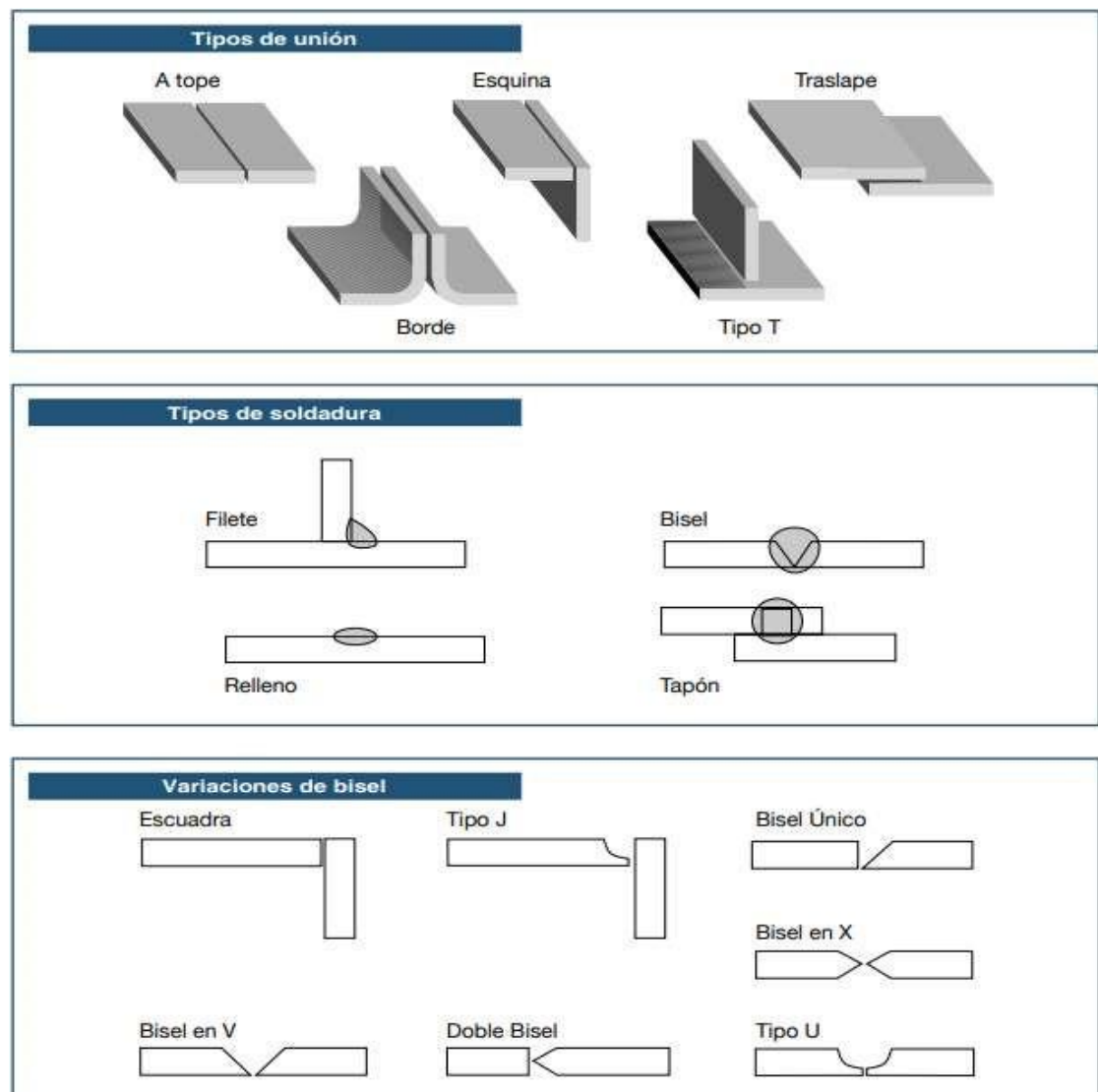
## Esquemas básicos de soldadura

### Preparación de juntas para soldadura

Las juntas son partes de metal soldadas que se unen a dos o más piezas con bordes preparados para mejorar la penetración y la calidad de la soldadura.

**Figura 66**

*Esquemas básicos de soldadura*



*Nota.* En la figura se observa los esquemas básicos de soldadura según la norma ANSI/AWS. Tomada(INDURA, 2021)

## Definiciones

### Unión a Tope

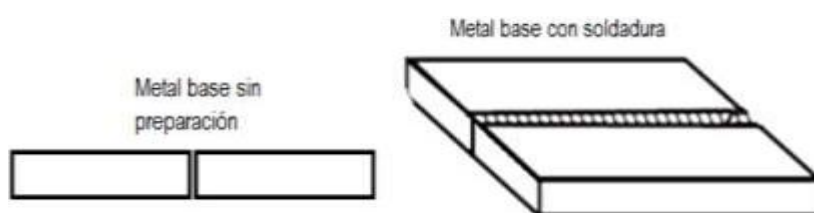
Este tipo de unión es la más empleada para la unión ubicadas en un mismo plano, con o sin preparación las más utilizadas son la recta V, doble V, K y U (Procesos de Soldadura, 2018)

### Unión recta

para este tipo de unión no se necesita la preparación de los bordes y su unión se lo realiza por el mismo plano, se lo emplea en la minas con espesores de 3mm. (Procesos de Soldadura, 2018)

### Figura 67

#### *Tipos de uniones*



*Nota.* En la figura podemos observar el tipo de unión recta. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

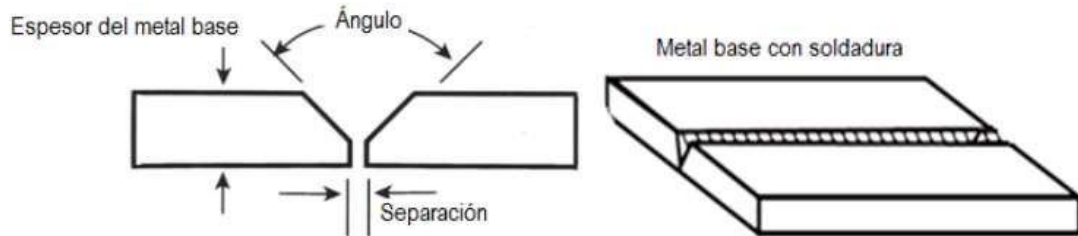
### Unión a tope en V

Con la unión a tope en V se puede unir laminas con espesores de más 3mm de espesor, se realiza un bisel o chaflan con el fin de conseguir una mejor penetración.



**Figura 68**

*Tipos de Uniones*



*Nota.* En la figura podemos observar la unión a tope en V para soldadura.

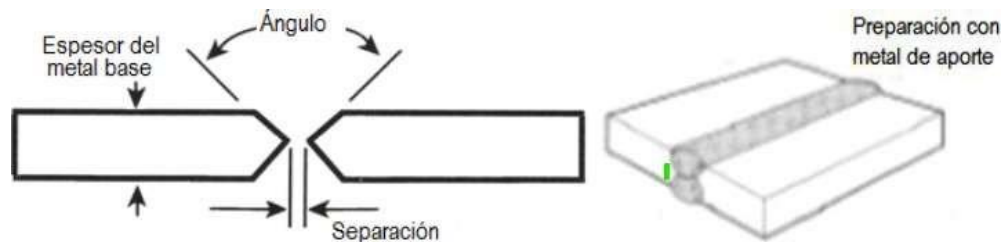
Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

### **Unión en X**

Este tipo de unión se emplea cuando se necesita reforzar la penetración de soldadura en ambas caras de la pieza, para esto se necesita biselar los bordes como se ve en la figura.(Procesos de Soldadura, 2018)

**Figura 69**

*Tipos de uniones*



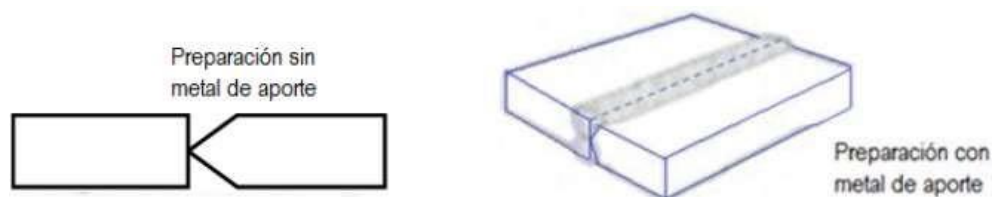
*Nota.* En la figura podemos observar la unión en x para soldadura. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

## Unión en K

Este tipo de unión se trata de biselar los extremos de la pieza por ambos bordes como se observa en la figura.

**Figura 70**

*Tipos de uniones*



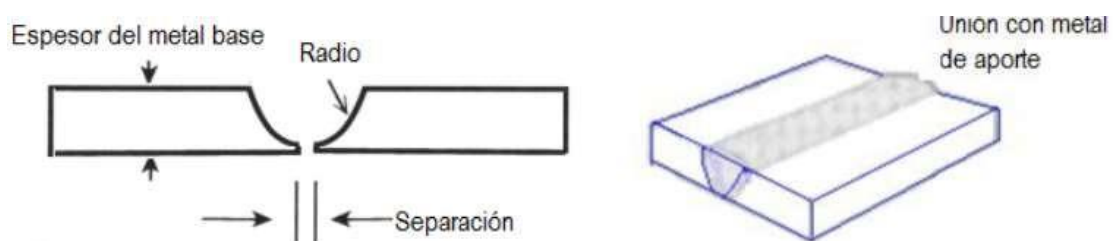
*Nota.* en la figura se puede observar la unión en k para soldadura. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

## Unión en U

este tipo de unión es el más utilizado por que se logra mayor penetración en el material base.(Procesos de Soldadura, 2018)

**Figura 71**

*Tipos de uniones*



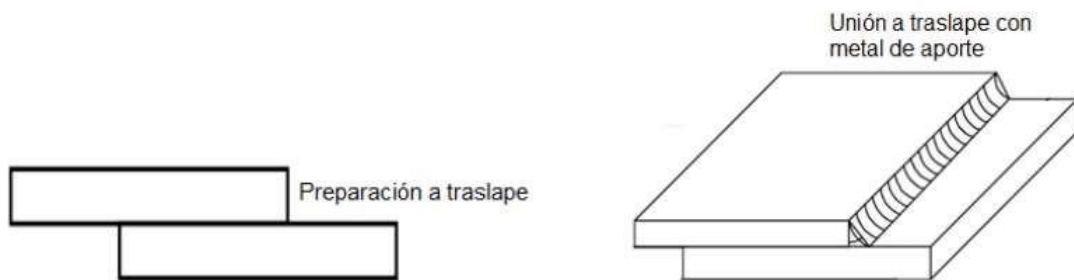
*Nota.* en la figura podemos observar la unión en U para soldadura. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

## Unión a traslape

Se trata de encimar o traslapar una pieza encima de otra para aplicar suelda en cualquiera de los extremos.(Procesos de Soldadura, 2018)

**Figura 72**

*Tipos de uniones*



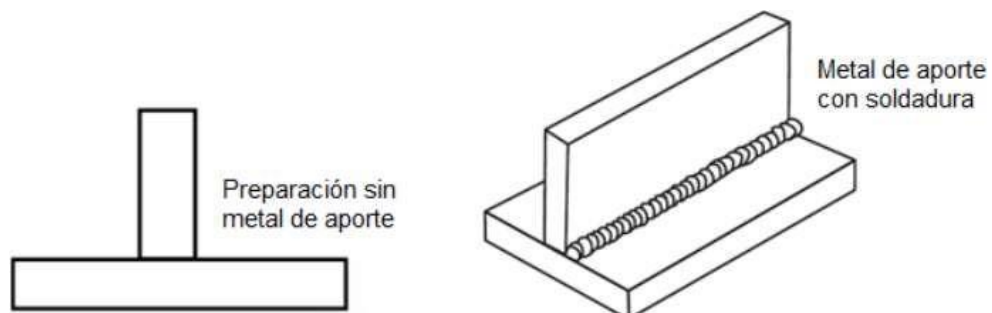
*Nota.* en la figura podemos observar la unión a traslape para soldadura. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

## Unión en T

Se trata de la unión de 2 pieza ubicados en diferentes ejes, la unión en T se puede soldar en uno o los dos lados del material base ya sea de manera continua o intermitente.(Procesos de Soldadura, 2018)

**Figura 73**

*Tipos de uniones*



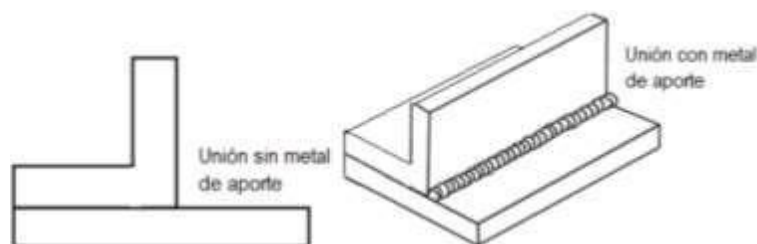
*Nota.* en la figura podemos observar la unión en T para soldadura. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

### **Unión en esquina.**

Se pone una pieza perpendicular a la otra y la esquina de una de las piezas es la que se procede a soldar, este tipo de uniones normalmente se lo aplica en laminas delgadas.

**Figura 74**

*Tipos de uniones*



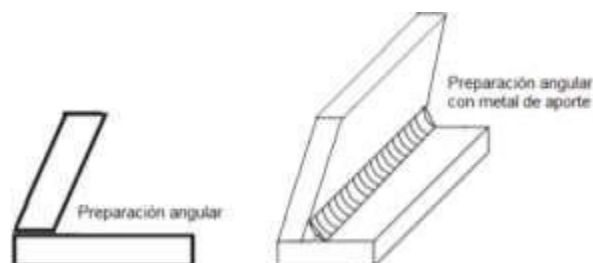
*Nota.* en la figura podemos observar la unión en esquina para soldadura. Tomada de (Procesos de Soldadura, 2018)

### **Unión en ángulo**

Para esta unión hay que formar un ángulo determinado entre la pieza que se va a soldar.

**Figura 75**

*Tipos de uniones*



*Nota.* en la figura podemos observar la unión en ángulo para soldadura. Tomada (Procesos de Soldadura, 2018)

## Simbología de soldadura

La simbología utilizada en las especificaciones de trabajos es una manera clara, precisa y ordenada de proporcionar información operativa. Existe una simbología estándar ampliamente adoptada para la mayoría de los procesos de soldadura.

