

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“PLAN DE CALIDAD PARA LA SOLDABILIDAD DE ESTRUCTURAS METÁLICAS CON LA FINALIDAD DE EVITAR RECHAZOS Y NO CONFORMIDADES EN LA FABRICACIÓN DE UN MÓDULO PREFABRICADO FIJO DE DOS NIVELES PARA USO DE TESTIGOTECA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**  
Para optar el Título Profesional de  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**RODRIGUEZ MONTANCHEZ, HERICK JHORDAN**

**ASESOR**  
**ROLANDO PAZ, PURISACA**

**Villa El Salvador**  
**2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, guía de mi vida, a mi querida abuelita, a mi madre, a mi esposa y a mi adorada hija, por el deseo de superación y amor que me brindan y por guiarme por el camino correcto. Este proceso de desarrollo es posible gracias a ustedes.

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mi gratitud a Dios, nuestro padre y creador, por haberme mantenido firme y constante en este proceso de aprendizaje durante el presente proyecto de investigación.

También, agradezco a mi madre y a mis abuelitos por sus valores y enseñanzas que impartieron y forjaron en mí; a mi esposa y a mi querida hija por su gran cariño, amor y sus grandes manifestaciones de afecto para seguir adelante, desarrollándome como profesional.

A mis compañeros de la universidad, por permitirme compartir con ellos aprendizajes, experiencias y anécdotas.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a los aportes, inmensa bondad y al apoyo de mi asesor de esta casa de estudios, este sueño se hace realidad.

Gracias.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>1</b>
1.1 EMPRESA .....	1
1.2 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	1
1.2.1 Espacial .....	1
1.2.2 Temporal.....	1
1.3 OBJETIVOS.....	1
1.3.1 Objetivo 1:.....	1
1.3.2 Objetivo 2.....	2
1.3.3 Objetivo 3.....	2
1.3.4 Objetivo 4.....	2
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>3</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1 ANTECEDENTES DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL .....	3
2.1.1 Antecedentes Nacionales .....	3
2.1.2 Antecedentes internacionales .....	4
2.2 BASES TEÓRICAS.....	5
2.2.1 Concepto de Calidad.....	5
2.2.2 Control de calidad .....	5
2.2.3 Plan de calidad.....	6
2.2.4 Plan de Puntos de Inspección (PPI).....	6
2.2.5 Protocolos o Registro de Control de Calidad .....	6
2.2.6 Indicadores de calidad .....	7
2.2.7 Normativa ISO 9001.....	7
2.2.8 Aplicación de la ISO 9001 para soldar estructuras metálicas. ....	8
2.2.9 Norma AWS D1.1 (American Welding Society).....	9
2.2.10 Norma ASTM (American Society for Testing and Materials).....	9
2.2.11 Estructuras metálicas.....	10
2.2.12 Clasificación de los materiales para fabricar estructuras metálicas.....	10

2.2.13	<i>Soldadura</i> .....	11
2.2.14	<i>Simbología de la soldadura</i> .....	15
2.2.15	<i>Significado de la posición de la flecha.</i> .....	16
2.2.16	<i>Elementos de la simbología de la soldadura</i> .....	17
2.2.17	<i>Procesos de soldadura</i> .....	18
2.2.18	<i>Proceso de soldadura SMAW (Soldadura por Arco con Electrodo Revestido)</i> .....	18
2.2.19	<i>Sistema de Identificación de electrodo SMAW</i> .....	20
2.2.20	<i>Proceso de soldadura GMAW (Soldadura con alambre continuo protegido con gas)</i> .....	23
2.2.21	<i>Sistema de Identificación de electrodo GMAW.</i> .....	25
2.2.22	<i>Proceso de soldadura FCAW (Soldadura por Arco Eléctrico con Núcleo Fundente)</i> .....	26
2.2.23	<i>Sistema de identificación de electrodo FCAW</i> .....	28
2.2.24	<i>PROCESO de soldadura GTAW (Soldadura por arco con electrodo de tungsteno)</i> .....	28
2.2.25	<i>Sistema de identificación de electrodo GTAW</i> .....	30
2.2.26	<i>Proceso de soldadura SAW (Soldadura por Arco Sumergido)</i> .....	30
2.2.27	<i>Sistema de identificación de electrodo SAW</i> .....	32
2.2.28	<i>Discontinuidades en soldadura</i> .....	32
2.2.29	<i>Socavación</i> .....	32
2.2.30	<i>Porosidad</i> .....	34
2.2.31	<i>Inclusiones de Escoria</i> .....	35
2.2.32	<i>Fusión Incompleta</i> .....	35
2.2.33	<i>Falta de Penetración</i> .....	36
2.2.34	<i>Falta de llenado o bajo llenado.</i> .....	37
2.2.35	<i>Traslape</i> .....	37
2.2.36	<i>Grietas</i> .....	38
2.2.37	<i>Golpes de arco</i> .....	38
2.2.38	<i>Salpicadura</i> .....	39
2.2.39	<i>Posiciones de soldadura</i> .....	40
2.2.40	<i>Especificación de procedimiento de soldadura (WPS)</i> .....	42
2.2.41	<i>Registro de calificación de procedimiento (PQR)</i> .....	42
2.2.42	<i>Procedimiento de calificación de soldadores (WPQ)</i> .....	43

2.2.43	<i>Ensayos no destructivos (END)</i> .....	43
2.2.44	<i>Inspección visual “VT” (Visual Testing)</i> .....	43
2.2.45	<i>Inspección por tintes penetrantes (Visual Testing)</i> .....	44
2.2.46	<i>Inspección por partículas Magnéticas (MT)</i> .....	45
2.3	<b>DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICO</b> .....	46
2.3.1	<i>Plan de calidad</i> .....	46
2.3.2	<i>No conformidad</i> .....	46
2.3.3	<i>Rechazos</i> .....	46
2.3.4	<i>Conformidad</i> .....	47
2.3.5	<i>AWS</i> .....	47
2.3.6	<i>ASTM</i> .....	47
2.3.7	<i>UNE-EN 10020:2001</i> .....	47
2.3.8	<i>AISC</i> .....	47
2.3.9	<i>Normativa E 090 (Reglamento Nacional de Edificaciones – Estructuras metálicas)</i> .....	47
2.3.10	<i>Soldadura</i> .....	48
2.3.11	<i>SMAW</i> .....	48
2.3.12	<i>GMAW</i> .....	48
2.3.13	<i>Inspección Visual</i> .....	48
2.3.14	<i>Estructura Organizacional</i> .....	48
2.3.15	<i>Planos de Fabricación</i> .....	48
2.3.16	<i>Procedimientos</i> .....	49
2.3.17	<i>Satisfacción del Cliente</i> .....	49
2.3.18	<i>Proceso de Fabricación</i> .....	49
2.3.19	<i>Instrumentos de medición para uniones soldadas</i> .....	49
2.3.20	<i>Modulo Prefabricado</i> .....	49
2.3.21	<i>Dossier de Calidad</i> .....	49
	<b>CAPITULO III</b> .....	<b>50</b>
	<b>DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL</b> .....	<b>50</b>
3.1	<b>DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA</b> .....	<b>50</b>
3.2	<b>MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO</b> .....	<b>51</b>
3.2.1	<i>Desarrollo del plan de calidad</i> .....	51
3.2.2	<i>Normas de referencias</i> .....	51
3.2.3	<i>Estructura Organizacional</i> .....	52

3.2.4	<i>Planos de Fabricación.....</i>	55
3.2.5	<i>Materiales.....</i>	57
3.2.6	<i>Procedimientos de soldadura.....</i>	57
3.2.7	<i>Procedimiento de inspección de uniones soldadas por examinación visual.....</i>	57
3.2.8	<i>Procedimiento de inspección de uniones soldadas por Líquidos Penetrantes.....</i>	60
3.2.9	<i>Procedimiento de inspección de uniones soldadas por Partículas Magnéticas.....</i>	64
3.2.10	<i>Elaboración de un Plan de puntos de Inspección y Ensayos.....</i>	76
3.2.11	<i>Calificación de soldadores.....</i>	79
3.2.12	<i>Fabricación e Inspección.....</i>	87
3.2.13	<i>Equipos de precisión medición y ensayo.....</i>	99
3.2.14	<i>Protocolos de calidad.....</i>	99
3.2.15	<i>Dossier de calidad.....</i>	103
3.2.16	<i>Entrega de la obra.....</i>	103
3.3	<b>RESULTADOS DE ELABORAR UN PLAN DE CALIDAD PARA LA SOLDABILIDAD DE ESTRUCTURAS METÁLICAS CON LA FINALIDAD DE EVITAR RECHAZOS Y NO CONFORMIDADES EN LA FABRICACIÓN DE UN MÓDULO PREFABRICADO FIJO DE DOS NIVELES PARA USO DE TESTIGOTECA. ....</b>	<b>104</b>
3.3.1	<i>Se logra realizar un plan de calidad para mejorar la eficiencia de los procesos de soldabilidad en estructuras metálicas con la finalidad de evitar rechazos y no conformidades en la fabricación de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.....</i>	<i>104</i>
3.3.2	<i>Se logra Elaborar un Plan de Calidad de soldabilidad para reducir los tiempos y costos en la fabricación de estructuras metálicas de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.....</i>	<i>106</i>
	<b>SE LOGRA ELABORAR UN PLAN DE CALIDAD DE SOLDABILIDAD PARA REDUCIR LOS TIEMPOS Y COSTOS EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE UN</b>	

MODULO PREFABRICADO FIJO DE DOS NIVELES PARA USO DE TESTIGOTECA.....	107
3.3.3 Se logra elaborar un Plan de Calidad de soldabilidad para incrementar las competencias del personal y mejorar los criterios de inspección de soldadura en la Fabricación de estructuras metálicas de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.....	112
3.3.4 Se logro elaborar un Plan de Calidad de soldabilidad para programar y revisar las inspecciones o pruebas de calidad en los distintos frentes de trabajo en la fabricación de estructuras metálicas de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.....	117
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>118</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>120</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>123</b>