En la siguiente imagen podemos observar algunos ejemplos de simbología en soldadura


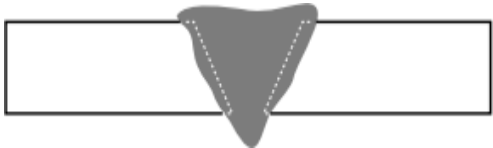

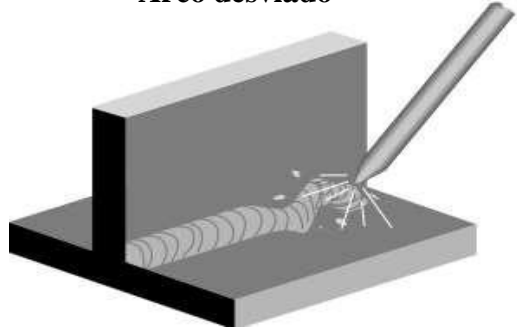
**Figura 76**

*Simbología de soldadura*

Soldadura	Simbología	Soldadura	Simbología
<b>Ejemplo de soldadura de filetes</b>		<b>Ejemplo de soldadura de tope con bisel</b>	
<p>Tamaño de un filete</p>			
<p>Tamaño de dos filetes iguales</p>			
<p>Tamaño de dos filetes diferentes</p>			
<p>Tamaño de un filete de tamaño diferente</p>			
<p>Filete continuo</p>			
<p>Longitud de un filete</p>			

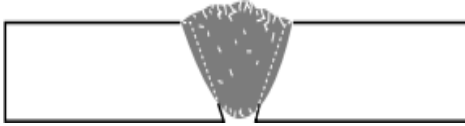
*Nota.* En la figura se observa la simbología en aplicaciones de soldadura según ANSI/AWS. Tomada(INDURA, 2021)

## Problemas más comunes en soldadura

Mal aspecto	Problemas
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conexiones en mal estado</li> <li>2. Recalentamiento</li> <li>3. Electrodo Incorrecto</li> <li>4. Amperaje inapropiado</li> </ol> <p><b>Recomendaciones:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizar la longitud de arco, la posición adecuada del electrodo, la velocidad y avances apropiados</li> <li>2. Prevenir el sobrecalentamiento</li> <li>3. Evitar el uso de corrientes excesivamente altas</li> <li>4. Mantener un movimiento uniforme de vaivén</li> </ol>
<p><b>Penetración excesiva</b></p> 	<p><b>Problemas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso de corrientes excesivamente altas</li> <li>2. Posición inadecuada del electrodo</li> </ol> <p><b>Recomendaciones:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducir la intensidad de la corriente</li> <li>2. Mantener el ángulo del electrodo para que facilite el soldado del bisel</li> </ol>
<p><b>Salpicadura Excesiva</b></p> 	<p><b>Problema:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso de corriente muy alta</li> <li>2. Longitud de arco muy largo</li> <li>3. Soplo magnético excesivo</li> </ol> <p><b>Recomendaciones:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducir la intensidad de la corriente</li> <li>2. Acortar la longitud del arco</li> <li>3. Consultar las indicaciones para "arco desviado o soplado".</li> </ol>
<p><b>Arco desviado</b></p> 	<p><b>Problemas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El campo magnético que se genera por la corriente continua ocasiona que el arco sufra desviación</li> </ol> <p><b>Recomendaciones:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Usar corriente Alterna</li> <li>3. Controlar la posición del electrodo manteniéndolo en un ángulo adecuado para contrarrestar la desviación del arco</li> <li>4. Cambiar la ubicación de la masa a tierra</li> </ol>

- 
5. Utilizar un banco adecuado para el trabajo

### **Soldadura Porosa**



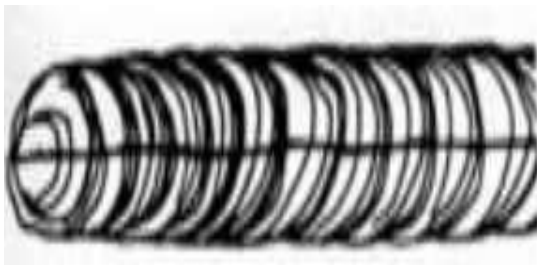
#### **Problemas:**

1. Uso de arco corto
2. Corriente inadecuada
3. Electrodo defectuoso

#### **Recomendaciones:**

1. Limpieza adecuada del material base
2. Utilizar la corriente adecuada
3. Seleccionar el electrodo adecuado para el trabajo

### **Soldadura agrietada**



#### **Problema:**

1. Uso de electrodo incorrecto
2. Falta de dimensiones entre el tamaño de la soldadura y las piezas que se están soldando
3. Preparación del metal base inadecuado

#### **Recomendaciones:**

1. Calentar la pieza antes de soldar
2. Comenzar a soldar desde el centro hacia los bordes
3. Seleccionar un electrodo adecuado para el proceso
4. Mantener una separación uniforme en las uniones

### **Combadura**



#### **Problemas:**

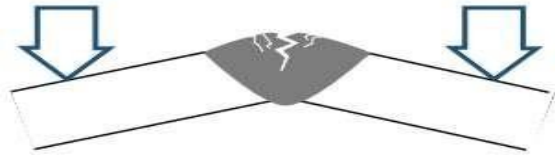
1. Diseño inadecuado
2. Contracción de metal de aporte
3. Sujeción defectuosa de la pieza
4. Sobre calentamiento en la unión de la pieza

#### **Recomendaciones:**

1. Corregir el diseño de la estructura o junta que se vaya a soldar
2. Aumentar la velocidad o avance durante el proceso de soldadura
3. Evitar una separación excesiva dar las piezas
4. Utilizar electrodos adecuados velocidad y alta penetración

---

### Soldadura quebradiza



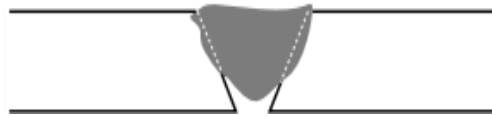
#### Problemas:

1. Electrodo inadecuado
2. Tratamiento térmico insuficiente
3. Exposición al aire durante el enfriamiento
4. Enfriamiento brusco de soldadura

#### Recomendaciones:

1. Utilizar electrodo que tengan bajo contenido de hidrogeno o austenítico
2. Realizar tratamiento térmico adecuado antes y después de la soldadura
3. Realizar un enfriamiento correcto lento y controlado para evitar fragilización

### Penetración incompleta



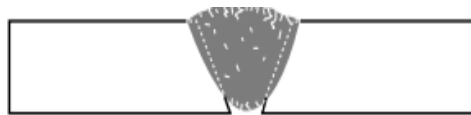
#### Problemas:

1. Velocidad de soldadura excesiva
2. Diámetro de electrodo demasiado grande
3. Preparación inadecuada de la superficie
4. Electrodo con diámetro muy pequeño

#### Recomendaciones:

1. Utilizar corriente adecuada y a ni velocidad que permite una penetración adecuada
2. Seleccionar un electrodo acorde al trabajo que se vaya a realizar
3. Dejar suficiente separación en el bisel para una penetración adecuada

### Fusión deficiente



#### Problemas:

1. Variaciones en la distribución de la corriente de soldadura
2. Falta de contacto entre el electrodo y el material de trabajo
3. Diseño inadecuado de la estructura

#### Recomendaciones:

1. Puntear la unión y fijar las piezas con prensas para realizar una soldadura correcta
  2. Distribuir la soldadura de manera uniforme para obtener un calentamiento uniforme en la zona de unión
-





## **CAPÍTULO 5**

### **Inspección y control de calidad (END)**

## **Inspección y control de calidad**

El método END significa Ensayos No Destructivos esto se refiere a los métodos que se aplica para comprobar la calidad interna y externa del material base, sin causar un tipo de alteración a sus propiedades físicas y químicas y mecánicas, se emplean para encontrar problemas que se forman por el proceso de suelda. En esta norma se estudiarán tres tipos de ensayos no destructivos los cuales nos permiten controlar el nivel de calidad de la soldadura en elementos estructurales, las pruebas que vamos a emplear son:

- Inspección Visual
- Líquidos penetrantes

### **Inspección visual (VT)**

La inspección visual es un método fundamental para detectar errores, fallas y evaluar defectos en diferentes materiales y componentes. Para mejorar la capacidad sensorial del operario, se utilizan dispositivos como galgas de medición, iluminación especializada y baroscopios industriales. Este método consiste en examinar la calidad de las superficies antes y después de la fabricación de las piezas, con el propósito de identificar posibles fallos en las uniones de soldadura y otros aspectos críticos.

### **Figura 77**

*Instrumentos para inspección visual*



Nota. en la figura se puede observar los instrumentos que se utilizan para la inspección visual. Tomada de (Ortiz & Ramírez, 2019)

**Ventajas y limitaciones del método VT**

**Tabla 4**

*Ventajas y limitaciones*

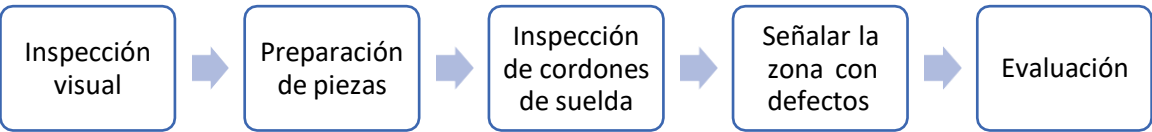
Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"><li>• El costo es muy bajo</li><li>• Se puede aplicar en todo tipo de proceso</li><li>• Su aplicación es muy sencilla</li><li>• El diseño o forma de la pieza no representa ningún tipo problema para su aplicación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Con este método solo se puede inspeccionar imperfecciones superficiales. La visión humana tiene muchas limitaciones</li><li>• Se necesita iluminación fuerte y efectiva</li><li>• Es importante tener un acceso directo a la superficie que se va a evaluar</li><li>• Se requiere que el personal tenga experiencia o sea capacitado para que pueda realizar el proceso de inspección</li></ul>

Nota. en la tabla se muestra las ventajas y limitaciones en la aplicación del método VT para inspección visual de soldadura

**Proceso para la aplicación del método VT**

**Figura 78**

*Etapas de la aplicación del método VT*



*Nota.* en la figura se observa el diagrama de flujo para aplicación del método

VT. Tomada de (Ortiz & Ramírez, 2019)

### **Inspección por tintas penetrantes**

Este método consiste en aplicar un líquido de coloreado o fluorescente en la superficie que se quiere analizar con el objetivo de que penetre en las imperfecciones de la pieza soldada, después de que pase un tiempo se limpia el exceso de líquido penetrante y se aplica un revelador mediante el cual se delinea los contornos que existe un tipo de discontinuidad

### **Ventajas y limitaciones**

**Tabla 5**

*Ventajas y limitaciones*

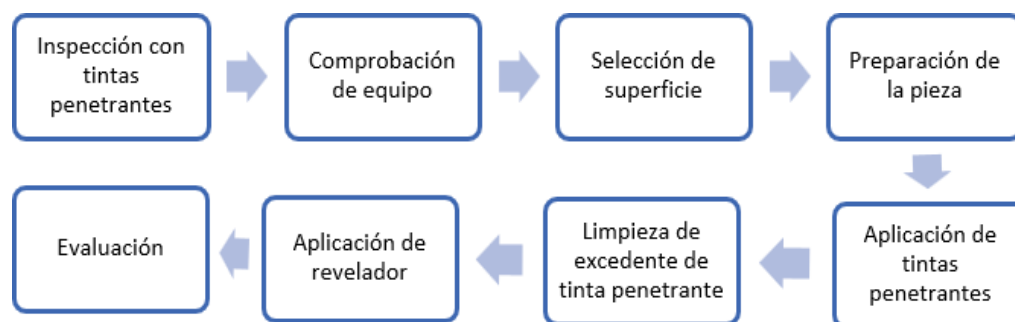
Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"><li>• Susceptible a las discontinuidades y errores en la superficie metálicas que se realiza la prueba</li><li>• Se puede aplicar a cualquier tipo de forma</li><li>• Ensayo de aplicación muy sencillo</li><li>• No se necesita de equipos complejos para su aplicación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Su aplicación es solo para discontinuidades superficiales y materiales que no tengan poros</li><li>• No se puede aplicar en roscas, ranuras y agujeros no visibles porque su remoción es muy difícil</li><li>• Se necesita de personal capacitado y que tengan experiencia en este tipo de pruebas</li><li>• Se necesita que la aplicación de los líquidos sea de la manera correcta para obtener resultados</li></ul>
eficientes	

*Nota.* En la tabla se muestra las ventajas y limitaciones que tiene el uso de tintas penetrantes para soldadura. Realizada por el (autor)

## Etapas de aplicación de tintas penetrantes

**Figura 79**

*Proceso para aplicación de tinta penetrantes*



Nota. En el diagrama de flujo se muestra el proceso para aplicación de tintas penetrantes para soldadura. Realizada por el (autor)



## **CAPÍTULO 6**

### **Procedimiento de certificación de soldadores**

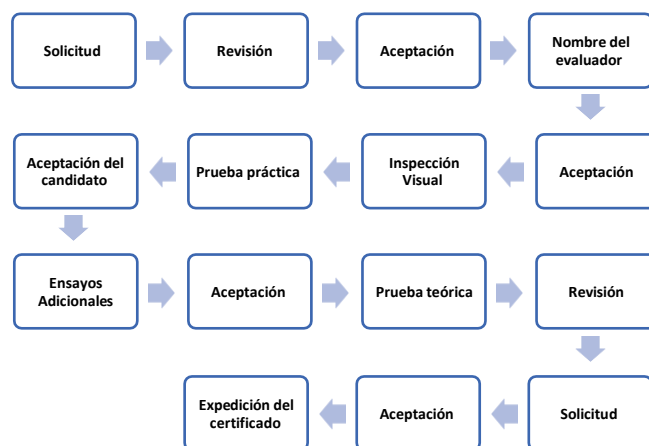
## Educación y experiencia

Para acceder al proceso de certificación, el aspirante debe tener un mínimo de educación básica hasta noveno grado y al menos 18 meses de experiencia laboral en el área de soldadura. El candidato se someterá a dos pruebas distintas. En primer lugar, realizará una prueba teórica que el operario deberá aprobar para continuar con la segunda fase que es la prueba practica según Procedimiento de Soldadura (WPS). Después de la prueba, el evaluador realizará una inspección visual y emitirá un informe. Si el informe visual es aprobado, se llevarán a cabo los ensayos adicionales requeridos por el código.

El certificado de calificación se otorgará si los resultados de ambas pruebas cumplen con los requisitos establecidos por el organismo de certificación.

**Figura 80**

*Esquema general de certificación*



Nota. En la figura observamos el proceso general que se sigue para la certificación de soldadores

## Prueba teórica

No.	RESPONSABLE	ACTIVIDAD
1	Evaluador	CONTENIDO DEL EXAMEN TEÓRICO
		a) CONOCIMIENTOS DEL METAL BASE
		Preparación de uniones y piezas para soldar
		Utilización de electrodo referente a posiciones y corriente
		Aplicación de cordón de soldadura; tipos de defectos y forma de evitarlos o de eliminarlos.
		b) PROCESOS Y EQUIPOS PARA LA SOLDADURA ELECTRICA
		Regulación de amperajes
		Tipos de procesos maquinas y sus corrientes
		Corrección de defectos mas comunes como: encendido deficiente, falta de contacto, conducción eléctrica deficiente y tensión incorrecta.
		c) MEDIDAS DE SEGURIDAD
		Protección personal
		Protección de la vista
		Condiciones peligrosas
		Precauciones para evitar descargas de corriente
		d) Simbologías
		e) Representaciones graficas de los diferentes tipos de uniones soldadas

## Requisitos para la aprobación

Para poder aprobar el examen teórico el operario deberá obtener igual o más al 70% de respuestas correctas, dependiendo el número de respuestas acertadas el operario será calificado con las siguientes notas.

- Deficiente
- Suficiente

## Re evaluación



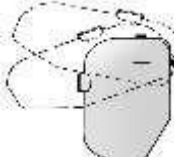







Si el operario no cumple con la puntuación necesaria, el candidato podrá repetir el examen teórico dentro de dos meses posteriores al primer examen teórico. Después de haber transcurrido este tiempo el operario podrá comenzar de nuevo con el proceso de certificación

## Evaluación práctica



Para poder seguir a la segunda etapa de evaluación se admitirá solo el candidato que haya aprobado previamente el examen teórico con nota suficiente.