## LISTADO DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> ESQUEMA DE PARTES DE UNIÓN SOLDADA .....	12
<b>FIGURA 2:</b> ESQUEMA DE COMPONENTES DE UNA UNIÓN SOLDADA A TOPE.....	13
<b>FIGURA 3:</b> ESQUEMA DE COMPONENTES DE UNA UNIÓN SOLDADA A FILETE.....	13
<b>FIGURA 4:</b> ESQUEMA DE TIPOS DE UNIONES SOLDADAS.....	14
<b>FIGURA 5:</b> ESQUEMA DE SIMBOLOGÍA DE SOLDADURA.....	15
<b>FIGURA 6:</b> ESQUEMA DE SIMBOLOGÍA DE SOLDADURA.....	15
<b>FIGURA 7:</b> ESQUEMA DE SIMBOLOGÍA DE SOLDADURA SUPLEMENTARIOS.....	16
<b>FIGURA 8:</b> ESQUEMA DE POSICIÓN DE FLECHA DE SOLDADURA. ....	16
<b>FIGURA 9:</b> ESQUEMA DE SIGNIFICADO DE LA FLECHA DE SOLDADURA. ....	17
<b>FIGURA 10:</b> ESQUEMA DE LA SIMBOLOGÍA DE SOLDADURA.....	18
<b>FIGURA 11:</b> ESQUEMA DE COMPONENTES DE SOLDADURA SMAW. ....	19
<b>FIGURA 12:</b> ESQUEMA DE EFICIENCIA DE ELECTRODO SMAW.....	20
<b>FIGURA 13:</b> ESQUEMA DE CLASIFICACIÓN DE ELECTRODO SMAW.....	21
<b>FIGURA 14:</b> ESQUEMA DE COMPONENTES DE SOLDADURA GMAW. ....	24
<b>FIGURA 15:</b> ESQUEMA DE CLASIFICACIÓN DE ELECTRODO GMAW.....	26
<b>FIGURA 16:</b> ESQUEMA DE COMPONENTES DE SOLDADURA FCAW. ....	27
<b>FIGURA 17:</b> ESQUEMA DE CLASIFICACIÓN DE ELECTRODO FCAW.....	28
<b>FIGURA 18:</b> ESQUEMA DE COMPONENTES DE SOLDADURA GTAW.....	29
<b>FIGURA 19:</b> ESQUEMA DE COMPONENTES DE SOLDADURA SAW. ....	31
<b>FIGURA 20:</b> ESQUEMA DE IDENTIFICACIÓN DE SOLDADURA SAW.....	32
<b>FIGURA 21:</b> ESQUEMA DE SOCAVACIÓN. ....	33
<b>FIGURA 22:</b> ESQUEMA DE SOCAVACIÓN EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS.....	34
<b>FIGURA 23:</b> ESQUEMA DE POROSIDAD.....	35
<b>FIGURA 24:</b> ESQUEMA DE DISCONTINUIDAD FUSIÓN INCOMPLETA. ....	36
<b>FIGURA 25:</b> ESQUEMA DE FUSIÓN INCOMPLETA EN FABRICACIÓN. ....	36
<b>FIGURA 26:</b> ESQUEMA DE FALTA DE PENETRACIÓN. ....	37
<b>FIGURA 27:</b> ESQUEMA DE BAJO LLENADO .....	37
<b>FIGURA 28:</b> ESQUEMA DE TRASLAPE .....	38
<b>FIGURA 29:</b> ESQUEMA DE GOLPE DE ARCO. ....	39
<b>FIGURA 30:</b> ESQUEMA DE SALPICADURA.....	40
<b>FIGURA 31:</b> ESQUEMA DE POSICIONES DE SOLDADURA EN RANURA.....	41
<b>FIGURA 32:</b> <i>ESQUEMA DE POSICIONES DE SOLDADURA EN BISEL.</i> ....	41

<b>FIGURA 33:</b> ESQUEMA DE SOLDADURA EN BISEL.....	42
<b>FIGURA 34:</b> INSPECCIÓN VISUAL .....	44
<b>FIGURA 35:</b> APLICACIÓN DEL PENETRANTE. ....	45
<b>FIGURA 36:</b> APLICACIÓN DEL REVELADOR.....	45
<b>FIGURA 37:</b> ENSAYO POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS. ....	46
<b>FIGURA 38:</b> ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	53
<b>FIGURA 39:</b> PLANO DE FABRICACIÓN .....	56
<b>FIGURA 40:</b> ESQUEMA DE ACEPTACIÓN PARA PERFILES DE SOLDADURA TOPE SEGÚN TABLA 7.8 DEL AWS D1.1 .....	74
<b>FIGURA 41:</b> ESQUEMA DE ACEPTACIÓN PARA PERFILES DE SOLDADURA ESQUINA SEGÚN TABLA 7.8 DEL AWS D1.1 .....	74
<b>FIGURA 42:</b> ESQUEMA DE ACEPTACIÓN PARA PERFILES DE SOLDADURA RANURA SEGÚN TABLA 7.8 DEL AWS D1.1 .....	75
<b>FIGURA 43:</b> ESQUEMA DE ACEPTACIÓN PARA PERFILES DE SOLDADURA EN T SEGÚN TABLA 7.8 DEL AWS D1.1 .....	75
<b>FIGURA 44:</b> ESQUEMA DE ACEPTACIÓN PARA PERFILES DE SOLDADURA EN FILETE SEGÚN TABLA 7.8 DEL AWS D1.1 .....	76
<b>FIGURA 45:</b> WPS CALIFICADO .....	80
<b>FIGURA 46:</b> ESQUEMA DE PROBETA PARA CALIFICACIÓN SEGÚN AWS D1.1 .....	82
<b>FIGURA 47:</b> SOLDEO DE PROBETA PARA CALIFICACIÓN - RIGOBERTO CARRENO..	82
<b>FIGURA 48:</b> SOLDEO DE PROBETA PARA CALIFICACIÓN - JHONATAN QUISPE .....	83
<b>FIGURA 49:</b> PROBETA JHONATAN QUISPE .....	83
<b>FIGURA 50:</b> PROBETA PARA CALIFICACIÓN - JUNIOR COLAN.....	84
<b>FIGURA 51:</b> CUPÓN DE PRUEBA - EMILIO MORILLO .....	84
<b>FIGURA 52:</b> PQR .....	85
<b>FIGURA 53:</b> LISTA DE SOLDADORES .....	86
<b>FIGURA 54:</b> INSPECCIÓN EN RECEPCIÓN DE VIGA H - W21"X73 LB .....	87
<b>FIGURA 55:</b> INSPECCIÓN EN RECEPCIÓN DE TUBO CUADRADO DE 5" .....	88
<b>FIGURA 56:</b> CORTE Y HABILITADO DE TUBO RECTANGULAR 150 X 50 MM.....	89
<b>FIGURA 57:</b> CORTE Y HABILITADO DE W14" X 30 LB .....	90
<b>FIGURA 58:</b> PERFORADO DE PLANCHA.....	91
<b>FIGURA 59:</b> PERFORADO DE PLANCHA.....	91
<b>FIGURA 60:</b> ARMADO DE CORREA TECHO .....	92
<b>FIGURA 61:</b> SOLDADURA DE VIGA 1V5. ....	94

<b>FIGURA 62:</b> SOLDADURA DE CORREA TECHO T4 .....	95
<b>FIGURA 63:</b> INSPECCIÓN DIMENSIONAL DE COLUMNA .....	96
<b>FIGURA 64:</b> INSPECCIÓN DIMENSIONAL DE CATETO DE SOLDADURA.....	96
<b>FIGURA 65:</b> ENDEREZADO DE PLANCHA POR CALENTAMIENTO .....	97
<b>FIGURA 66:</b> FALTA CORDÓN DE SOLDADURA .....	98
<b>FIGURA 67:</b> INSPECCIÓN POR TINTES PENETRANTES.....	98
<b>FIGURA 68:</b> GALGA CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.....	99
<b>FIGURA 69:</b> PROTOCOLO DE INSPECCIÓN VISUAL Y DIMENSIONAL DE SOLDADURA ....	101
<b>FIGURA 70:</b> PROTOCOLO DE INSPECCIÓN VISUAL Y DIMENSIONAL DE SOLDADURA ....	102
<b>FIGURA 71:</b> CRONOGRAMA FINAL DEL PROYECTO A 50 DÍAS.....	108
<b>FIGURA 72:</b> WPQ GMAW JUNIOR COLAN .....	114
<b>FIGURA 73:</b> WPQ GMAW JUNIOR COLAN .....	115
<b>FIGURA 74:</b> FORMATO DE CHARLAS, TEMA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS .....	116

## LISTADO DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b> PROPIEDADES MECÁNICAS DE ELECTRODO SMAW.....	21
<b>TABLA 2:</b> ESQUEMA DE POSICIONES DE ELECTRODO SAMW.....	22
<b>TABLA 3:</b> ESQUEMA DE RECUBRIMIENTO DE ELECTRODO SMAW.....	23
<b>TABLA 4:</b> PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ALAMBRE SÓLIDO.....	26
<b>TABLA 5</b> CLASIFICACIÓN DE ELECTRODOS GTAW.....	30
<b>TABLA 6:</b> CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DE INSPECCIÓN VISUAL SEGÚN TABLA 8.1 DEL AWS D1.1.....	68
<b>TABLA 7:</b> CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DE INSPECCIÓN SEGÚN TABLA 10.15 DEL AWS D1.1.....	70
<b>TABLA 8:</b> CRITERIO DE ACEPTACIÓN PARA PERFILES DE SOLDADURA SEGÚN TABLA 7.8 DEL AWS D1.1 .....	72
<b>TABLA 9:</b> CRITERIOS DE ACEPTACIÓN PARA PERFILES DE SOLDADURA SEGÚN TABLA 7.9 DEL AWS D1.1 .....	73
<b>TABLA 10:</b> PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN Y PRUEBAS .....	77

## RESUMEN

El presente trabajo consta de tres capítulos, como objetivo principal la mejora de la eficiencia de los procesos de soldabilidad en la fabricación de estructuras metálicas para la construcción de módulos prefabricados en la empresa Alquimodul S.A.C, logrando con este proyecto la elaboración de un plan de calidad para la soldabilidad de estructuras metálicas e implementación de un sistema de control de calidad en los procesos de soldadura ejecutados por la empresa ALQUIMODUL SAC, este plan de calidad se respalda en lineamientos de las normas internacionales como la ISO 9001, AWS,ASTM, etc.