## Requisitos de seguridad

MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA OPERACIÓN Y CALIFICACION DE SOLDADURA SMAW, GTAW, GMAW.																																																																																																																																																						
ELABORADO POR: BRAYAN CADENA		VERSIÓN:00	FECHA: 23/06/2023																																																																																																																																																			
No.	RESPONSABLE	ACTIVIDAD																																																																																																																																																				
2	Operario	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL																																																																																																																																																				
		Siempre se ocupa equipos de protección necesaria para cada tipo de soldadura a realizar. El equipo consiste en.																																																																																																																																																				
			Protección facial: Cuando se menciona que el soldador deberá tener protección facial, nos referimos al uso de máscara o casco con lentes protectores, resultan ideales los cascos abisagrados, los que pueden colocarse en su posición baja con un ligero cabeceo, lo que permite no alterar la posición del electrodo (de las manos) ante la pieza, previo al inicio de la soldadura																																																																																																																																																			
		Cristal protector																																																																																																																																																				
		Debido a la intensidad de corriente eléctrica utilizada en el proceso de soldadura, se genera una fuerte luminosidad que requiere proteger la vista del operador. Para ello, se utilizan cristales o filtros especiales que permiten una visión segura de la soldadura, eliminando cualquier riesgo potencial.																																																																																																																																																				
		<table><tr><th rowspan="2">PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA O TÉCNICAS RELACIONADAS</th><th colspan="24">INTENSIDADES DE LA CORRIENTE EN AMPERES</th></tr><tr><th>0.5</th><th>1</th><th>2.5</th><th>5</th><th>10</th><th>15</th><th>20</th><th>30</th><th>40</th><th>60</th><th>80</th><th>100</th><th>125</th><th>150</th><th>175</th><th>200</th><th>225</th><th>250</th><th>275</th><th>300</th><th>320</th><th>400</th><th>450</th><th>500</th></tr><tr><td>Electrodos recubiertos</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td>10</td><td></td><td></td><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>12</td><td></td><td></td><td>13</td><td></td><td>14</td><td></td></tr><tr><td>MIG, sobre metales pesados</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>10</td><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td>12</td><td></td><td></td><td>13</td><td></td><td>14</td><td></td></tr><tr><td>MIG, sobre aleaciones ligeras</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td></td><td></td><td>13</td><td></td><td></td><td>14</td><td></td><td>15</td><td></td></tr><tr><td>TIG, sobre todos los metales y aleaciones</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td>12</td><td></td><td>13</td><td></td><td></td><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>			PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA O TÉCNICAS RELACIONADAS	INTENSIDADES DE LA CORRIENTE EN AMPERES																								0.5	1	2.5	5	10	15	20	30	40	60	80	100	125	150	175	200	225	250	275	300	320	400	450	500	Electrodos recubiertos									9	10			11					12			13		14		MIG, sobre metales pesados												10	11				12			13		14		MIG, sobre aleaciones ligeras												10	11	12			13			14		15		TIG, sobre todos los metales y aleaciones						9	10	11				12		13			14						
		PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA O TÉCNICAS RELACIONADAS	INTENSIDADES DE LA CORRIENTE EN AMPERES																																																																																																																																																			
			0.5	1	2.5	5	10	15	20	30	40	60	80	100	125	150	175	200	225	250	275	300	320	400	450	500																																																																																																																												
		Electrodos recubiertos									9	10			11					12			13		14																																																																																																																													
		MIG, sobre metales pesados												10	11				12			13		14																																																																																																																														
MIG, sobre aleaciones ligeras												10	11	12			13			14		15																																																																																																																																
TIG, sobre todos los metales y aleaciones						9	10	11				12		13			14																																																																																																																																					
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL																																																																																																																																																						
	La protección respiratoria existe dos tipos en la cuales encontramos la mascarilla desechable y la mascarilla reutilizable la, diferencia de las dos es que la reutilizable se cambia mínimo 1 vez por semana y la reutilizable la estructura puede durar de 6 a 9 meses lo único que se debe cambiar periódicamente son los filtros.																																																																																																																																																					
Masacarilla desechable		Mascarilla reutilizable																																																																																																																																																				
																																																																																																																																																						
Delantal de cuero	Polainas	Guantes de cuero	Zpatos punta de acero	Gorro																																																																																																																																																		

## 3.Especificaciones de procedimientos de soldadura

Las instituciones más importantes encargadas en regular las normas en el ámbito de la soldadura han desarrollado una documentación que establece bases claras para la planificación de las operaciones de soldadura y para garantizar su control de calidad. a continuación, se muestra los formatos necesarios para el proceso de certificación.

## WPS (Welding Procedure Specification)

Este formato proporciona un detalle completo de todas las especificaciones importantes y necesarias para llevar a cabo una soldadura. Los datos presentes en el formato deben proporcionar al operario todos los parámetros necesarios de manera clara y precisa, evitando cualquier interpretación libre

**Figura 81**

*Formato WPS*

WPS		ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA							
Nombre de la empresa :				Identificación :					
Proceso(s) de soldadura:				Soporte del PQR No.:					
TIPO:	MANUAL	SEMIAUTOMÁTICO	AUTOMÁTICO	Revisión:	Fecha:	Por:			
Soldador:				Autorizado por:					
DISEÑO DE UNIÓN						POSICIÓN			
Tipo de unión:				RANURA:		FILETE:			
Tipo de soldadura:		SIMPLE :	DOBLE:	PLANCHAS:		TUBERÍA:			
Abertura de raíz:		Longitud de cara de raíz:		CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS					
Ángulo de ranura:		Radio:		MODO DE TRANSFERENCIA:					
Soporte:	SI	NO	Material de soporte:		CORTO CIRCUITO:				
Método:	Limpieza de raíz:		SI:	NO:	GLOBULAR:				
METAL BASE		MB1		MB2		SPRAY:			
Grupo:				CORRINETE		AC:	DCEP:	PULSO:	DCEN:
Especificación de Acero:				APORTACIÓN:		RECTA:	OSCILANTE:		
Grado:				PASE:		SIMPLE:	MULTIPLE:		
Espesor de plancha:				LIMPIEZA PASES		SI:	NO:	MÉTODO:	
Diámetro (tubería):									
METAL DE APORTE						PRECALENTAMIENTO			
Tamaño del electrodo:				Temperatura de precalentamiento:					
Clasificación:				Temperatura de interpase:					
Marca:				POSTCALENTAMIENTO					
Tamaño del electrodo:									
PROTECCIÓN						TEMPERATURA:			
Fundente:				Electrodo:		TIEMPO:			
Composición:									
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA									
Pase	Proceso	Progresión	Material de aporte		Corriente			Velocidad de avance	Detalle de unión y secuencias de soldadura
			Clase	Diám (mm)	Tipo de pla	Amperaje (Am)	Voltaje (vol)		
ELABORADO POR:			FECHA:						
APROBADO POR:			COMPañIA:						

*Nota.* en la figura podemos observar el formato WPS que contiene especificaciones del procedimiento de soldadura como: diseño de la unión, tipo de metal, electrodo, posición características eléctricas, y técnicas para el cordón. Tomada de (Pozo & Serrano, 2019)


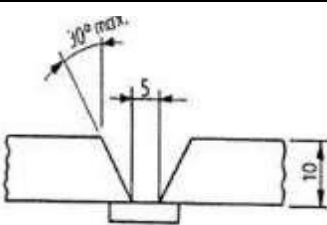

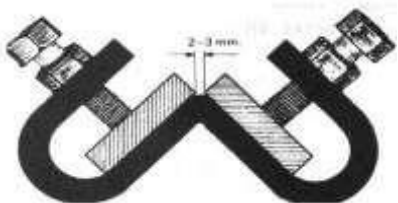
**Este formato debe contener como mínimo la siguiente información.**

- Identificación de la WPS, empresa y responsable del WPS.
- Referencia al PQR que respalda el procedimiento.
- Alcance del procedimiento.
- Identificación de los metales base: especificación, tipo y grado.
- Proceso(s) de soldadura utilizados.
- Diseño de las juntas, tolerancias y detalles.
- Tipo, clasificación y composición de los metales de aporte y otros materiales de soldadura. También se pueden incluir las condiciones de almacenamiento de estos materiales.
- Posiciones en las que se aplicará el procedimiento.
- Temperaturas de precalentamiento y entre pases.
- Tipo y composición de los gases de protección, si son aplicables.
- Tipo de corriente eléctrica, polaridad y rangos de corriente para los diferentes tipos y tamaños de electrodos/varillas utilizadas.
- Voltaje y velocidad de avance del arco.
- Otras características eléctricas relevantes.
- Preparación de las juntas y limpieza de las superficies para la soldadura.
- Puntos de soldadura para el armado y ensamblaje de partes.
- Preparación de la raíz de la soldadura antes de soldar por el otro lado.



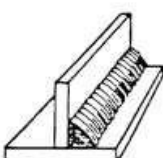
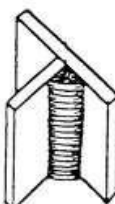
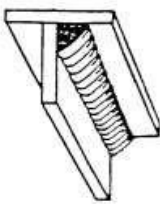
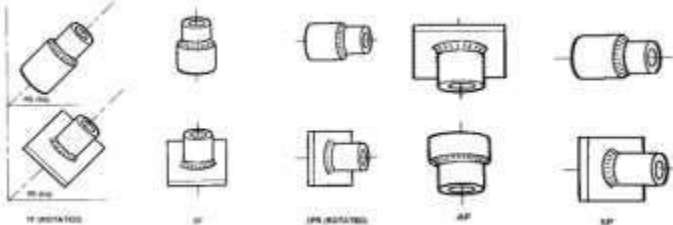








- Entrada de calor a la junta.

## Preparación de piezas

Para realizar prácticas que cumplan con los requisitos adecuados es de suma importancia la preparación de las piezas antes de comenzar el proceso de soldadura.

No.	Responsable	1. Limpieza y preparación de las piezas	
4	Operario		Antes de proceder con la soldadura, es necesario realizar dos operaciones de limpieza previa: la eliminación de aceite/grasa y la eliminación de óxido.
		<b>2. Identificación de los parámetros de diseño de la junta</b> 	De acuerdo con las directrices del código relevante, es necesario definir la forma y geometría de las muestras de prueba (probetas a soldar) una vez que se haya identificado el tipo de junta aplicable
		<b>3. Corte de los especímenes de prueba</b> 	Una vez se haya identificado el material y se hayan analizado sus características, se procede a trazar el material de acuerdo con las dimensiones deseadas para la probeta. Posteriormente, se realiza el corte, el cual puede ser mecánico o térmico.
		<b>4. Preparación y limpieza de los bordes</b> 	La preparación adecuada de los bordes de la pieza es clave en el proceso de soldadura. Se deben ajustar los bordes según el diseño y tipo de junta, además de eliminar impurezas, contaminantes y cualquier obstáculo que pueda interferir en la efectividad de la soldadura.
		<b>5. Ensamble de la junta</b> 	Para el ensamblaje de juntas a tope, es importante garantizar una alineación adecuada para lograr una unión uniforme. En el caso de soldar tubos y platinas, se recomienda el uso de grapas. En el caso de soldaduras de filete, se recomienda que los bordes estén rectos y que no exista espacio entre las superficies de contacto

## Tipos de uniones y soldaduras para la calificación de soldadores.

5	Responsable	Pasos correctos a seguir
5	operario	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar la correcta ubicación y sujeción de las piezas a soldar.</li> <li>• Es necesario que el candidato utilice la indumentaria de seguridad adecuada de acuerdo al proceso de soldadura que se vaya a utilizar.</li> <li>• La superficie de la unión deberá estar libre de óxidos, aceites, grasas, agua, y demás partículas indeseables.</li> <li>• Ajustar el amperaje apropiado en el equipo de soldadura y encenderlo.</li> <li>• Adoptar la posición de soldadura correcta y establecer el arco.</li> <li>• Mover el electrodo en una dirección, manteniendo el ángulo y la distancia adecuados respecto a la pieza.</li> <li>• A medida que la soldadura avance, el electrodo se consumirá, acortando su longitud. Para compensarlo, es necesario bajar gradualmente la mano que sostiene el porta</li> </ul>
		<b>TEMAS PARA LA EVALUACIÓN PRÁCTICA</b>
		<b>SOLDADURA PLANA EN FILETE EN PLATINA</b>
		<div>1F</div>  <div>2F</div>  <div>3F</div>  <div>4F</div> 
		<b>SOLDADURAS EN FILETE EN TUBERIA</b>
		
		<b>SOLDADURAS EN RANURA EN PLATINA.</b>
		<div>1G</div>  <div>2G</div>  <div>3G</div>  <div>4G</div> 
		<b>SOLDADURAS EN RANURA EN TUBERIA</b>
		<div>La tubería se rota mientras se suelda</div> <div>1G</div>  <div>2G</div>  <div>La tubería no se rota mientras se suelda</div> <div>5G</div>  <div>6G</div> 


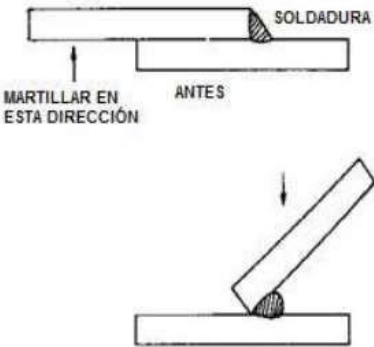
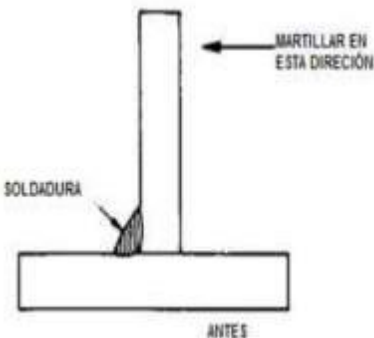
## **Después de la evaluación practica**

Se realizarán diferentes pruebas mecánicas, tanto destructivas como no destructivas, en las probetas soldadas según el tipo de practica realizada para determinar la integridad y calidad de la soldadura aplicada. Es esencial considerar el tipo y cantidad de muestras requeridas para llevar a cabo la evaluación adecuadamente.

### **Pruebas destructivas y no destructivas**

Se realizan pruebas destructivas mediante métodos convencionales muy económico y fáciles de realizar. estas pruebas implican someter a la probeta soldada a diferentes tipos de fuerzas, como doblar, torcer, o someter a estiramiento. con el fin de encontrar inconformidades en la suelda. Este método consiste en fijar la probeta en un tornillo de banco o un yunque y con un martillo golpear para analizar la resistencia y la calidad de la suelda.

- La unión que está a escuadra se martilla hasta que quede plana.
- En la unión a tope, se dobla hasta que forme una U.
- En la unión en T se martilla la pieza vertical hasta que queda plana.
- La unión traslapada, se martilla una de sus piezas hasta que esta forme una unión en T.
- La unión de canto, se debe abrir o desdoblar hasta que quede totalmente abierta quedando parecida a una unión traslapada

No.	Responsable	Pruebas destructivas
		<p>Se realizan pruebas destructivas mediante métodos convencionales muy económico y fáciles de realizar. estas pruebas implican someter a la probeta soldada a diferentes tipos de fuerzas, como doblar, torcer, o someter a estiramiento. con el fin de encontrar inconformidades en la suelda. Este método consiste en fijar la probeta en un tornillo de banco o un yunque y con un martillo golpear para analizar la resistencia y la calidad de la suelda.</p>
	Evaluador	 <p>martillar en esta dirección</p> <p>soldadura</p> <p>ANTES</p> <p>DESPUÉS</p> <p>PRUEBA DE UNIÓN A ESCUADRA</p>
		 <p>SOLDADURA</p> <p>ANTES</p> <p>MARTILLAR EN ESTA DIRECCIÓN</p> <p>DESPUÉS</p> <p>PRUEBA DE UNIÓN TRASLAPADA</p>
		 <p>SOLDADURA</p> <p>ANTES</p> <p>MARTILLAR EN ESTA DIRECCIÓN</p> <p>DESPUÉS</p> <p>PRUEBA DE UNIÓN T</p>

## Pruebas no destructivas

## **Ensayos visuales**

Es posible realizar una inspección visual utilizando el ojo desnudo o mediante el empleo de herramientas como una lupa, calibrador, entre otros, para detectar posibles defectos en la soldadura.

## **Ensayos magnéticos**

- Se aplica polvo de hierro pulverizado sobre la soldadura, y posteriormente se aplica una carga magnética a través de ella. Como resultado, las partículas de hierro se concentran en las grietas o defectos presentes en la soldadura.
- Se lleva a cabo una preparación que implica mezclar limaduras de hierro con petróleo, seguida de una limpieza y pulido de la superficie de la soldadura. Luego, se aplica esta mezcla utilizando una brocha. Para magnetizar la soldadura, se emplea una fuerte corriente eléctrica. Si existiera alguna grieta o defecto en la soldadura, las partículas de hierro se adherirán a los bordes de la grieta, produciendo una línea oscura con un grosor similar al de un cabello.

## **Pruebas de tintas penetrantes.**

Se pueden adquirir colorantes o tintes en botes pequeños en formato aerosol, y vienen en un estuche práctico que facilita su transporte a cualquier ubicación. Estos colorantes son una herramienta excelente para detectar grietas superficiales que no son perceptibles a simple vista.


## **PQR (Procedure Qualification Record)**



En este formato se incluyen los datos precisos utilizados en la construcción de una probeta de soldadura, así como los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en dichas probetas, con la finalidad de calificar las especificaciones del procedimiento de soldadura WPS

**Figura 82**

*Formato PQR*

<b>PQR</b>	<b>CERTIFICADO DE CLASIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO</b>								
Nombre de la empresa:						Identificación No.			
Proceso de soldadura:						Basado en el WPS No.			
TIPO:	MANUAL	SEMIAUTOMÁTICO	AUTOMÁTICO		Revisión:	Fecha:			
Soldador:						Autorizado por:			
<b>DISEÑO DE UNIÓN</b>						<b>POSICIÓN</b>			
Tipo de unión:						Ranura:	Filete:		
Tipo de soldadura:				SIMPLE	DOBLE	Plancha:	Tubería:		
Abertura de Raíz:				Longitud de cara de raíz:		<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>			
Ángulo de ranura:				Radio:		MÉTODO DE TRANSFERENCIA:			
Soporte:	SI:	NO:	Material de soporte:			CORTO CIRCUITO:			
Limpieza de raíz:	SI:	NO:	Método:			GLOBULAR:			
<b>METALES BASE</b>						SPRAY:			
		MB1	MB2		CORRIENTE:	AC:	DCEP:	PULSO:	DCEN:
GRUPO					<b>TÉCNICA</b>				
Especificación de acero:					APORTACIÓN	RECTA	OSCILANTE		
Gradio					PASE	SIMPLE:	MULTIPLE:		
Espesor de plancha					Limpieza entre pases:	SI:	NO:	Método:	
Diámetro:					<b>RECALENTAMIENTO</b>				
<b>METAL DE APORTE</b>						Temperatura del procedimiento:			
Especificación AWS:						Temperatura del interpase:			
Clasificación AWS:									
Marca:									
Tamaño del electrodo:									
<b>PROTECCIÓN</b>						<b>POSTCALENTAMIENTO</b>			
Fundente:		Gas:				Temperatura:			
		Composición:				Tiempo:			
		Velocidad de flujo:							
		Tamaño de boquilla:							
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>									
Pase	Proceso	Progresión	Material de aporte		Corriente			Velocidad de avance	Detalle de la unión y secuencia de soldadura
			Clase	Diam (mm9)	Tipo polarida	Amperaje Amp	Voltaje V		
ELABORADO POR:					FECHA:				
APROBADO POR:					COMPAÑÍA:				

PQR	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS						
<b>ENSAYOS DE Tensión</b>							
PROBETA No.	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm) <sup>2</sup>	ÁREA SECCIÓN (mm) <sup>2</sup>	CARGA DE FLUENCIA (Kg)	ESFUERZO DE FLUENCIA ESPECIMEN (Ksi)	ESFUERZO DE FLUENCIA DEL METAL BASE (Ksi)	LOCALIZACIÓN DE LA ROTURA
<b>ENSAYO DE DOBLADO</b>							
TIPO		RESULTADO		TIPO		RESULTADO	
<b>INSPECCIÓN VISUAL</b>				<b>ENSAYO NO DESTRUCTIVO</b>			
APARIENCIA		ACEPTABLE		NOMBRE DEL ENSAYO			
				NOMBRE DEL ENSAYO			
NOMBRE DEL SOLDADOR:				IDENTIDAD No.:			
ENSAYOS CONDUCTIDOS POR:				ENSAYOS DE LABORATORIO:			
Se certifica que el contenido de este informe es correcto y que las pruebas de soldadura han sido preparadas, soldadas y ensayadas con los requerimientos según el código AWS D1.1, para aceros estructurales							
ELABORADO POR:				APROBADO POR:			FECHA:

Nota. En la figura podemos observar el formato PQR, Registro de calificación de soldadores y operadores. Tomada de (Pozo & Serrano, 2019)

## **Calificación de soldadores y certificados**

Al terminar el examen práctico se calificará las practicas con las notas de suficiente (aprobado) o deficiente (reprobado).

### **Periodo de validez del examen practico**

El examen práctico se repetirá si existe alguno de los dos casos

- Cuando el soldador no aplica el proceso de soldadura en el cual fue evaluado en un periodo mayor de tres meses.
- Cuando existe razones para poner en duda las habilidades del soldador para poder ejecutar soldaduras de calidad aceptables

### **Reexamen práctico**

Si el aspirante no aprueba la evaluación práctica establecidas.

- Deberá de rendir de nuevo el examen inmediatamente según el procedimiento y probeta fallada, teniendo que repetir todo el proceso de preparación de probetas que necesite, si en este punto el operador no cumple con los estándares establecidos será calificado como insuficiente (reprobado) y deberá presentar en fechas posteriores un nuevo examen o reexamen.



## **CAPÍTULO7**

### **PRACTICAS DE SOLDADURA**

## Practicas No. 1 Soldadura SMAW en placas

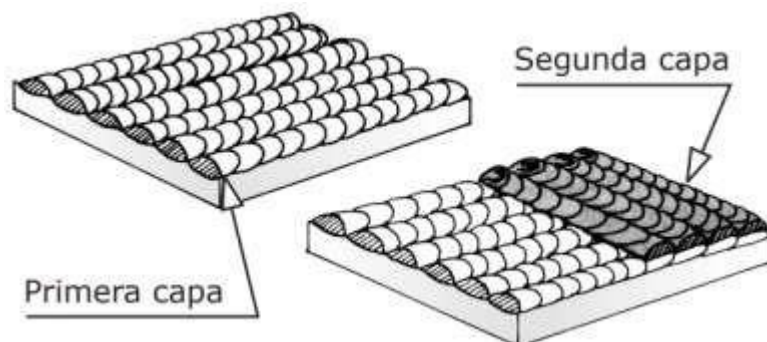
**Tema:** Rellenos por capas

**Materiales:**

- Probetas de acero de
- Electrodo: E7018

**Desarrollo:**

- Se deben trazar 10 líneas paralelas a lo largo de la probeta, con una separación de 1 centímetros entre cada una.
- En la pinza porta electrodo colocar el electrodo a un ángulo de  $90^\circ$ .
- Realizar los cordones de suelda guiándonos por las líneas trazadas previamente. Se debe colocar el electrodo con un ángulo de inclinación de  $10^\circ$  a  $15^\circ$  con respecto a la vertical en la dirección de avance.
- Después de terminar los 10 cordones se repite la operación, pero ahora en los espacios vacíos de modo que con el aporte de la nueva soldadura se logre una capa uniforme en la superficie de la probeta



## **Practicas No. 2 Soldadura SMAW en placas**

**Tema:** Soldadura en ángulo

**Materiales:**

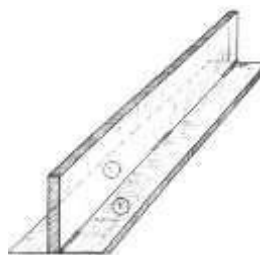
- 2 probetas de acero de 5cm x 10cm x 5mm
- Electrodo: E7018

**Definición:**

En esta práctica se debe unir dos piezas en la cual el borde de una de ellas está en contacto con la superficie central de la otra formando un ángulo  $90^\circ$  (recto), unión T

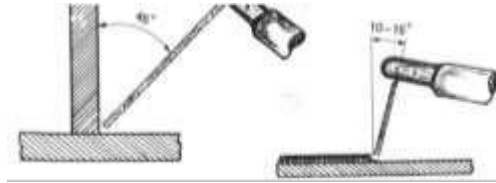
**Preparación de la probeta**

- Se coloca la probeta 1 en el centro de la superficie de la probeta 2, hay que tomar en cuenta que la superficie de la probeta 2 no tenga impurezas que afecten el cordón de suelda, una vez que las piezas estén con las medidas adecuadas formando un ángulo de  $90^\circ$  se coloca un punto de suelda en el centro y después a cada extremo como indica la figura



**Desarrollo**

- El primer cordón se realiza con un electrodo 5/32 en la parte opuesta de donde se realizaron los puntos de suelda. El electrodo debe tener un ángulo de inclinación de  $45^\circ$  con referencia a la pieza vertical.



- El segundo cordón el electrodo conservara el mismo ángulo de inclinación en el sentido de avance que es  $10^{\circ}$  a  $15^{\circ}$ ,
- El tercer cordón se lo realiza con las mismas inclinaciones del primero.

### Practicas No. 3 Soldadura SMAW en placas

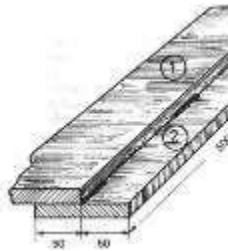
**Tema:** Soldadura unión a traslape

**Materiales:**

- 2 probetas de acero de 5 mm x 10 cm x 25cm
- Electrodo: E7018 5/32ø

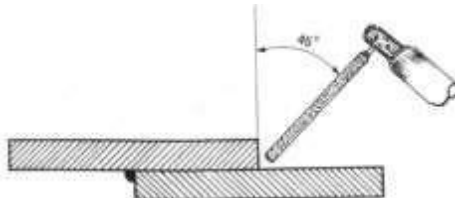
**Preparación de la probeta**

- Se coloca el borde de la pieza 1 sobre el centro de la pieza 2 (Figura) se sujeta las piezas con tres puntos de suelda una en el centro y los dos a cada extremo



**Procedimiento:**

Se realiza el cordón usando un electrodo 5/32 en la parte opuesta donde se colocaron los puntos. El ángulo del electrodo será de 45° como se ve en la figura y de la misma manera serán los siguientes cordones





## Prácticas No. 4 Soldadura SMAW en placas

**Tipo de proceso:** Posición plana

**Tema:** Juntas a tope con bisel en V

**Definición:**

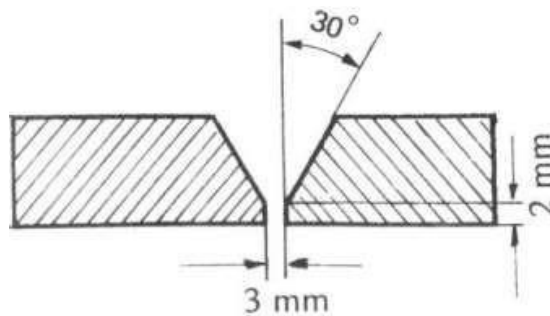
Se trata de la unión de dos piezas en un plano, donde sus bordes se encuentran de manera frontal y están biselados en un ángulo de  $30^\circ$  en su superficie vertical.

**Materiales:**

- 2 probetas de acero de 5 mm x 10 cm x 25cm
- Electrodo: E6011 y E7018

**Preparación de la probeta**

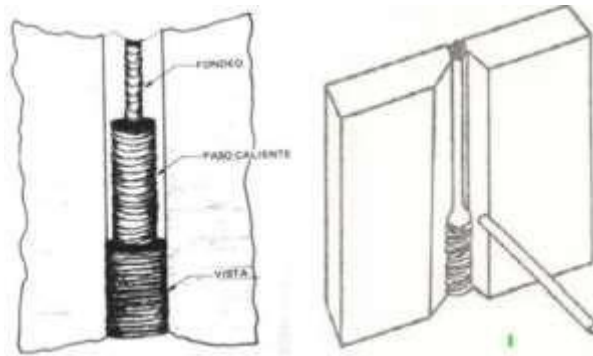
Al preparar la probeta, es importante asegurarse de que la punta del electrodo tenga libertad de movimiento para mantener la separación adecuada en la raíz, así como un ángulo de bisel de  $30^\circ$  con respecto a la vertical. Además, se debe tener en cuenta que el tacón tenga un ancho de 2 mm.



**Desarrollo**

- Para el primer cordón de fondeo se utilizará el electrodo E6010 con un movimiento de avance tipo azoteo

- Se realiza el cordón de soldadura con electrodo E7018, el movimiento para este cordón en caliente se lo deberá hacer en oscilante o chicoteo teniendo en cuenta las pausas que se debe de hacer en los bordes para lograr un cordón sano y uniforme
- El mismo proceso se debe de hacer para el cordón final que es el que se lo puede ver



## Practicas No. 5 Soldadura SMAW en placas

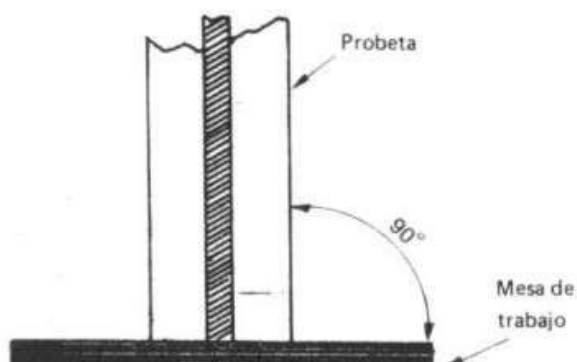
**Tema:** Soldadura de ángulo vertical

**Materiales:**

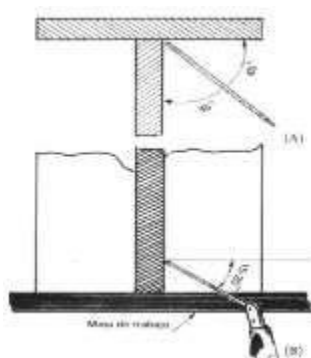
- 2 piezas de acero de 5 mm x 10 cm x 25cm
- Electrodo E7018 1/8 y E7018 5/32

**Preparación de la probeta:**

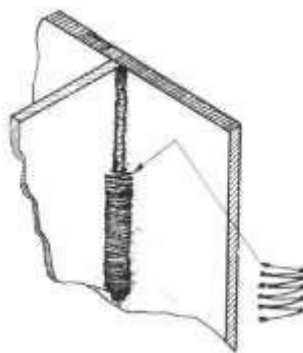
- Se coloca la probeta en posición vertical sobre la mesa de trabajo de manera que forme un ángulo de 90°.