Con este plan de calidad se pretende minimizar y/o eliminar el porcentaje de no conformidad en los procesos de soldabilidad, logrando la satisfacción del cliente, por ello se establece pautas e instructivos en todos los frentes de trabajo desde que inicia el proyecto, hasta la finalización, realizando un debido seguimiento en cada proceso.

Para tal efecto se plantea en el presente trabajo la elaboración de procedimientos de inspección para el control de calidad para uniones soldadas, proyección de los frentes de trabajo a través de un plan de puntos de inspección que resumirá todas las actividades de inspección en toda la fabricación de estructuras metálicas para el módulo prefabricado, además que servirá para la proyección de elaboración de WPS, PQR y WPQ y ejecución de los ensayos no destructivos (END) los cuales se establecerán en los protocolos de liberación de calidad.

Por último, se establece la manera de elaborar un dossier de calidad el cual contendrá todos los documentos de proyecto, protocolos de liberación y planos AS – BUILT como entregable final del proyecto.

## INTRODUCCIÓN

La industria de construcción de módulos prefabricados en el Perú, ha ido creciendo e implementándose de manera prospera, el uso de estructuras metálicas soldadas en la elaboración de módulos prefabricados constituye un proceso de fabricación con el cual se puede elaborar módulos habitacionales, módulos oficinas y almacenes industriales, mismas que poseen una gran ventaja en comparación de edificaciones con concretos tales como: tiempos reducidos en la ejecución del proyecto, soluciones más económicas, alta resistencia del acero por unidad de peso, entre otras. También es importante por la generación de puestos de trabajo, tanto para profesionales y técnicos involucrados en el rubro de manera directa e indirecta.

El proceso de soldadura es ampliamente utilizado en las industrias de construcción de módulos prefabricados, debido que es la única forma de realizar unión de dos metales permanente, para ello se utiliza procesos de soldadura los cuales requieren un exhaustivo seguimiento de control de calidad para el cumplimiento de estándares fijados en la normas y códigos que tiene como objetivo mejorar la calidad, reducir el tiempo y costos.

Con este trabajo se pretende que sirva como guía para los siguientes proyectos que involucra la creación de un plan de calidad para soldar estructuras metálicas a fin de que ya se tenga proyectado todos los frentes de trabajo a través de la elaboración de un plan de puntos de inspección.

En el primer capítulo se presenta datos de la empresa, delimitación temporal y espacial del presente trabajo donde se elaboró, seguidamente por los objetivos principales del presente trabajo.

En el segundo capítulo. Se muestra los antecedentes del presente trabajo, seguidamente por el marco teórico correspondientes al control de calidad de estructuras metálicas, definiciones de soldadura y métodos como inspeccionar soldadura y las normas internacionales que regulan dicho proceso, que nos ayudaran a decidir mejor a la hora de inspeccionar un elemento soldado.

En el tercer capítulo se muestra el problema cuando no hay un plan de calidad, las consecuencias que traería no tener un plan de calidad para soldar estructuras metálicas por lo que se plantea la solución del problema, indicando la elaboración de un plan de calidad para la soldabilidad de estructuras metálicas lo cual nos ayudara a la proyección de todas las tareas mediante un plan de puntos de inspección y ensayos basados en las normas internacionales que nos ayudaran a regular este proceso, por último, se presenta los resultados y conclusiones obtenidos al elaborar un plan de calidad para la soldabilidad de estructuras metálicas en el proyecto de “Construcción de un módulo prefabricado de dos niveles para uso de Testigoteca”.

# **CAPITULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 EMPRESA**

ALQUIMODUL S.A.C es una empresa peruana especializada en el sector de la construcción modular. Forma parte de un grupo transnacional que integra diversas compañías industriales y de servicios. Se fundo en el año 2013 como empresa de construcción modular y ya en la actualidad es una de las principales empresas del sector a nivel nacional que realiza fabricación y montaje de módulos prefabricados.

### **1.2 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO**

#### **1.2.1 Espacial**

El presente trabajo de suficiencia profesional, “Plan de calidad para la soldabilidad de estructuras metálicas con la finalidad de evitar rechazos y no conformidades en la fabricación de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca”, se ejecutó en las instalaciones de la planta de fabricación de ALQUIMODUL S.A.C, que se encuentra ubicado en Lurín: Ramon castilla Mz. G – 31 Ex Fundo las Salinas (Altura km 37.5 antigua panamericana sur)

#### **1.2.2 Temporal**

El trabajo comprende el periodo de agosto 2021 a diciembre 2021.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo 1:**

- Elaborar un Plan de Calidad para mejorar la eficiencia de los procesos de soldabilidad en estructuras metálicas con la finalidad de evitar rechazos y no conformidades en la fabricación de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.



### 1.3.2 **Objetivo 2**

- Elaborar un Plan de Calidad de soldabilidad para reducir los tiempos y costos en la fabricación de estructuras metálicas, de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.

### 1.3.3 **Objetivo 3**

- Elaborar un Plan de Calidad de soldabilidad para incrementar las competencias del personal y mejorar los criterios de inspección de soldadura, en la fabricación de estructuras metálicas, de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.

### 1.3.4 **Objetivo 4**

- Elaborar un Plan de Calidad de soldabilidad para programar y revisar las inspecciones o pruebas de calidad en los distintos frentes de trabajo en la fabricación de estructuras metálicas, de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

#### 2.1.1 Antecedentes Nacionales

(Barrera Campos, 2018) “**Implementación de un plan de calidad para obras metal mecánicas en la empresa VYP ICE S.A.C.**” para optar el título profesional de: **Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional del Centro del Perú – Huancayo – Perú**, En esta tesis se explica la aplicación de un plan de calidad para obras metalmeccánica aumento de manera eficaz y competitiva con respecto a otras empresas de tal manera que hizo que la empresa VYP ICE SAC realice trabajos de alta calidad, logrando implementar un área netamente de supervisión de calidad de soldadura que se encarga de realizar las inspecciones visuales como también ensayos no destructivos logrando disminuir las discontinuidades en la fabricación, por tanto con esta implementación de un plan de control de calidad para obras metalmeccánica la empresa VYP ICE S.A.C. mejoro su competitividad frente a otras empresas del mismo rubro. Conclusiones, una de los resultados mas importantes que se obtuvo con esta tesis fue que la implementación de un plan de calidad significo una gran mejora en el producto final de obras metalmeccánica elevando el nivel de competitiva en la empresa VYP ICE S.A.C.

(Guitierrez Chuquispuma, 2017) “**Aplicación de la norma AWS D1.1 en la inspección de soldaduras en las uniones de las estructuras metálicas, del proyecto de ampliación de la refinería de talara**” para optar el título profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur – Lima – Perú**, En esta tesis se muestra la importancia de inspeccionar trabajos metalmeccánicos basados en los lineamientos que nos dan las normativas internaciones como el AWS y ASME, para así reducir considerablemente fallas y errores en el momento de fabricación, teniendo en cuenta que esta normativa internacional nos brinda consideraciones para la aceptaciones y rechazos de trabajos

relacionados a la fabricación de estructuras metálicas. Por ello el autor de esta tesis se basa para inspeccionar la fabricación de estructuras metálicas del proyecto de ampliación de la refinería de talara en las normativas internacionales AWS y ASME apoyándose en los lineamientos que ofrecen estas normativas para que la inspección sea más eficaz reduciendo así errores posteriores a la fabricación y como tal asegurándose de la calidad de todo el proyecto plasmándolo en formatos de inspección de calidad. Conclusiones, el autor de la tesis concluye que con la aplicación del código internacional AWS D1. 1 edición 2010, en la fabricación de estructuras metálicas para el proyecto ampliación de la refinería de talara se logró mejorar la calidad en la fabricación de uniones soldadas, en la realización de ensayos no destructivos.

#### 2.1.2 Antecedentes internacionales

(Caisaguano Vega, 2013) ***“Desarrollo de procedimientos de soldaduras, Calificación de Soldadores y Control de Calidad de Estructuras Soldadas de acuerdo con AWS D1.1 2010”*** para optar el título de **Ingeniero Mecánico. Universidad Católica del Ecuador de Quito. Quito – Ecuador**, Este trabajo de tesis tiene como objetivo estudiar y seguir lineamientos de la normativa AWS D1.1 2010, en la inspección, calificación de soldadores y procedimientos de soldadura que esta normativa explica, como también seguir los lineamientos de esta normativa al aplicar la inspección por ensayos no destructivos como inspección visual de soldadura, inspección de ensayo de tintes penetrantes, inspección de ensayo de partículas magnéticas e inspección de ensayo de ultra sonido, así este trabajo será utilizado para proyectos que requieran la aplicación de esta normativa internacional. Conclusiones, el autor de esta tesis concluye que al desarrollar una metodología para una adecuada comprensión del código AWS D1.1 2010, se pueda tener los criterios de aceptación y rechazo en la inspección de uniones soldadas tanto en inspecciones visuales como también en inspecciones por ensayos no destructivos, se pueda también elaborar los procedimientos de calificación de soldadores siguiendo los lineamientos del código AWS D1.1 2010.