- Se coloca el electrodo de 1/8 en el plano horizontal formando un ángulo de 45° (Figura 14) y en ese plano se inclina para abajo formando un ángulo de 15° a 20°



- La alimentación del arco se lo realiza dependiendo del ángulo que se va a soldar y antes de iniciar el proceso de soldadura es importante mantener el arco alejado de la pieza durante unos dos segundos con el fin de calentar el punto donde inicia la soldadura
- En este proceso, se llevan a cabo cordones utilizando movimientos de semicírculos. Se comienza desde la parte superior de un lado hacia abajo, luego se asciende hasta la parte superior del otro lado, logrando un retroceso seguido de un avance consecutivo. Siempre se busca mantener el ángulo correcto del electrodo y un movimiento constante. Es importante ajustar el amperaje adecuado para obtener cordones de soldadura libres de socavaduras y una distribución adecuada del material de aporte
- El segundo cordón se lo realiza con un ángulo de inclinación similar al cordón anterior añadiendo una pequeña pausa en los bordes (Figura 15), se regresa al borde opuesto se realiza una pausa y se repite el procedimiento



## **Practicas No. 6 Soldadura SMAW en placas**

**Tipo de proceso:** soldadura sobre cabeza

**Tema:** Juntas con bisel en V

### **Definición:**

Se trata de la unión de dos piezas con bisel, posicionadas en un mismo plano horizontal, donde los dos bordes se encuentran frontalmente. Cada borde tiene un bisel de  $30^\circ$  con respecto al vértice, y la parte que se va a soldar se encuentra ubicada hacia abajo.



### **Materiales:**

- Dos placas de acero de 14x100x500mm
- Electrodo: E6010 1/8 y E7018 5/32

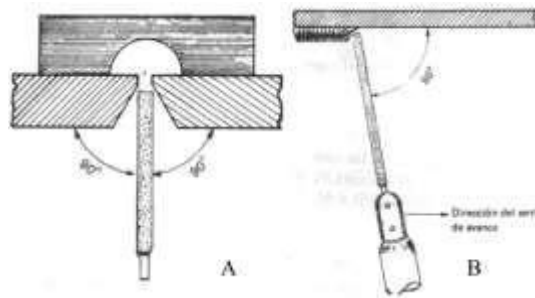
### **Preparación del metal base:**

La preparación de la probeta es el mismo procedimiento de la práctica No. 4

### **Desarrollo:**

- Para realizar el primer cordón de fondo, empleamos el electrodo E6010 1/8. Se coloca perpendicularmente a la raíz del bisel, formando un ángulo de  $90^\circ$  en cada lado con la superficie inferior de la probeta (Figura A). Además, se forma un ángulo de inclinación de  $80^\circ$  con respecto al sentido de avance (Figura B). Durante el proceso, se busca mantener el arco lo más corto posible y se realiza

un movimiento constante de azoteo. Es importante tener en cuenta que la tensión sea la adecuada.



Para los cordones siguientes, se emplea un electrodo E7018 5/32 y se realiza un soldeo en zigzag de borde a borde. Se busca pausar el electrodo en los bordes al final de cada recorrido.



Se hace cordones en serie para el relleno de bisel (Figura) para el primer cordón de fondo y pase caliente se los realiza utilizando el mismo proceso que el anterior y para los cordones que siguen se utiliza la misma secuencia.



**Recordar:** cada vez que se realice un cordón es de suma importancia limpiarlo para poder comenzar con el otro y así obtener cordones sin problemas de calidad los cordones se los debe aplicar tal y como se muestra en la figura

## **Practicas No. 7 Soldadura SMAW en placas**

**Tipo de proceso:** Soldadura horizontal

**Tema:** Juntas a tope con bisel en V

### **Definición:**

Se trata de la unión de dos piezas horizontales, donde los bordes de ambas están biselados a un ángulo de 30° en cada lado. colocados uno frente al otro con el área que se va a soldar posición horizontal.

### **Materiales:**

- Dos placas de acero de 14x100x500mm
- Electrodo: E6010 1/8 y E7018 5/32

### **Preparación del metal base:**

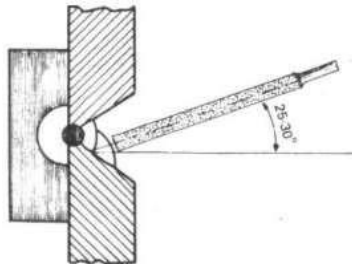
La preparación de la probeta es el mismo procedimiento de la practica No. 4

### **Desarrollo:**

- Para el primer cordón de fondo, se utiliza un electrodo E6010 1/8 y se mantiene un ángulo de inclinación de 10° en el sentido del avance. Este cordón se realiza en una posición horizontal.
- El proceso de suelda se lo realiza con movimientos rítmicos avanzando y retrocediendo
- Para el siguiente paso en caliente se mantiene un ángulo de inclinación de 10° en sentido del avance usando un electrodo E7018, disminuyendo

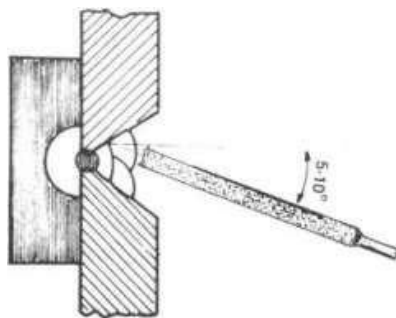
el ritmo del soldeo, buscando conseguir que el material de fusión quede debidamente distribuido en la superficie y los bordes de la soldadura.

- Para el tercer cordón el ángulo de inclinación es de  $25^{\circ}$  a  $30^{\circ}$  sobre la horizontal



El cuarto cordón se mantendrá con un ángulo de  $5^{\circ}$  a  $10^{\circ}$  debajo de la horizontal

(Figura)



- El electrodo se mantendrá estático sin ningún movimiento, mientras que la velocidad de avance se ajustará para asegurar que el ancho del cordón no exceda los 6 mm.
- Para la capa de acabado o vista, el electrodo se inclinará  $10^{\circ}$  hacia la horizontal y  $10^{\circ}$  hacia el sentido de avance.
- Se aplicará los cordones de manera que cada uno monte parcialmente al otro



## **Practica No. 1 Soldadura SMAW en tuberías**

**Tema:** Posición 1G

### **Definición:**

Es la unión de dos partes de tubo con los bordes biselados  $30^\circ$  cada uno de ellos con una separación de 1.5 a 2 mm de la raíz.

### **Materiales:**

- Dos partes de tubo de 10mm de largo biselados cada lado a  $30^\circ$
- Electrodo: E6010  $1/8\phi$  - E7018  $5/32\phi$

### **Preparación del material base:**

- Para realizar el proceso de suelda hay que revisar que las dos partes del tubo tengan 1.5mm de separación en todo su diámetro.
- Se debe soldar dos puntos muy pequeños tratando de que el bisel se encuentra libre para obtener una mejor penetración y un cordón uniforme de fondeo

### **Desarrollo:**

- Para el primer cordón de fondeo se utilizará un electrodo E6010.  
Formando un ángulo de  $90^\circ$  perpendicular a la junta que se va a soldar con una inclinación de avance de  $10^\circ$  a  $15^\circ$  con un movimiento de soldadura en zigzag

- Para el paso caliente se utilizar un electrodo E7018 manteniendo la misma posición del cordón de fondeo. Hay que tener en cuenta que en el avance la inclinación no supere los 15°.

## **Practica No. 2 Soldadura SMAW en tuberías**

**Tema:** Posición 2G

**Materiales:**

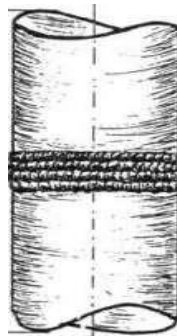
- Dos partes de tubo de 10mm de largo biselados cada lado a 30°
- Electrodo: E6010 1/8ø - E7018 5/32ø

**Preparación del material base:**

Para la preparación de esta práctica se toma como referencia la misma preparación de la práctica No.1

**Desarrollo:**

- Se coloca la probeta en posición vertical (Figura) fijándola a la mesa de trabajo con dos puntos de suelda quedando de esta forma.



- Para el primer cordón de fondeo se utilizará un electrodo E6010, en el proceso de suelda se mantendrá la posición horizontal y una inclinación consentido al avance de 10° a 15°
- Los siguientes cordones se utilizará un electrodo E7018

## **Practica No. 2 Soldadura SMAW en tuberías**

**Tema:** Posición 5G

### **Materiales:**

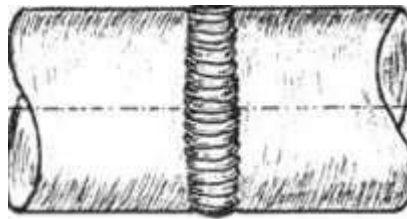
- Dos partes de tubo de 10mm de largo biselados cada lado a 30°
- Electrodo: E6010 1/8ø - E7018 5/32ø

### **Preparación del material base:**

Para la preparación de esta práctica se toma como referencia la misma preparación de la práctica No.1

### **Desarrollo de la práctica:**

- Se coloca la probeta en posición horizontal (Figura) fijándola a la mesa de trabajo con dos puntos de suelda
- Para el cordón de fondeo se utiliza un electrodo E6010 y se realiza el proceso de arriba hacia abajo



- Para el paso caliente se utiliza un electrodo E7018 y la aplicación es de abajo hacia arriba

## **Practica No. 1 soldadura GMAW en placas**

**Tipo de proceso:** Posición plana

**Tema:** Uniones a tope sin bisel

### **Materiales:**

- Una lámina de acero de bajo carbono de 5 mm x 8cm x 100cm
- Alambre para MIG
- Gas de protección CO<sub>2</sub>

### **Parámetros:**

- Amperaje: 160 a 180
- Voltaje: 18 a 20
- Velocidad de avance: 11 a 14 PPM
- Flujo de gas de protección: 20 a 25 PCPH

### **Preparación del material base:**

- Trazar 6 líneas a lo largo de la probeta con una separación de 15 mm

### **Desarrollo:**

- Colocar la boquilla a un ángulo diagonal de 90° y un ángulo de arrastre de 10° a 15° como máximo.
- Durante el proceso de soldadura se utilizará el método de zigzag buscando conseguir que el diámetro del cordón sea aproximadamente de 8mm

## **Practica No. 2 soldadura GMAW en placas**

**Tipo de proceso:** Posición plana

**Tema:** Uniones a tope sin bisel

### **Materiales:**

- Dos láminas de acero de 5 mm x 8cm x 10cm
- Alambre para MIG
- Gas de protección CO<sub>2</sub>

### **Parámetros:**

- Amperaje: 160 a 180
- Voltaje: 20 a 23
- Velocidad de avance: 11 a 14 PPM
- Flujo de gas de protección: 20 a 25 PCPH

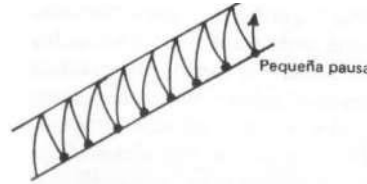
### **Preparación del material base:**

- El material base debe estar correctamente echo la limpieza de su superficie los bordes que se chocan deben de ser lisos sin ningún tipo de rebaba o material que afecte el proceso.

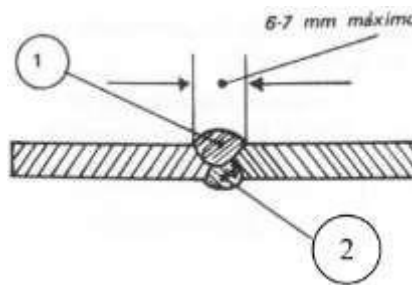
### **Desarrollo:**

- El procedimiento para realizar esta práctica es similar a la práctica anterior es decir que la boquilla este a 90° con respecto a su ángulo diagonal con un ángulo longitudinal de 10° a 15° teniendo una separación de la boquilla de y la lámina de acero de 6 mm a 9 mm

- Para el desarrollo de este procedimiento se soldará empleando un movimiento de forma de tejido con el fin de obtener un cordón entre 6 a 7 mm de ancho.



- Una vez terminado el cordón en la parte superior de la probeta se aplica un cordón como respaldo en su cara opuesta donde se realizó el primer cordón (Figura 2)



### **Practica No. 3 soldadura GMAW en placas**

**Tipo de proceso:** Posición plana

**Tema:** Uniones de esquina

**Materiales:**

- Dos láminas de acero de 5 mm x 8cm x 10cm
- Alambre para MIG
- Gas de protección CO<sub>2</sub>

**Parámetros para el primer cordón de fondeo:**

- Amperaje: 160 a 180
- Voltaje: 20 a 23
- Velocidad de avance: 11 a 14 PPM
- Flujo de gas de protección: 20 a 25 PCPH

**Parámetros para el primer cordón de fondeo:**

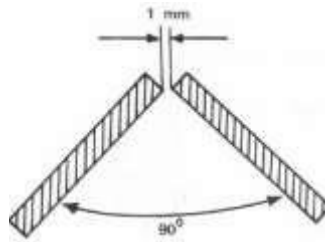
- Amperaje: 160 a 180
- Voltaje: 20 a 23
- Velocidad de avance: 7 a 9 PPM
- Flujo de gas de protección: 20 a 25 PCPH
- Distancia de la boquilla con respecto al material base de 6 a 9 mm

**Preparación del material base:**

- Se coloca las probetas de manera que formen un ángulo de 90° con una separación de 1mm en su raíz



- Se fijan las dos probetas con tres puntos de suelda muy delgados tratando que no afecte a los cordones de vista.

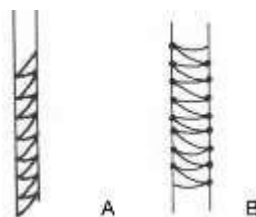


### Desarrollo:

- Con este ejercicio obtenemos dos resultados relevantes ya que durante esta práctica se va a aplicar soldadura en la parte externa de la probeta, que esto hace referencia a la unión a tope con bisel en V.