(Baros, 2007) **“Mejoramiento del proceso de Inspección técnica en soldadura para la empresa INGENIERÍA APLICADA” para optar el título profesional de: Ingeniero Mecánico. Universidad Politécnica Nacional. Quito – Ecuador**, En esta tesis se muestra la forma de aplicar un proceso de inspección técnica basada en los requerimientos de la Norma ISO 9001.2000, realizando un diagnóstico de los requisitos de la norma y luego plantear las estrategias requeridas para la inspección en soldadura para la empresa INGENIERIA APLICADA. Conclusiones, el autor de esta tesis concluye que al seguir los lineamientos de la norma ISO 9001.2000 se logra la implementación de un sistema de gestión de calidad, elaborando indicadores para medir el desempeño de todos los procesos ejecutados en la empresa INGENIERIA APLICADA.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 Concepto de Calidad**

“Según la normativa ISO 9000 nos dice que la calidad es el grado en que un conjunto de características inherentes, cumplen con requisitos establecidos”. (ISO 9000, 2015, pág. 19)

Donde se concluye que la calidad de un determinado conjunto de características debe cumplir con ciertos requisitos explicados en un procedimiento de ese mismo conjunto.

### **2.2.2 Control de calidad**

“El control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el cliente”. (Cusiyupanqui Chicchon, 2003)

El control de calidad tiene como objetivo principal evitar reprocesos tanto en la fabricación como también en el montaje, llevando un control operacional de inicio a fin, en los procesos de fabricación de módulos prefabricados, etc. Además de información documentaria como protocolos, formatos de soldadura, dossier de calidad, brindando capacitación al

personal operativo y verificación en campo del control dimensional, control visual de soldadura, ensayos no destructivos de los elementos fabricados. (Flores Cipriano , 2019)

### **2.2.3 Plan de calidad**

Según la ISO 9000 nos dice que es un documento que especifica los requisitos de los procedimientos (forma específica de llevar a cabo una actividad) y recursos asociados a aplicar, quien debe aplicarlos y cuando deben aplicarse a un proyecto o proceso. (ISO 9000, 2015, pág. 25)

### **2.2.4 Plan de Puntos de Inspección (PPI)**

Es un formato que se utiliza para proyectar actividades de inspección que se desea controlar, se coloca las tareas de inspección a realizar en todo el proyecto, como también las responsabilidades de las personas a contralar dicha tarea, estas personas firmaran la inspección de dichas tareas en los formatos de liberación para dejar constancia de que se a realizado correctamente. (Barrera Campos, 2018)

### **2.2.5 Protocolos o Registro de Control de Calidad**

La normativa de calidad ISO 9000 – 2015 define como “Documento que representa resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades realizadas”. (ISO 9000, 2015)

Entonces el objetivo de la realización de protocolos o registros de control de calidad en la inspección de soldadura es evidenciar mediante dichos formatos de liberación que la estructura que se está fabricando cumple con las especificaciones que se dan inicialmente en el Plan de Calidad como también en los procedimientos de inspección de calidad. Los protocolos o formatos de calidad no solo se utilizan para la conformidad de lo inspeccionado también se utiliza para evidenciar alguna no conformidad en el proceso de inspección de soldadura.

### 2.2.6 Indicadores de calidad

Los indicadores de calidad vendrían a ser los instrumentos de medición que se emplean para evaluar la calidad de los procesos o determinar el nivel de cumplimiento de los objetivos de una determinada actividad para asegurar la satisfacción de los clientes. (ISOTools EXCELLENCE, 2015)

### 2.2.7 Normativa ISO 9001

“Normativa internacional publicada por la ISO (International Organization for Standardization), especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad cuando una organización necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que satisfagan a los clientes”. (Santillan , 2020)

“Esta normativa requiere que la empresa documente todo lo que hace. Esta documentación se divide en 4 pasos”. (Santillan , 2020)

**2.2.7.1 Manual de Calidad:** “Describe en líneas generales el sistema de aseguramiento de calidad.” (Santillan , 2020)

**2.2.7.2 Procedimientos:** “Los procedimientos describe lo que se hace, como se hace, cuando se hace, porque se hace.” (Santillan , 2020)

**2.2.7.3 Instrucciones de trabajo:** “Las instrucciones de trabajo describen los requisitos de una actuación específica de una tarea o puesto de trabajo.” (Santillan , 2020)

**2.2.7.4 Registros:** “Los registros son aquellos documentos que prueban que nuestro sistema esta realizando lo provisto en los procedimientos, incluyen especificaciones técnicas, planos entre otros.” (Santillan , 2020)

## 2.2.8 **Aplicación de la ISO 9001 para soldar estructuras metálicas.**

**2.2.8.1 Responsabilidades de la dirección:** La dirección de la empresa tiene un rol muy importante en la aplicación de la ISO 9001 para fabricar estructuras metálicas. Entre sus funciones es establecer la política de calidad, asegurar la disponibilidad de recursos, asegurar que se establezcan los objetivos de calidad. **(Santillan , 2020)**

**2.2.8.2 Gestión de los recursos:** “Implica la optimización de los recursos para que se disponga de lo necesario para así garantizar la eficacia con el producto fabricado. Entre los recursos disponibles tenemos”.

- Personas capaces para el desarrollo de los procesos.
- Equipos y maquinas con la tecnología apropiada.
- Materias primas, consumibles y repuestos.
- Equipos informáticos en oficina.
- Proveedores.
- Mantenimiento de maquinarias.
- Soldadores homologados.

(Santillan , 2020)

**2.2.8.3 Realización del producto:** La ejecución del producto a fabricar debe llevarse a cabo mediante procesos planificados previamente como garantía que no se va a fabricar incertidumbres. Dichos procesos deberán estar alineados bajo especificaciones técnicas, recursos necesarios, entre otros. **(Santillan , 2020)**

**2.2.8.3.1 Calibración de instrumentos:** Principales requisitos en cuanto a control de equipos de medición según 7.1.5 de la ISO 9001 – 2015.

- Calibrarse o verificarse, o ambos, a intervalos especificados o antes de su utilización,

comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición internacionales o nacionales.

- Estar identificado para poder determinar su estado de calibración.
- Protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición.
- Protegerse contra los daños y deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.

(Santillan , 2020)

#### **2.2.9 Norma AWS D1.1 (American Welding Society)**

“Este código cubre los requisitos de soldadura para cualquier tipo de estructura soldada realizada con aceros al carbono y de baja aleación utilizados comúnmente en la construcción”. (AWS D1.1 , 2020)

El código se desarrolló específicamente para estructuras de acero soldadas que utilizan aceros al carbono o de baja aleación de 1/8 pulgadas [3 mm] de espesor o más gruesos, con un límite elástico mínimo de 100 ksi [690 MPa] o menos. (AWS D1.1 , 2020)

Esta norma internacional de soldadura, tiene como finalidad asegurar la calidad de las uniones soldadas en la fabricación de estructuras metálicas con criterios de aceptación y/o rechazo, su utilización es de carácter obligatorio y son creadas por comités de profesionales de la soldadura y expertos voluntarios bajo la autoridad de American National Sanders Institute (ANSI). (Flores Cipriano , 2019)

#### **2.2.10 Norma ASTM (American Society for Testing and Materials)**

La norma ASTM conocida como Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, por sus siglas en inglés (American Society for Testing and Materials o ASTM International), es una de las organizaciones más grandes



del mundo que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una variedad de materiales, productos, sistemas y servicios. Se trata de un documento desarrollado y establecido dentro de los principios de consenso de la organización, y que cumple los requisitos de los procedimientos y regulaciones de ASTM. (La inciclopedia del acero, 2021)

### 2.2.11 Estructuras metálicas

Una estructura metálica es un conjunto de elementos unidos por procesos de ingeniería como soldadura, sistema de unión mediante pernos, etc., que su resultado final es formar un solo cuerpo que sirve como soporte para una edificación. Las estructuras metálicas son normalmente de acero (aleación de hierro (Fe) y carbono (C) cuando el porcentaje de carbono está por debajo de 2%). (Barrera Campos, 2018)

### 2.2.12 Clasificación de los materiales para fabricar estructuras metálicas

A continuación, se muestra la clasificación de los materiales según ASTM.

a) Perfiles estructurales laminados en caliente:

- “ASTM A36/A36M
- ASTM A529/A529M
- ASTM 572/A572M
- ASTM 588/A588M
- ASTM A709/A709M
- ASTM A913/A913M
- ASTM A992/A992M”

b) Tubos Estructurales:

- “ASTM A500.
- ASTM A501
- ASTM A618
- ASTM A847”

c) Planchas:

- “ASTM A36/A36M
- ASTM A242/A242M
- ASTM A283/A283M
- ASTM A514/A514M
- ASTM A529/A529M
- ASTM A572/A572M
- ASTM A588/A588M
- ASTM A709/A709M
- ASTM A852/A852M
- ASTM A1011/A1011M

d) Barras:

- “ASTM A36/A36M
- ASTM A529/A529M
- ASTM A572/A572M
- ASTM A709/A709M”

(Barrera Campos, 2018)

### 2.2.13 Soldadura

Según la sociedad americana de soldadores AWS A 3.0 que es el código de todas las definiciones relacionadas al proceso de soldadura nos indica que “La soldadura es un proceso de unión de dos metales permanentemente mediante calor con o sin necesidad de presión”. (AWS A3.0, 2020)