El siguiente resultado que se obtiene es la aplicación de soldadura en el ángulo interior y después colocar cordones unos encima de otro parcialmente

- Para el primer cordón de fondeo se lo aplica con un ángulo transversal de  $90^\circ$  similares a los anteriores ejercicios para este proceso se lo realiza como se indica en la Figura A y para el cordón que está a la vista se lo realiza como se ve en la Figura B



## **Practica No. 4 soldadura GMAW en placas**

**Tipo de proceso:** Posición plana

**Tema:** Soldadura en ángulo

### **Materiales:**

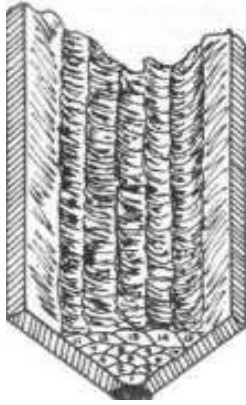
- Dos láminas de acero de 5 mm x 8cm x 10cm
- Alambre para MIG
- Gas de protección CO<sub>2</sub>

### **Parámetros para el primer cordón de fondeo:**

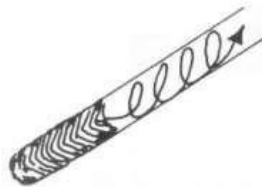
- Amperaje: 160 a 180
- Voltaje: 20 a 23
- Velocidad de avance: 8 a 10 PPM
- Flujo de gas de protección: 20 a 25 PCPH
- Distancia de la boquilla de la probeta: 6 a 9 mm
- Diámetro de cordones de 6 a 7 mm aproximadamente

### **Procedimiento:**

- se utiliza la probeta que se realizó en la practica 3 y se coloca como se ve en la figura el se coloca los cordones comenzando por el centro y después con los cordones que siguen de manera sucesiva colocando uno de otro parcialmente como se indica en la secuencia.



- se debe mantener los ángulos de inclinación de la práctica anterior (ángulo transversal y ángulo longitudinal) aplicando el siguiente movimiento Figura



## **Practica No. 5 soldadura GMAW en placas**

**Tipo de proceso:** Posición plana horizontal

**Tema:** Soldadura en ángulo unión en T

### **Materiales:**

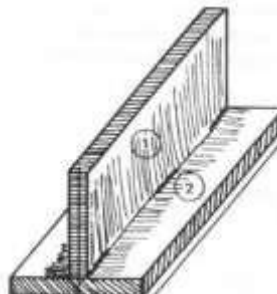
- Dos láminas de acero de 5 mm x 8cm x 10cm
- Alambre para MIG
- Gas de protección CO<sub>2</sub>

### **Parámetros:**

- Amperaje: 160 a 180
- Voltaje: 20 a 23
- Velocidad de avance: 8 a 10 PPM
- Flujo de gas de protección: 20 a 25 PCPH
- Distancia de la boquilla de la probeta: 6 a 9 mm
- Diámetro de cordones de 6 a 7 mm aproximadamente

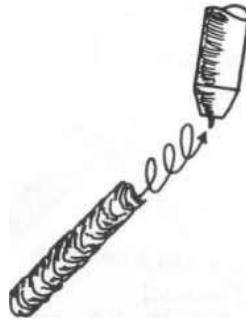
### **Preparación del material base:**

- Se coloca la probeta 1 poniendo en el centro de la superficie de la probeta 2 Figura formando un ángulo de 90° para sujetar la pieza se coloca 3 puntos uno en el centro y en cada extremo



**Desarrollo:**

- Se aplica la soldadura tratando que la boquilla este a  $45^\circ$  de su eje transversal; y un ángulo longitudinal de avance de  $10^\circ$  a  $15^\circ$  con el siguiente movimiento Figura



## **Practica No. 6 soldadura GMAW en placas**

**Tipo de proceso:** Posición vertical ascendente

**Tema:** Soldadura en ángulo unión en T

### **Materiales:**

- Dos láminas de acero de 5 mm x 8cm x 10cm
- Alambre para MIG
- Gas de protección CO<sub>2</sub>

### **Parámetros:**

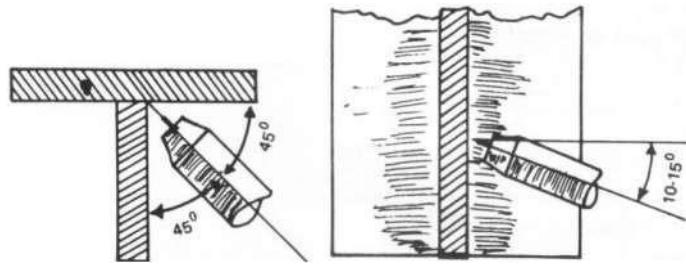
- Amperaje: 120 a 130
- Voltaje: 20 a 23
- Velocidad de avance: 8 a 10 PPM
- Flujo de gas de protección: 20 a 25 PCPH
- Distancia de la boquilla de la probeta: 6 a 9 mm

### **Preparación del material base:**

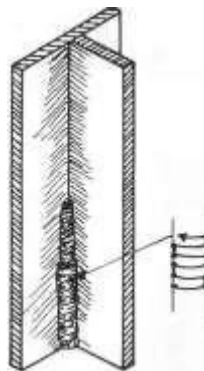
La preparación de la probeta es el mismo procedimiento de la practica 5

### **Desarrollo:**

- Para esta práctica se debe colocar la probeta de manera que la probeta quede perpendicular encima de la otra probeta
- El proceso de soldadura se lo realizara desde la parte inferior de la unión con un ángulo transversal de 45° y un ángulo longitudinal aproximadamente de 10° a 15°.



- Para la soldadura se aplicará el movimiento de arqueo con pequeñas pausas obligatorias durante el proceso de suelda, este movimiento debe ser constante y sin interrupciones violentas. Hay que tener en cuenta que este proceso es de equilibrio y depende de las habilidades del operario para mantener el chorro del metal liquido estable sobre el material que se esta soldando
- En el segundo cordón se eleva el amperaje a 130 o 135 reduciendo la velocidad de avance



## **Practica No. 7 soldadura GMAW en placas**

**Tipo de proceso:** Posición sobre cabeza

**Tema:** Juntas en bisel en V

### **Materiales:**

- Dos piezas de acero de 5 mm x 8cm x 10cm
- Alambre para MIG
- Gas de protección CO<sub>2</sub>

### **Parámetros para el cordón de fondeo:**

- Amperaje: 120 a 125
- Voltaje: 18 a 20
- Velocidad de avance: 12 PPM
- Flujo de gas de protección: 20 a 25 PCPH

### **Parámetros para el cordón de relleno:**

- Amperaje: 120 a 130
- Voltaje: 18 a 20
- Velocidad de avance: 10 PPM
- Flujo de gas de protección: 20 a 25 PCPH

### **Parámetros para el cordón final (Vista):**

- Amperaje: 120 a 130
- Voltaje: 18 a 20
- Velocidad de avance: 8 PPM
- Flujo de gas de protección: 20 a 25 PCPH



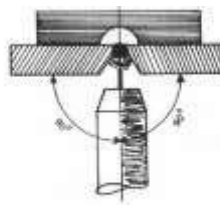
- La boquilla debe tener una separación de 6 a 9 mm del material base.

#### **Preparación del material base:**

- A cada pieza se le debe realizar un bisel de  $37^\circ$  y un tacón de 1.5mm con una separación desde la raíz de 1.6mm.
- Las caras de los biseles deben de ser total mente lisas y sin rebabas ni marcas de cortes.

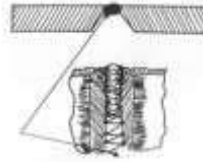
#### **Desarrollo:**

- Esta práctica es similar a las anteriores ya que es una fusión de la posición plana y en posición vertical, ascendente y descendente. Para este proceso el primer cordón de fondeo se colocará en posición vertical perpendicular la boquilla frente a la unión que se va a soldar formando un ángulo de  $90^\circ$  con la superficie inferior de la probeta y una inclinación de arrastre de  $20^\circ$ .



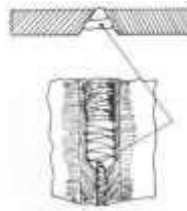
**Figura 52: Posición de la boquilla**

- En el proceso de soldadura del cordón de fondeo se lo realizara con movimientos en zigzag como en la Figura este movimiento se lo debe realizar de manera uniforme buscando conseguir cordones de 5 a 6 mm como máximo.



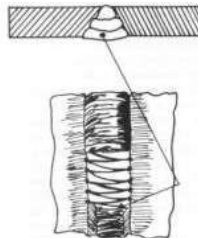
**Figura 53: Movimiento del maneral, pase de fondo**

- Para el segundo cordón se lo realiza encima del cordón de fondo manteniendo los mismos ángulos y el mismo movimiento en zigzag



**Figura 54: Movimiento del maneral, pase caliente**

- Al acabar el segundo cordón se realiza el cordón de terminado el que esta a la vista manteniendo los mismos ángulos de trabajo de los anteriores cordones.



**Figura 55: Movimiento del maneral, pase de vista**

- Cuando se tiene espesores mayores a los 6 mm general mente se aplica cordones en serie

## **Practica No. 1 soldadura GMAW en tuberías**

**Tema:** Posición 1G

### **Materiales:**

- Dos pedazos de tubo de acero de bajo carbono de 10 cm de largo y de 7mm de espesor, biselado los borde a 37° por lado
- Alambre para MIG
- Gas de protección CO<sub>2</sub>

### **Parámetros para el cordón de fondeo:**

- Amperaje: 170 a 180
- Voltaje: 20 a 22
- Velocidad de avance: 9 PPM
- Caudal del gas. 25 PCPH

### **Parámetros para cordón de vista:**

- Amperaje: 170 a 180
- Voltaje: 20 a 22
- Velocidad de avance: 9 PPM
- Caudal del gas. 25 PCPH

### **Definición:**

Consiste en la unión de dos piezas de tubo cuyos bordes han sido biselados a 37° en cada lado, con una separación de raíz de 2.4 mm.

### **Preparación del material base:**

- Para preparar la unión hay que tener en cuenta que quede una separación de 2.4mm en toda su circunferencia
- Se debe coger 4 puntos de suelda cada 90°, los puntos deben de ser pequeños que no afecte el proceso de los siguientes cordones

#### **Desarrollo:**

- Para el primer cordón de fondeo se debe colocar la boquilla de manera transversal a 90° con un ángulo de arrastre de 45° con movimientos en zigzag como se indica en la Figura



Figura 60: Movimiento del maneral, cordón de fondeo

- Para el número 2 se mantendrá un ángulo de 90° transversal y de 20° el ángulo longitudinal
- Para el cordón final que el que esta a la vista se lo aplicara con un patrón rectangular como se ve en la Figura



Figura 61: Movimiento del maneral, cordón de vista

- Es obligatorio que el movimiento de la boquilla para rellenar la abertura del bisel no cambie de 90°

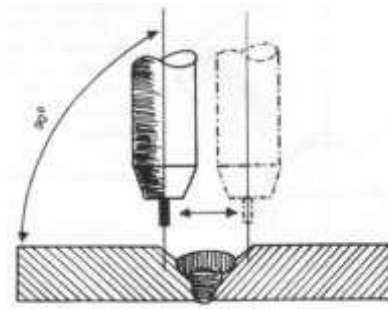


Figura 62: Movimiento oscilatorio de la boquilla

## Practica No. 2 soldadura GMAW en tuberías

**Tema:** Posición 2G

### Materiales:

- Dos pedazos de tubo de acero de bajo carbono de 10 cm de largo y de 7mm de espesor, biselado los borde a 37° por lado
- Alambre para MIG
- Gas de protección CO<sub>2</sub>

### Parámetros para el cordón de fondeo:

- Amperaje: 120 a 130
- Voltaje: 18 a 20
- Velocidad de avance: 12.5 PPM
- Caudal del gas. 25 PCPH

### Parámetros para cordón de vista:

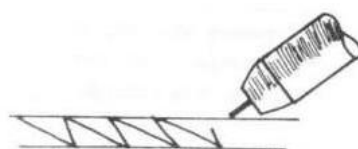
- Amperaje: 120 a 130
- Voltaje: 18 a 20
- Velocidad de avance: 12.5 PPM
- Caudal del gas. 25 PCPH

### **Preparación del material base:**

Se sigue el mismo procedimiento de la práctica No. 1

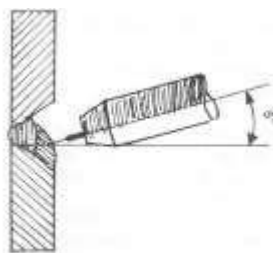
### **Desarrollo:**

- Se coloca la probeta buscando el eje del tubo quede de manera vertical y las uniones para soldar queden de manera horizontal. durante el proceso de suelda para el cordón de fondeo la boquilla debe estar con un ángulo de inclinación de  $5^{\circ}$  a  $10^{\circ}$  de forma longitudinal y para el ángulo de arrastre deberá ser de  $15^{\circ}$  a  $20^{\circ}$  y el movimiento de soldeo será en zigzag como se ve en la Figura.



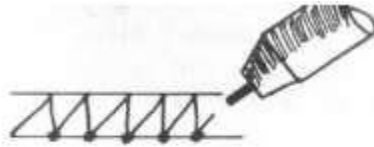
**Figura 63: Movimiento del maneral**

- Para el segundo cordón se debe mantener un ángulo de  $5^{\circ}$  lateral como se indica en la figura



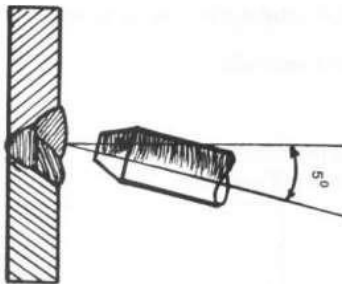
**Figura 64: Posición de la boquilla**

- Para el segundo y el tercer cordón se lo aplica haciendo movimientos en zigzag como se muestra en la Figura. haciendo pausas leves en el borde inferior



**Figura 65: Movimiento del maneral**

- Para el último paso se realiza un ángulo latero de  $5^\circ$  como se ve en la Figura con un ángulo de arrastre de  $15^\circ$  a  $20^\circ$  de manera longitudinal



**Figura 66: Posición de la boquilla**

### **Practica No. 3 soldadura GMAW en tuberías**

**Tema:** Posición 5G

**Materiales:**

- Dos pedazos de tubo de acero de bajo carbono de 10 cm de largo y de 7mm de espesor, biselado los borde a 37° por lado
- Alambre para MIG
- Gas de protección CO<sub>2</sub>

**Parámetros para el cordón de fondeo:**

- Amperaje: 120 a 130
- Voltaje: 20 a 21
- Velocidad de avance: 12 PPM
- Caudal del gas. 25 PCPH

**Parámetros para cordón de vista:**

- Amperaje: 120 a 130
- Voltaje: 19 a 21
- Velocidad de avance: 6 PPM
- Caudal del gas. 25 PCPH

**Preparación de la probeta:**

Se sigue el mismo procedimiento de la práctica No. 1

**Desarrollo:**



- Para realizar esta soldadura se debe colocar la probeta en una mesa de trabajo fijándola de manera horizontal que se pueda trabajar cómodamente
- El cordón de fondeo se lo aplicara usando el método descendente por la parte superior del tubo con ángulo de  $15^{\circ}$  a  $20^{\circ}$  de manera longitudinal como se ve en la Figura hasta terminar la primera mitad de la unión. se debe mantener el recorrido del ángulo transversal  $90^{\circ}$  usando un movimiento oscilatorio descendente



Figura 67: Posición de la boquilla

- Al concluir con la primera parte del tubo se desbastará con esmeril un poco de la superficie del cordón. después de esto se comenzará a soldar la otra mita del tubo siguiendo el mismo proceso de la primera mitad
- Cuando se haya terminado la segunda parte se debe se limpiará levemente todo el cordón con el fin de eliminar impurezas causadas por el desprendimiento de chispas
- El cordón final el que está a la vista se lo aplicará con un ángulo transversal de  $90^{\circ}$  de inclinación en el recorrido de oscilación hacia los bordes mientras que el ángulo de arrastre será aproximadamente de  $30^{\circ}$

## Propuesta y Resultados esperados

De la evaluación que se tomó a los 32 trabajadores de las 6 empresas se determinó que no tenían conocimientos básicos sobre fundamentos de soldadura obteniendo un promedio general de 4, con esta nota reprobando el 100% de los trabajadores evaluados. Por esto se vio la necesidad de diseñar un manual de procedimiento y operación para certificación de soldadores el cual trata de temas fundamentales para el proceso de certificación norma, códigos, normas de seguridad y procedimientos para operaciones de soldadura.