De acuerdo a los códigos y normas los procesos de soldadura por fusión son aquellos en los que siempre se produce la unión del metal base y del metal de aporte cuando este se emplea. Es decir, siempre existe una fase líquida formada solo por el metal base, o por la combinación de ambos (metal base y metal de aporte). (Flores Cipriano , 2019)

#### 2.2.13.1 Partes de la unión soldada:

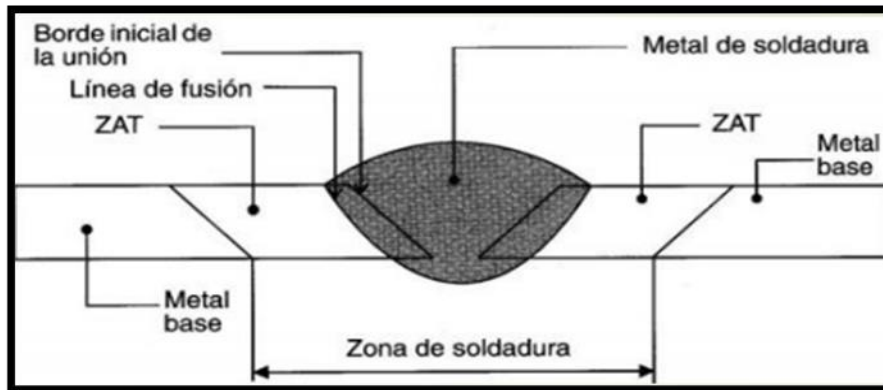
- “Metal de soldadura

- Zona afectada térmicamente
- Metal base
- Línea de fusión”

(Arce, 2020)

**FIGURA 1:**

*Esquema de partes de unión soldada*



FUENTE: (Arce, 2020)

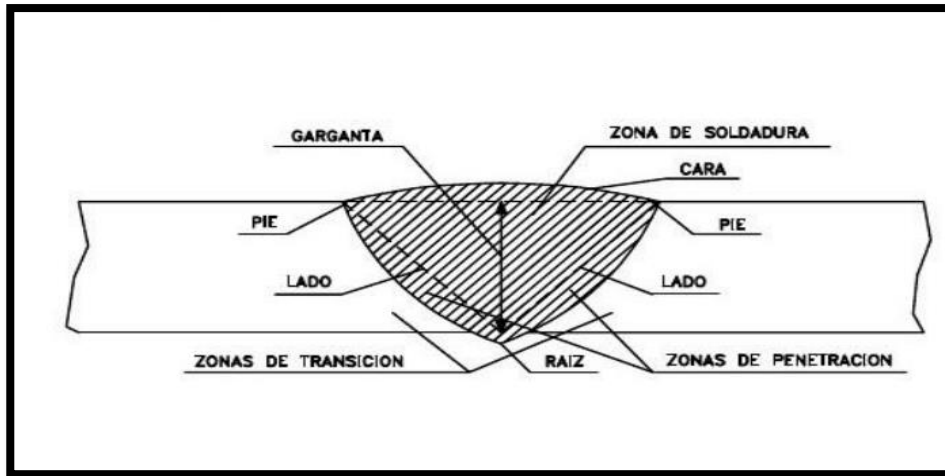
### 2.2.13.2 Componentes de una unión soldada a tope:

- “Garganta
- Zona de soldadura
- Pie
- Lado
- Cara
- Raíz
- Zona de transición
- Zona de penetración”

(Arce, 2020)

**FIGURA 2:**

*Esquema de componentes de una unión soldada a tope.*



FUENTE: (Arce, 2020)

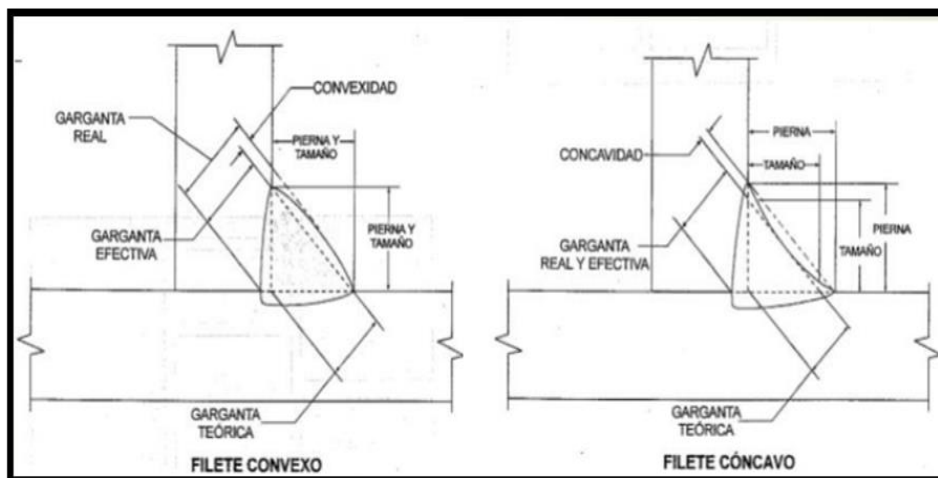
### 2.2.13.3 Componentes de una unión soldada a filete:

- “Garganta real
- Convexidad
- Concavidad
- Pierna y tamaño
- Garganta efectiva
- Garganta teórica”

(Arce, 2020)

**FIGURA 3:**

*Esquema de componentes de una unión soldada a filete.*



FUENTE: (Arce, 2020)

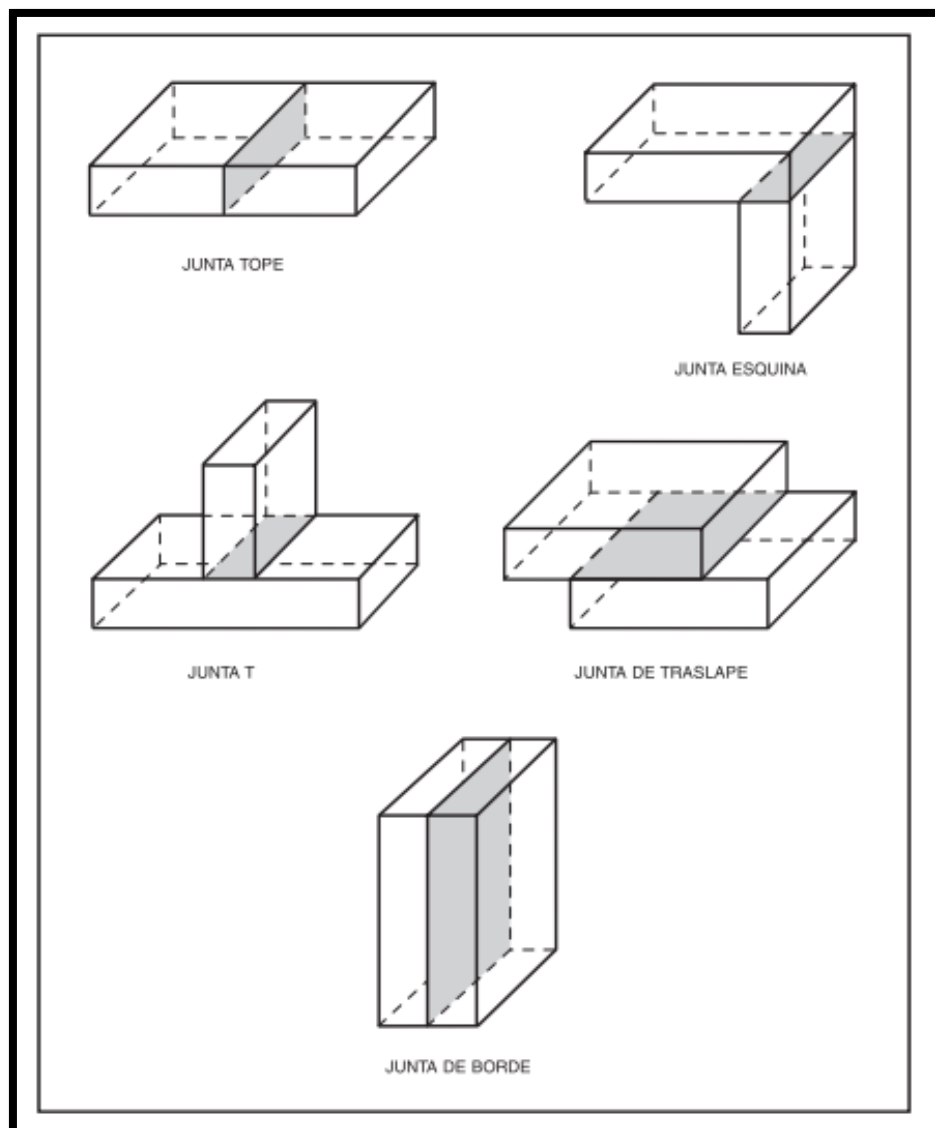
#### 2.2.13.4 Tipos de uniones de soldadura

- “A tope
  - En T
  - Solape
  - Borde
  - Esquina”
- (Arce, 2020)

A continuación, se ilustra los tipos de uniones soldadas:

**FIGURA 4:**

*Esquema de tipos de uniones soldadas.*



FUENTE: (AWS D2.4, 2012)

### 2.2.14 Simbología de la soldadura

El símbolo de soldadura está constituido por varios elementos. La línea de referencia y la flecha son los únicos elementos requeridos. Pueden incluirse elementos adicionales para facilitar información de soldeo específica. Alternativamente, la información del soldeo puede ser facilitada por otros medios tales como notas o detalles en planos, especificaciones, normas, códigos u otros planos que eliminen la necesidad de incluir los elementos correspondientes en el símbolo de soldeo. (AWS D2.4, 2012)

La figura 5 muestra la simbología de soldadura:

**FIGURA 5:**

*Esquema de simbología de soldadura*

BISEL							
BORDES RECTOS	EMPALME	V	MEDIO V	U	J	ABOCINADO	MEDIO ABOCINADO

**FUENTE:** (AWS D2.4, 2012)

**FIGURA 6:**

*Esquema de simbología de soldadura.*

FILETE	TAPON	CANAL	ESPARRAGO	PUNTO O PROYECCIÓN	COSTURA	RESPALDO	RECUBRIMIENTO	BORDE

**FUENTE:** (AWS D2.4, 2012)

**FIGURA 7:**

*Esquema de simbología de soldadura suplementarios.*

SOLDADURA TODO ALREDEDOR	SOLDADURA DE CAMPO	EXCESO DE PENETRACIÓN	INSERTO CONSUMIBLE (CUADRADO)	RESPALDO (RECTÁNGULO)	SEPARADOR (RECTÁNGULO)	CONTORNO		
						RASO O PLANO	CONVEXO	CONCAVO

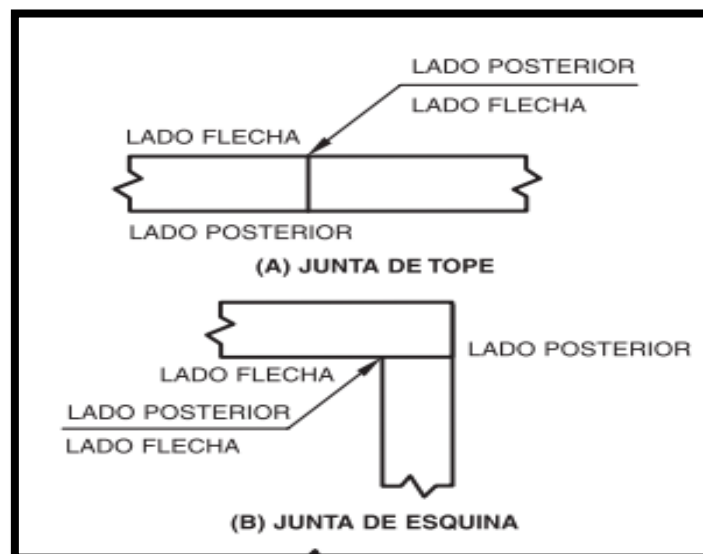
**FUENTE:** (AWS D2.4, 2012)

### 2.2.15 Significado de la posición de la flecha.

La normativa AWS A2.4 nos da lineamientos para identificar lo que indica la flecha en un plano de fabricación de soldadura, entonces se interpretará de la siguiente forma; la información aplicada al lado de la flecha de una unión se situará por debajo de la línea de referencia. La información aplicable al otro lado de una unión se situará por encima de la línea de referencia. (AWS D2.4, 2012)

**FIGURA 8:**

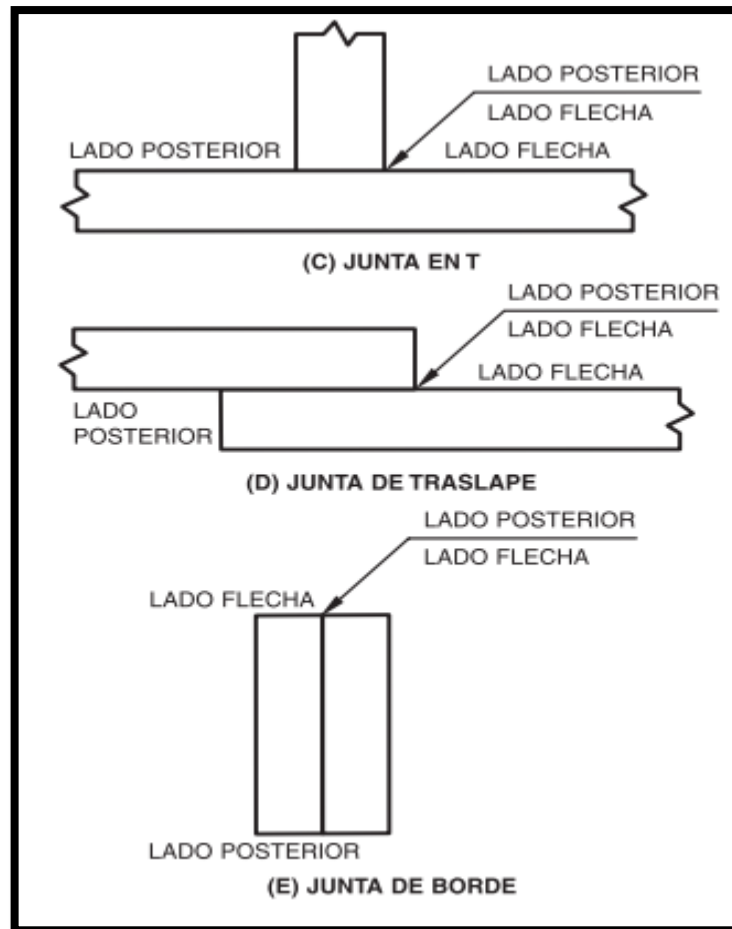
*Esquema de posición de flecha de soldadura.*



**FUENTE:** (AWS D2.4, 2012)

**FIGURA 9:**

*Esquema de significado de la flecha de soldadura.*



FUENTE: (AWS D2.4, 2012)

### 2.2.16 Elementos de la simbología de la soldadura

Se observa que la simbología de la soldadura puede incluir los siguientes elementos:

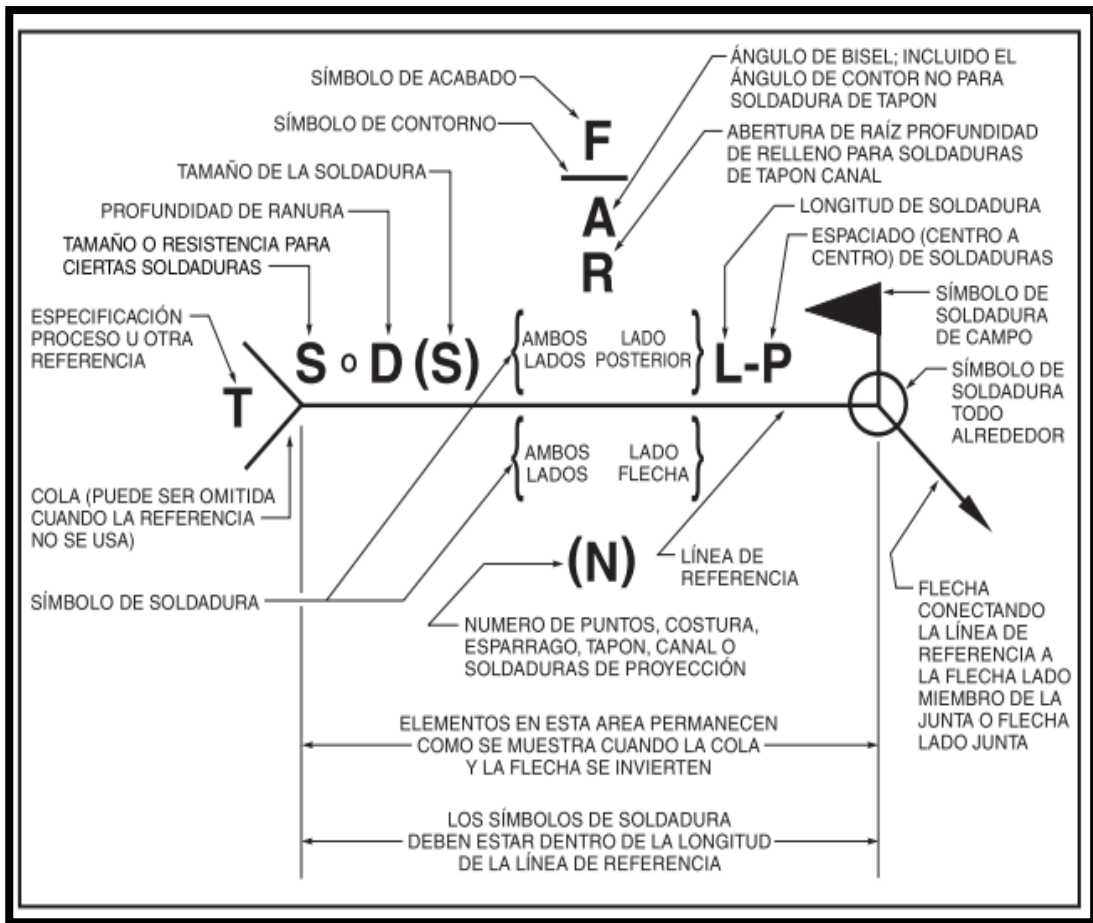
- Línea de referencia (elemento indispensable)
- Flecha (elemento indispensable)
- Cola
- Símbolo básico de soldadura
- Dimensiones y otras informaciones
- Símbolos suplementarios
- Especificaciones, procesos u otras referencias.

(AWS D2.4, 2012)



**FIGURA 10:**

*Esquema de la simbología de soldadura.*



**FUENTE:** (AWS D2.4, 2012)

### 2.2.17 Procesos de soldadura

De acuerdo al AWS, una soldadura es, “una coalescencia localizada de metales o no metales producida tanto por calentamiento de los metales a la temperatura de soldadura, con o sin aplicación de presión solamente y con o sin uso de material de aporte” Coalescencia significa “unidos entre sí”. (AWS A3.0, 2020)

### 2.2.18 Proceso de soldadura SMAW (Soldadura por Arco con Electrodo Revestido)

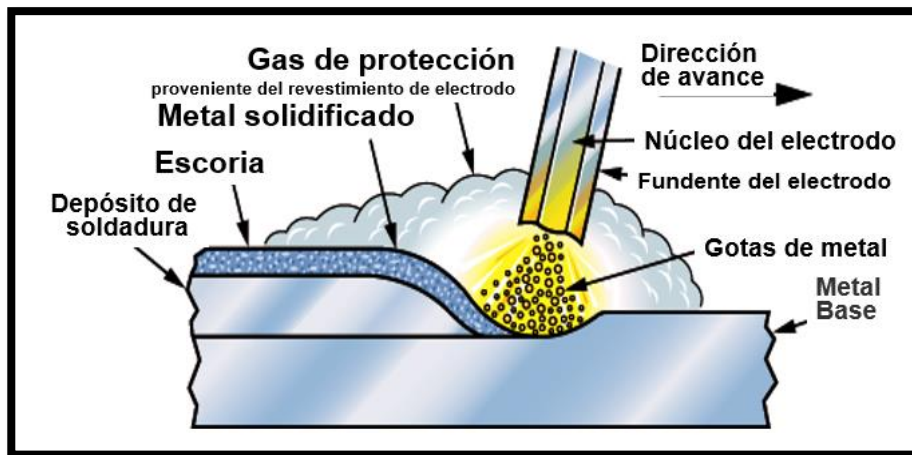
“Este proceso por arco con electrodo revestido, utiliza un arco entre un electrodo revestido y el charco de soldadura. El proceso se utiliza con protección proveniente de la descomposición del electrodo sin aplicación de presión”. (AWS A3.0, 2020)

El electrodo para proceso SMAW, tiene un núcleo de metal sólido revestido por una mezcla de compuestos minerales y metálicos. Dicha composición del revestimiento depende del tipo de electrodo y también de la polaridad de soldadura. Algunas funciones del revestimiento son: la protección de la soldadura fundida, brindar una acción de fluido para eliminar las impurezas del depósito de soldadura. (Vargas Triveño, 2017)

La figura muestra el esquema general del proceso SMAW (Soldadura de Metal por Arco Sumergido).

**FIGURA 11:**

*Esquema de componentes de soldadura SMAW.*



**FUENTE:** (SOLDEXA, 2017)

### 2.2.18.1 Ventajas de soldadura SMAW

- El equipo es relativamente simple, portátil y económico.
- La protección del metal de aporte y del charco de soldadura está incluida en el electrodo revestido.
- No requiere del suministro externo de un gas de protección o fundente granular.
- Es menos sensible a las corrientes de aire que los procesos que requieren de protección con gas.
- Puede ser utilizado en áreas de acceso limitado.
- Para la mayoría de las aleaciones comerciales existe disponibilidad de electrodos.

(Arce, 2020)

### 2.2.18.2 Limitaciones de soldadura SMAW

- El operador requiere de una mayor habilidad que en los procesos de alambre.
- La aplicación es más lenta que los procesos de alambre.
- Se requiere de mayor tiempo de limpieza para los cordones.
- El electrodo revestido tiene la eficiencia más baja.

(Arce, 2020)

#### FIGURA 12:

*Esquema de eficiencia de electrodo SMAW.*



FUENTE: (SOLDEXA, 2017)

### 2.2.19 Sistema de Identificación de electrodo SMAW.

Se establece que para electrodo la identificación consiste de una “E”, seguida por cuatro o cinco dígitos. Los primeros dos o tres números se refieren a la mínima resistencia a la tracción del metal de soldadura depositado. Esos números expresan la resistencia mínima a la tracción en miles de libras por pulgada cuadrada. Por ejemplo, “70” significa que la

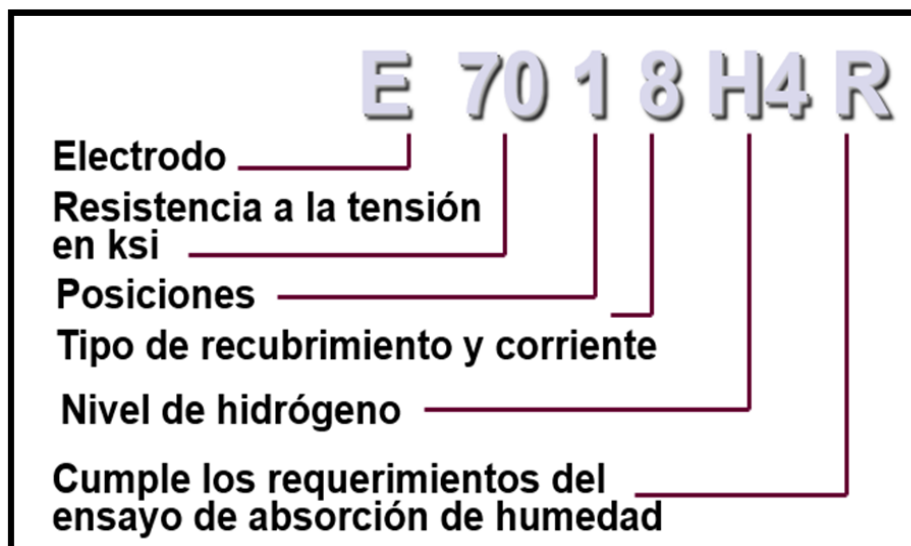
resistencia del metal soldadura depositado es al menos 70000 psi. (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burroni, 1999)

Los números siguientes se refieren a las posiciones en las cuales el electrodo puede ser usado. Una “1” indica un electrodo que es apto para ser usado en cualquier posición. Un “2” indica que el metal fundido es tan fluido que el electrodo sólo puede ser usado en las posiciones plana o filete horizontal. Un “4” significa que el electrodo es apto para soldar en progresión descendente. El número “3” no está asignado. (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burroni, 1999)

El último número describe otras características que son determinadas por la composición del revestimiento presente en el electrodo. Este recubrimiento determinará las características de operación y corriente eléctrica recomendada: AC (corriente alterna), DCEP (corriente continua, electrodo positivo), DCEN (corriente continua, electrodo negativo). (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burroni, 1999)

**FIGURA 13:**

*Esquema de clasificación de electrodo SMAW.*



**FUENTE:** (SOLDEXA, 2017)

**TABLA 1:**

*Propiedades mecánicas de electrodo SMAW.*

Clasificación AWS	Valores mínimos	
	Resistencia a la tensión (lb/pulg <sup>2</sup> )	Límite de cedencia (lb/pulg <sup>2</sup> )
E60XX	62,000	50,000
E70XX	70,000	57,000
E80XX	80,000	67,000
E90XX	90,000	77,000
E100XX	100,000	87,000
E110XX <sup>a</sup>	110,000	95,000
E120XX <sup>a</sup>	120,000	107,000

a. En este tipo de electrodos se utiliza recubrimiento tipo bajo hidrógeno únicamente

FUENTE: (SOLDEXA, 2017)

**TABLA 2:**

*Esquema de posiciones de electrodo SAMW.*

Clasificación	Posiciones
EXX1X	Plano, horizontal, vertical, sobrecabeza
EXX2X	Plano, horizontal (filete)
EXX4X	Plano, horizontal, vertical descendente, sobrecabeza

FUENTE: (SOLDEXA, 2017)



**TABLA 3:***Esquema de recubrimiento de electrodo SMAW.*

	Recubrimiento	Tipo de corriente	Penetración
EXXX0	Celulósico, Sodio	DCEP	Profunda
EXX20	Oxido de hierro, Sodio	DCEN, DCEP, AC	Media
EXXX1	Celulósico, Potasio	AC, DCEP	Profunda
EXXX2	Rutilico, Sodio	AC, DCEN	Media
EXXX3	Rutilico, Potasio	AC, DCEP, DCEN	Ligera
EXXX4	Rutilico, Polvo de hierro	AC, DCEP, DCEN	Ligera
EXXX5	Bajo hidrógeno, Sodio	DCEP	Media
EXXX6	Bajo hidrógeno, Potasio	AC, DCEP	Media
EXXX7	Oxido de hierro, Polvo de hierro	AC, DCEP, DCEN	Media
EXXX8	Bajo hidrógeno, Polvo de hierro	AC, DCEP	Media
EXXX9	Oxido de hierro, Rutilico, Potasio	AC, DCEP, DCEN	Media

FUENTE: (SOLDEXA, 2017)

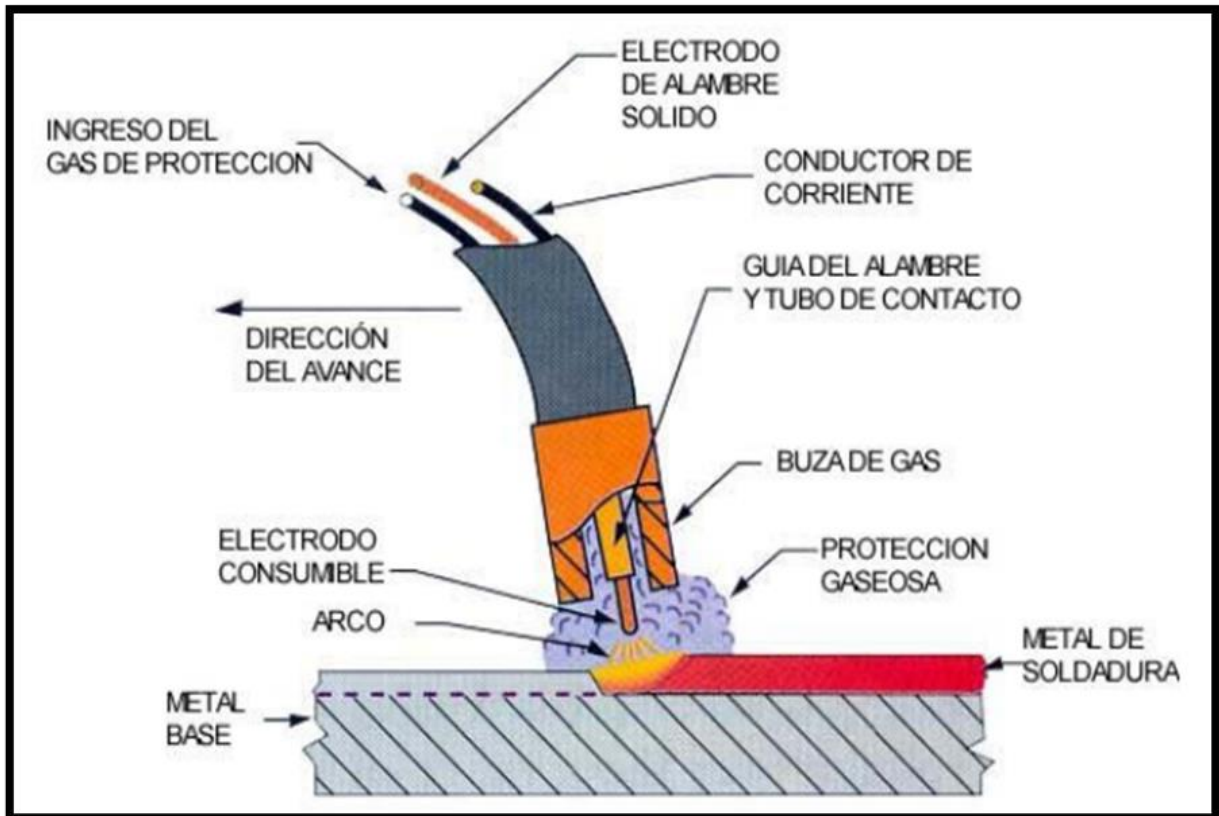
### 2.2.20 Proceso de soldadura GMAW (Soldadura con alambre continuo protegido con gas)