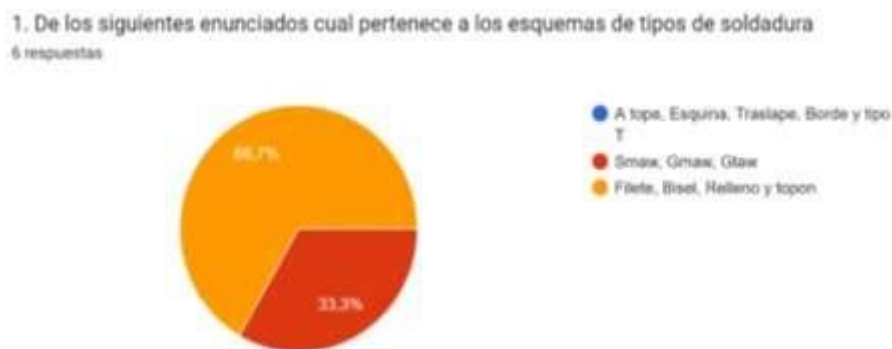
Para la reevaluación se tomó en cuenta solo a los 6 jefes de área de las 6 empresa evaluadas los cuales rindieron una evaluación compuesta de 14 preguntas teóricas, con la diferencia que se les entrego el manual una semana antes de la evaluación en el cual encontramos temas sobre la evaluación que se rindió

A continuación, le presentamos los porcentajes de preguntas correctas e incorrectas de la evaluación realizada

## Reevaluación de conocimientos

**Figura 83**

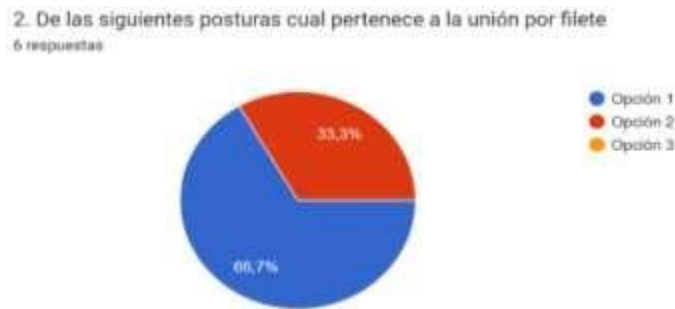
*Pregunta 1*



*Nota.* En la figura podemos observar que de las 6 personas evaluadas que representa el 60.7% respondieron de manera correcta y 2 personas que representa el 33.3% respondieron de manera incorrecta. Tomada (Google Forms)

**Figura 84**

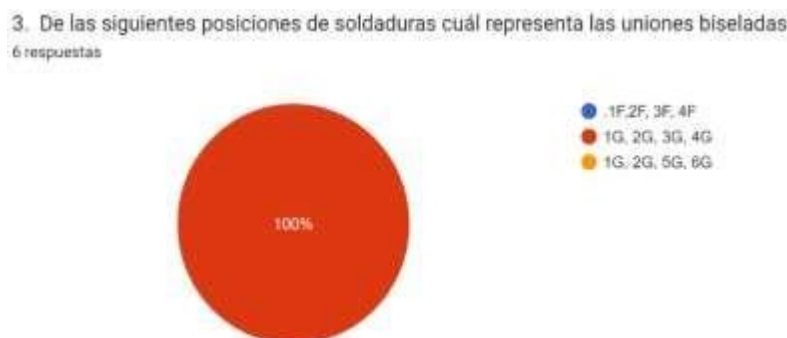
*Pregunta 2*



*Nota.* En la figura podemos observar que de las 6 personas evaluadas 4 personas que representan el 66.7% respondieron de manera correcta y 2 personas que representan el 33.3% respondieron de manera incorrecta

**Figura 85**

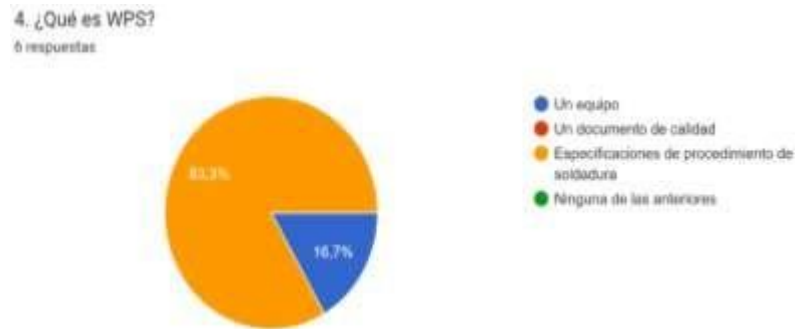
*Pregunta 3*



*Nota.* en la figura podemos observar que de las 6 personas evaluadas el 100% respondieron de manera correcta. Tomada de (Google Forms)

**Figura 86**

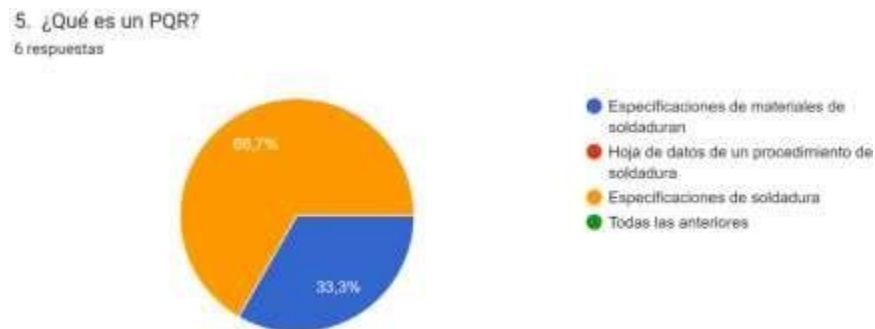
*Pregunta 4*



*Nota.* En la figura podemos observar que de las 6 personas evaluadas el 83.3% que representan 5 personas respondieron de manera correcta y 16.7% que representa a 1 persona respondieron de manera incorrecta

**Figura 87**

*Pregunta 5*

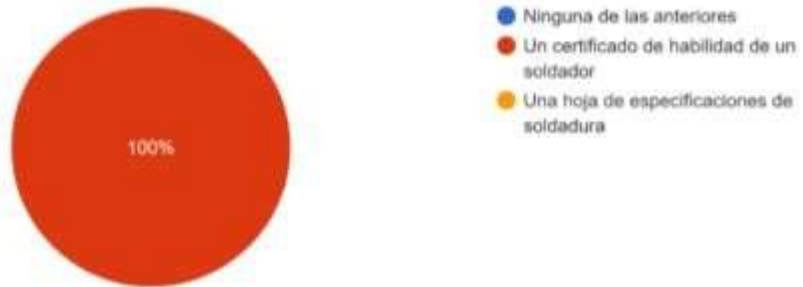


*Nota.* En la figura podemos observar que de las 6 personas evaluadas 4 personas que representa el 66.7% respondieron de manera correcta y 2 personas que representa el 33.3% respondieron de manera incorrecta. Tomada de (Google Forms)

**Figura 88**

*Pregunta 6*

6. ¿Qué es un WPQ?  
6 respuestas

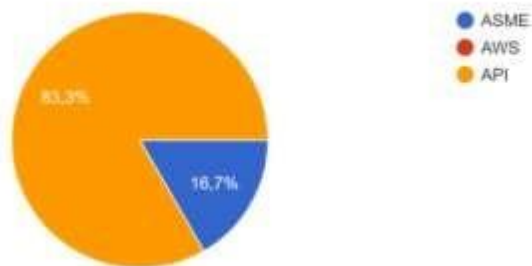


*Nota.* En la figura podemos observar que de las 6 personas evaluadas el 100% respondió de manera correcta. Tomada de (Google Forms)

**Figura 89**

*Pregunta 7*

7. ¿Cuál de las siguientes normas indica los códigos para soldar tuberías u oleoductos?  
6 respuestas

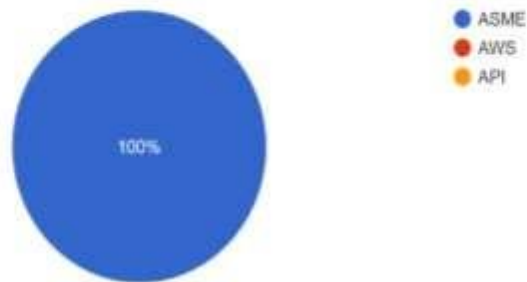


*Nota.* En la figura podemos observar que de las 6 personas evaluadas 5 personas que representa el 83.3% respondieron de manera correcta y 1 persona que representa el 16.7% respondieron de manera incorrecta

## Figura 90

### Pregunta 8

8. ¿Cuál de las siguientes normas está centrada en a la construcción de calderas y recipientes a presión siendo diseñada para todo proceso que se necesite que su vida útil sea larga?  
6 respuestas



Nota. en la figura podemos observar que de los 6 evaluados que representan el 100% contestaron de manera correcta. Tomada de (Google Forms)

## Figura 91

### Pregunta 9

9. ¿Cuál de las siguientes normas esta centrada para la fabricación y construcción de estructuras metálicas?  
6 respuestas



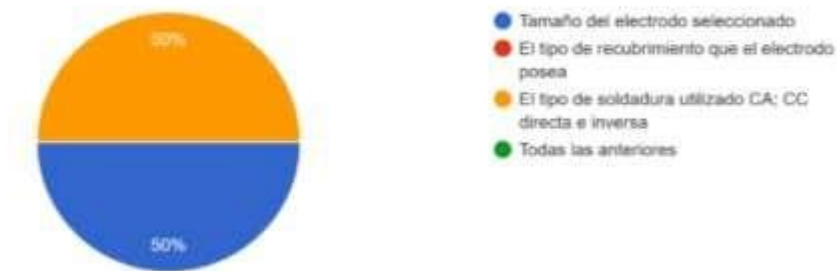
Nota. En la figura podemos observar que de las 6 personas evaluadas que representa el 100% contestaron de manera correcta. Tomada de (Google Forms)

## Figura 92

### Pregunta 10

10. ¿De qué depende la selección del amperaje correcto?

6 respuestas



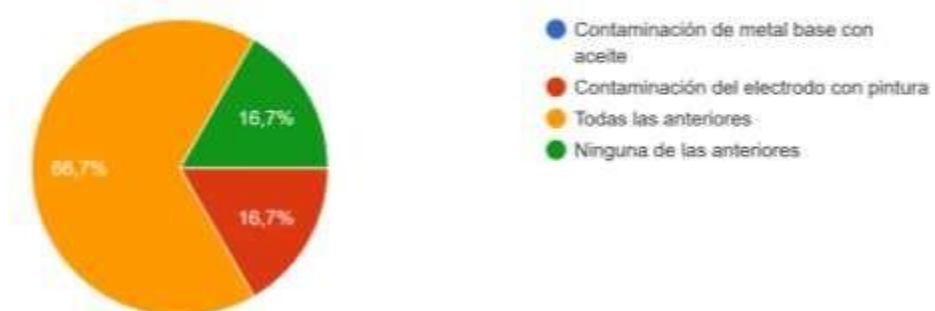
*Nota.* En la figura podemos observar que de las 6 personas evaluadas 3 que representa en 50% respondieron de manera correcta y 3 que es el 50% respondieron de manera incorrecta. Tomada de (Google Forms)

## Figura 93

### Pregunta 11

11. ¿Cuáles son los factores para que la suelda no cumpla con la calidad necesaria ?

6 respuestas



*Nota.* en la figura podemos observar que de las 6 personas evaluadas 4 que reprtesenta el 66.7% respondieron de manera correcta y 2 personas que representan el 33.7% repondieron de manera incorrecrta. Tomada de (Google Forms)

**Figura 94**

*Pregunta 12*

12. ¿Como se reconoce una soldadura que cumpla con los estándares correctos?  
6 respuestas



*Nota.* en la figura podemos observar que de las 6 personas evaluadas 5 que reprtesenta el 83.3% respondieron de manera correcta y 1 personas que representan el 16.7% repondieron de manera incorrecrta. Tomada de (Google Forms)

**Figura 95**

*Pregunta 13*

13. ¿Cual pertenece al grupo de ensayos no destructivos?  
6 respuestas



*Nota.* en la figura podemos observar que de las 6 personas evaluadas que reprtesenta el 100% respondieron de manera correcta. Tomada de (Google Forms)

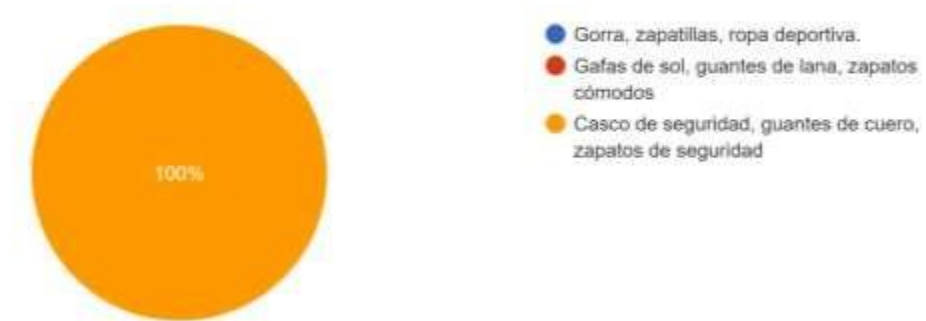


Figura 96

*Pregunta 14*

14. ¿Cuál es el equipo de protección personal necesario para realizar una soldadura?

6 respuestas



*Nota.* en la figura podemos observar que de las 6 personas evaluadas que representa el 100% respondieron de manera correcta. Tomada de (Google Forms)

**Resumen de la re evolución**

Para la calificación de la evolución seguimos el mismo método de la anterior en donde para aprobar se necesita mínimo 8/10

**Análisis de costos**

**Tabla 6**

*Notas obtenidas de la reevaluación*

No.	Nombre	Empresa	Puntuación /14	Nota
1	Bolívar Santacruz	Metal Mac	13	9,28
2	Gabriel Robles	ACIDNEC	12	8,57
3	Aron Acuña	Mecaniza	14	10
4	Javier Tapia	IMPROMAT ESTRUCTURAS	12	8,57
5	Ángel Carvajal	CERRAINOX	13	9,28
6	Norman Jimbo	ESTRUCTEC	12	8,57
<b>Promedio general.</b>				<b>9,045</b>

Nota. En la tabla podemos observar las calificaciones que obtuvieron los jefes de área de las 6 empresas evaluadas teniendo un promedio general de 9, aprobando el 100% de los trabajadores. Fuente (Autor)

### **Análisis de Costos**

**Tabla 7**

*Costo de mano de obra*

<b>Rubro /Empleado</b>	<b>Ingeniero</b>	<b>Técnico</b>
Salario básico 2023	450	450
Sueldo	950	433.71
IESS Patronal (11,15%)	107,8	89.34
Décimo Tercero	79,2	0
Décimo cuarto	39,6	0
Fondos de reserva	79,2	0
Vacaciones	39,6	18.7
Desahucio	19,8	9.4
Transporte		
Total, Mensual	1315,2	550.16
Incremento	38,21%	26.85%
Personal	1	1
Total,	1315,2	550.16

Nota. Costo de mano de obra del personal que intervienen en el proceso de certificación basado en el salario y disposiciones de la ley. Fuente (Autor)

**Tabla 8**

*Costo total de mano de obra*

<b>Operario</b>	<b>Horas</b>	<b>Valor por hora \$</b>	<b>Total \$</b>
Ingeniero del proyecto	120	11	1315,03
Técnico	120	5	550,16
Costo TOTAL.			1865.19

*Nota.* Nota en el cálculo de mano de obra se tomó como referencia el cronograma de actividades multiplicando 4 horas diarias para 30 días que se considera la duración de la jornada de capacitación. Fuente (Autor)

### **Costo del diseño del manual**

**Tabla 9**

*Costo del diseño del manual*

<b>Contenido</b>	<b>Costo</b>
Investigación y contenido	\$250
Diseños e ilustraciones	\$50
Redacción y Edición	\$200
Impresión (opcional)	\$10
Pruebas y evaluación	\$400
<b>TOTAL,</b>	<b>\$910</b>

*Nota.* Costo para el diseño del manual. Fuente (Autor)

### **Costo total para el diseño del manual**

- **Costo total:** Costo total de mano de obra + Costo del diseño del manual
- **Costo total** =  $1865.19 + 910 = 2775.2$

### **Sueldos de soldadores calificados**

**Figura 97**

*Sueldos de soldadores certificados*



República del Ecuador

Ministerio del Trabajo

ESPECIALISTA DE PERFORACIÓN	C1	BAJO SUPERVISIÓN INDIRECTA, COORDINA Y DIRIGE LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE PERFORACIÓN.	0430000000034	552,34
INGENIERO DE PERFORACIÓN	C1	BAJO SUPERVISIÓN INDIRECTA, COORDINA Y DIRIGE LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE PERFORACIÓN.	0420000000014	552,34
TÉCNICO DE MANTENIMIENTO/EQUIPOS PESADOS	C1	REALIZA MANTENIMIENTO Y SERVICIOS DE REPARACIÓN A EQUIPOS PESADOS, ASÍ COMO A OTROS EQUIPOS, DE ACUERDO A MÉTODOS, PRÁCTICAS Y TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO, EN RELACIÓN A SU ESPECIALIZACIÓN EN CADA DISCIPLINA	0420000000045	552,34
TÉCNICO DE OPERACIONES MINAS/CANTERAS/YACIMIENTOS	C1	BAJO SUPERVISIÓN REALIZA ACTIVIDADES DE OPERACIONES ESPECIALIZADAS EN LOS DIFERENTES PROCESOS DE LA OPERACIÓN TANTO EN CAMPO COMO EN BASE EN LAS DIFERENTES RAMAS O DISCIPLINAS	0403000000014	552,34
ENTIBADOR	C2		0403132000017	529,89
OPERADOR DE MINAS/CANTERAS	C2	INCLUYE LAS ACTIVIDADES DE OPERACIÓN DE TRITURACIÓN, MOTORISTA, FLOTACIÓN, MALACATE, MÁQUINA CARGADORA MINA, PLANTA ELÉCTRICA, PLATAFORMA Y SIMILARES	0430000000036	529,89
RIELEROS	C2		0403132000026	529,89
SOLDADOR MIXTO	C2	BAJO SUPERVISIÓN REALIZA TRABAJOS DE SOLDADURA EMPLEANDO MÁS DE UNA TÉCNICA CALIFICADA, MANTENIENDO LAS NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA	0430000000037	900
TÉCNICO MANTENIMIENTO/EQUIPOS LIVIANOS	C2	INCLUYE: TÉCNICO ELÉCTRICO Y MECÁNICO	0403132000027	529,89
TOPOGRAFO	C2	APOYA A REALIZAR ESTUDIOS DE TOPOGRAFÍA	0403132000028	529,89
SOLDADOR	C3	BAJO SUPERVISIÓN UTILIZA MÁQUINAS MANUALES DE SOLDADURA, CON UNA TÉCNICA CALIFICADA MANTENIENDO LAS NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA	0430000000038	700

*Nota.* en la figura podemos observar los sueldos básicos de soldadores certificados bajo algún tipo de norma internacional teniendo una remuneración básica de 700 a 900 dólares mensuales. Tomada de (Ministerio del Trabajo, 2023).

Como podemos observar en las figuras 97 y 98 según el ministerio de trabajo se analiza que los soldadores que poseen una certificación de cualquier norma y código internacional de soldadura su remuneración básica incrementa notoriamente siendo uno

de los aspectos más relevantes en lo que tiene que ver con el crecimiento profesional y económico ya que mediante esto el operario mejorara sus habilidades y puede tener mejor remuneración económica.

El programa de certificación de soldadura AWS brinda una comprensión sobresaliente de la aplicación y los principios detrás de la soldadura, trayendo muchos beneficios económicos y calidad en sus trabajos como podemos analizar en el siguiente ejemplo real de un trabajo.

## Cronograma de actividades

### Diagrama de Gantt

MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA OPERACIÓN Y CALIFICACION DE SOLDADURA SMAW, GTAW, GMAW																
ACTIVIDADES	FECHA	1/8/2023	3/8/2023	5/8/2023	7/8/2023	9/8/2023	11/8/2023	13/8/2023	15/8/2023	17/8/2023	19/8/2023	21/8/2023	23/8/2023	25/8/2023	27/8/2023	29/8/2023
Revisión de los requisitos y estándares de certificación en soldadura.																
Evaluación inicial de los candidatos para determinar su nivel de habilidades y conocimientos en soldadura.																
Capacitación teórica en diferentes técnicas de soldadura y seguridad en el trabajo.																
Prácticas guiadas para mejorar las habilidades de los candidatos en diversas técnicas de soldadura.																
Prueba práctica inicial para evaluar el progreso y la aptitud de los candidatos en la ejecución de procedimientos de soldadura aceptables.																
Continuación de la capacitación práctica, enfocándose en las áreas de mayor debilidad de los candidatos.																
Preparación para la prueba práctica final.																
Evaluación final mediante una prueba práctica completa, que simule situaciones y condiciones reales de soldadura.																
Realización de pruebas destructivas y no destructivas para evaluar la calidad de las soldaduras.																
Revisión y análisis de los resultados de las pruebas.																
Evaluación individual de cada candidato para determinar su aptitud para la certificación.																
Emisión de certificados aprobados a los candidatos que hayan cumplido satisfactoriamente con los criterios de certificación.																
Retroalimentación y recomendaciones para aquellos candidatos que requieran mejorar sus habilidades en futuras oportunidades.																

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

- Se determinó la situación actual del nivel de conocimientos teóricos que poseen los soldadores, por lo cual se realizó una evaluación, donde se obtuvo que el 100% de las personas evaluadas como se describe en la tabla 2 reprobaron, determinada los siguientes aspectos: Falta de conocimientos básicos de soldadura; la mayor parte de soldadores ejecutan diferentes tipos de procesos de suelda basados a su experiencia y habilidades, pero carecen de conocimientos y especificaciones de normas técnicas y códigos internacionales de acuerdo a las figuras 10 hasta la 24.
- Según el análisis que se realizó a las 6 empresas, se describe los requisitos y procedimientos para la certificación de soldadores, centrándose en criterios específicos para evaluar habilidades en diversas técnicas de soldadura. Se establecen estándares de calidad y métodos de pruebas para garantizar la seguridad y eficacia en los trabajos de soldadura. Así mismo, el manual de procedimiento resultante promueve una formación integral, asegurando la competencia técnica de los soldadores y una medición objetiva del desempeño en las pruebas. Por otro lado, la implementación de este enfoque mejorará la calidad de la mano de obra en el campo de la soldadura y fomentará una cultura de seguridad en el trabajo.

- En conclusión, el diseño de este manual de procedimiento y calificación de soldadores basado en la norma ANSI/AWS D1.1 representa un enfoque sólido y estandarizado para garantizar la formación y evaluación de profesionales altamente calificados en el campo de la soldadura. Al utilizar esta norma reconocida a nivel internacional, se asegura que los soldadores cumplan con los más altos estándares de calidad y competencia requeridos por la industria. Al igual que este manual proporciona una guía detallada que abarca desde los requisitos iniciales para la calificación de los trabajadores hasta los procedimientos de prueba y evaluación como se ve en el capítulo 7 del manual de soldadura, también se enfatiza la importancia de la precisión, la seguridad y la eficiencia en las operaciones de soldadura, promoviendo una cultura de excelencia en el trabajo. Finalmente, al basar la calificación de los soldadores en la norma ANSI/AWS D1.1, se garantiza una formación integral que abarca las mejores prácticas y metodologías de soldadura, lo que contribuye a elevar la calidad de los trabajos realizados y la confiabilidad en el desempeño de los profesionales, mientras que el uso de esta norma también facilita la armonización y la comparación de las calificaciones de los soldadores a nivel nacional e internacional, lo que aumenta la movilidad laboral y las oportunidades profesionales para los trabajadores certificados.



## **Recomendaciones**

- Para las empresas evaluadas es importante implementar un programa de capacitaciones integral que cubran los conceptos básicos de soldadura, así como especificaciones de normas técnicas, implementando temas relevantes como prácticas de taller y evaluaciones periódicas para medir el progreso de soldadores, realizar actualizaciones de conocimientos periódicamente dar seguimiento y supervisión designar un equipo de supervisor en este caso los jefes de área de suelda que fueron reevaluados (Tabla 6), asegurando que se apliquen adecuadamente los conocimientos adquiridos en las capacitaciones, facilitar los recursos necesarios como manuales, guías técnicas con el fin que los operarios puedan reforzar sus conocimientos individualmente, incentivar a los operarios que demuestren alto nivel de conocimientos teóricos y prácticos ya que esto fomentara la cultura de aprendizaje continuo y mejora constante, se debe fomentar la colaboración y promover el intercambio de conocimientos entre los propios soldadores y por ultimo realizar auditorías para evaluar el progreso del programa de capacitaciones y verificar el cumplimiento de los estándares técnicos establecidos.
- Para una mejora constante y crecimiento continua de las organizaciones es de vital importancia contar con información clara y accesible sobre requisitos y procedimientos para la certificación de soldadores, que se encuentren claramente descritos en documentos

accesibles para las partes involucradas como operarios, evaluadores, jefes de área y empresas, se deben proporcionar espacios específicamente para capacitaciones continuas referente a códigos, normas y buenas prácticas de trabajo, como último punto se debe Reconocer y valorar la certificación de soldadores como un indicador de habilidades y competencia técnica. Esto puede incentivarse mediante reconocimientos, mejores oportunidades laborales o incentivos que motiven a los operarios a obtener la certificación

## **Bibliografía**

Agudelo, A., Castañeda, P., & Rojas, L. (2015). DISEÑO DEL MANUAL DE PROCESOS, PROCEDIMIENTOS Y FUNCIONES PARA LA DISTRIBUIDORA E IMPORTADORA C. I COFFEE INN DE LA CIUDAD DE PEREIRA (RISARALDA) [UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA FACULTAD DE TECNOLOGÍA ESCUELA TECNOLOGÍA INDUSTRIAL PEREIRA].

<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/fa6130d7-e1b7-4ffa-ad66-0eae7d39671f/content>

Carrasco, H. S. B. (s. f.). PRESENTACION DEL MANUAL PARA PROCESOS DE SOLDADURA EN ESTRUCTURAS METALICAS DE ACERO A-36 APLICADA A EDIFICIOS.

EXSA, O. (2005). Manual de soldadura y catalogo de productos. AMS-HANDBOO.

[http://www.marioloureiro.net/ensino/manuaisOutros/soldadura/manual\\_catalogo%20soldadura.pdf](http://www.marioloureiro.net/ensino/manuaisOutros/soldadura/manual_catalogo%20soldadura.pdf)

HLC, S. (2020, mayo 14). ¿Cuáles son los códigos de soldadura ASME, API, AWS? [Científica]. HLC ingeniería y construcción.

<https://www.hlcsac.com/noticias/codigos-de-soldadura-segun-asme-api-aws/>

INDURA. (2021). MANUAL DE SISTEMAS Y MATERIALES DE SOLDADURA.

<http://www.indura.cl/Descargar/Manual%20de%20Soldadura%20INDURA?path=/content/storage/cl/biblioteca/00da6ac5e6754e428ecd94f1c78711cb.pdf>

LARRY, J. (2009). Soldadura. Principios y aplicaciones. Ediciones Paraninfo, S.A.

Mendez, P. (2020). Importancia de la Educación en Soldadura en el Desarrollo de Nuevas Tecnologías. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge,.  
<https://sites.ualberta.ca/~pmendez/Publications/Papers/2001GoierriPrest.pdf>

Ministerio del Trabajo. (2023, diciembre 1). ESTRUCTURAS OCUPACIONALES – SUELDOS Y SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES Y TARIFAS SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES 2022. 109.

Ortiz, A., & Ramírez, A. (2019). Control de calidad en estructuras metalicas de terminal de transporte terrestre del canton gualaseo de la provincia de azuay [Universidad Salesian]. file:///C:/Users/Det-Pc/Downloads/UPS-CT008229%20(1).pdf

Pozo, A., & Serrano, O. (2019). Calificación de procedimientos de soldadura, operadores y soldadores en procesos SMAW Y GMAW de acuerdo al codigo AWS (Cientifico 1; p. 9).  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2259/1/4488.pdf>

Procesos de Soldadura, P. de S. (2018). Procesos de Soldadura.

Quilo, K. (2022). FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN [Universidad Indoamerica].  
<https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/4889/1/CeI%c3%adn%20Quilo%20Liliana%20Katherine.pdf>

Rodriguez, F., & Villota, S. (2019). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTAR UN CENTRO DE SERVICIOS EN SOLDADURA EN LA ESPE [ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO].  
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/892/1/T-ESPE-014410.pdf>

Rodriguez, P. (2019). Manual de soldadura MIG Y TIG. ALSINA.

<https://temariosformativosprofesionales.files.wordpress.com/2012/11/manual-de-soldadura-electrica.pdf>

SOLDEXA. (2019, marzo 17). Retos y Tendencias de La Soldadura en Latinoamerica en El Siglo Xxi. <https://es.scribd.com/document/212886465/1-Retos-y-Tendencias-de-La-Soldadura-en-Latinoamerica-en-El-Siglo-Xxi#>

Tena, O. (2019). Estudio de los procesos de soldadura GTAW y SMAW en la industria naval: Análisis casos prácticos [Universitat Politècnica de Catalunya].

<file:///C:/Users/Det->

[Pc/Downloads/145681\\_TFG%20OSCAR%20LORENZO%2009.10.19.pdf](Pc/Downloads/145681_TFG%20OSCAR%20LORENZO%2009.10.19.pdf)

Tesol. (2020, noviembre 11). La importancia de la soldadura en la industria naval [Noticias]. Tesol.