La soldadura por el proceso GMAW, es una soldadura por arco el cual se da mediante un electrodo metálico continuo de aporte y el metal base. La protección se obtiene mediante un gas suministrado externamente y no hay la necesidad de aplicar presión. Este proceso es conocido también como MIG (Metal Inert Gas) o MAG (Metal Active Gas), y esto depende si se emplea protección con gases inertes o activos. (Canga Ortiz & Beltran Ramirez, 2019)

En el proceso de soldadura GMAW se utiliza un alambre continuo, solido y desnudo, y al no haber revestimiento como en el caso del proceso SMAW, no se forma una capa de escoria sino una película vítrea delgada. El metal depositado y los aleantes son suministrados completamente por el metal de aporte y al no haber agentes limpiadores ni fundentes, se requiere cuidados y limpieza adecuados para obtener soldaduras libres de poros y otras discontinuidades. (Canga Ortiz & Beltran Ramirez, 2019)

**FIGURA 14:**

*Esquema de componentes de soldadura GMAW.*



**FUENTE:** (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

#### **2.2.20.1 Ventajas de soldadura GMAW**

- Las operaciones de soldadura pueden hacerse en todas las posiciones.
  - No requiere la remoción de escoria.
  - La velocidad de depósito es relativamente elevada.
  - Tiempos totales de terminación de soldadura de aproximadamente la mitad de aquellos obtenidos con electrodo recubierto (SMAW).
  - Alta calidad de las uniones soldadas.
- (Arce, 2020)

#### **2.2.20.2 Limitaciones de soldadura GMAW**

- El equipo para GMAW es más complejo y costoso y menos portable que el utilizado en SMAW.

- Es difícil de utilizar en juntas de difícil llegada.
- La velocidad de enfriamiento es mayor que en los procesos con escoria abundante. La alta velocidad si se aplica mal el corto circuito, puede producirse fusión incompleta.

(Arce, 2020)

#### 2.2.21 **Sistema de Identificación de electrodo GMAW.**

Los electrodos usados en este proceso son alambres solidos que se preveen en bobinas o rollos de distintos tamaños. Como el caso de soldadura por arco revestido, hay un método de identificación de los electrodos de soldadura por arco con alambre y protección gaseosa aprobado por el AWS. Se distinguen por las letras “ER” seguidas por dos o tres números, la letra “S”, un guion, y finalmente otro número. (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

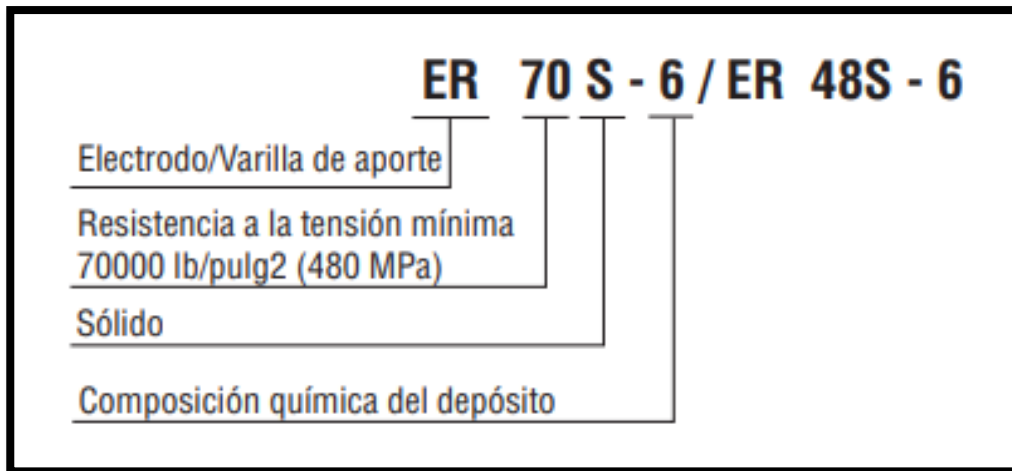
“ER” designa al alambre que a la vez es electrodo y varilla, esto significa que puede conducir electricidad (electrodo), o simplemente ser usado como metal de aporte (varilla) cuando es usado con otro proceso de soldadura. Los próximos dos o tres números expresan la mínima resistencia a la tracción del depósito depósito de metal de soldadura en miles de libras por pulgada al cuadrado. (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

“La letra “S” expresa que se trata de un alambre sólido. Finalmente, el numero luego del guion se refiere a la composición química particular del electrodo”. (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)



**FIGURA 15:**

*Esquema de clasificación de electrodo GMAW.*



**FUENTE:** (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

**Tabla 4:**

*Propiedades mecánicas del alambre sólido.*

Clasificación AWS	Gas de protección	Resistencia a la tensión KSI (MPa)	Límite elástico KSI (MPa)	% Elongación mínimo en 2 Pulgs.	Resistencia al impacto mínimo en Joules a °C
ER70S-2	CO <sub>2</sub>	70(480)	58(400)	22	27 a - 30°C
ER70S-3	CO <sub>2</sub>	70(480)	58(400)	22	27 a - 20°C
ER70S-4	CO <sub>2</sub>	70(480)	58(400)	22	---
ER70S-6	CO <sub>2</sub>	70(480)	58(400)	22	27 a - 30°C
ER70S-7	CO <sub>2</sub>	70(480)	58(400)	22	27 a - 30°C

**FUENTE:** (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

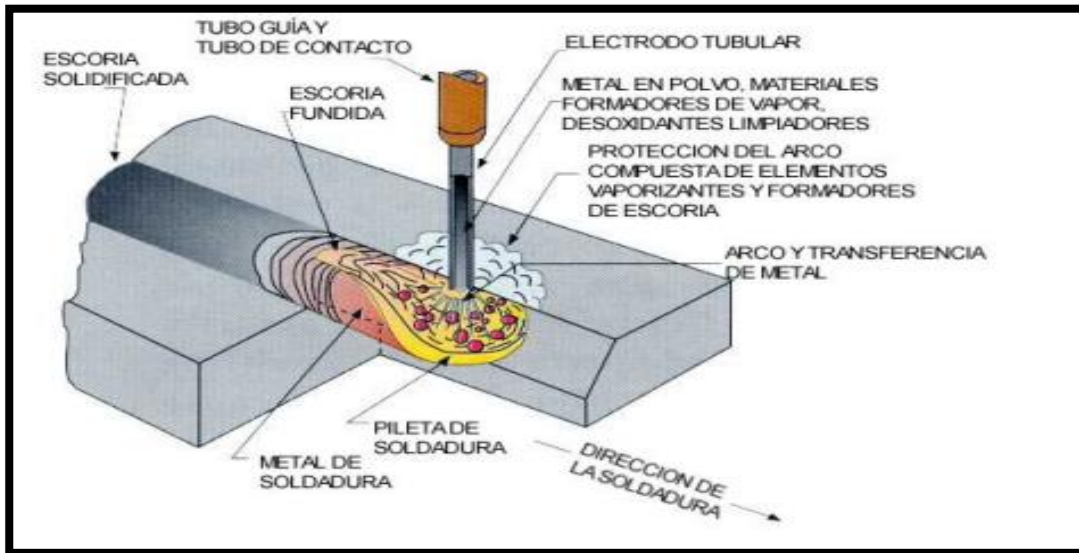
### 2.2.22 Proceso de soldadura FCAW (Soldadura por Arco Eléctrico con Núcleo Fundente)

El proceso de soldadura FCAW esta diseñado para el acero al carbono, acero inoxidable y acero de baja aleación. Involucra la generación del arco entre un electrodo alimentado continuamente y el pozo de soldadura. El gas protector es brindado del electrodo tubular. Sin embargo, se puede brindar un gas protector externamente que simplemente aumentaría los elementos centrales del electrodo para evitar la

contaminación atmosférica del metal fundido. Normalmente este proceso de soldadura FCAW es semiautomático. (Vargas Triveño, 2017)

**FIGURA 16:**

*Esquema de componentes de soldadura FCAW.*



**FUENTE:** (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

#### **2.2.22.1 Ventajas de soldadura FCAW**

- El flujo puede proporcionar beneficios metalúrgicos.
- La escoria que soporta y da forma al cordón de soldadura.
- Alto ratio de deposición que otros procesos como el SMAW.
- La protección es producida en la superficie de la soldadura, lo que le hace más tolerante a ráfagas de viento.

(Arce, 2020)

#### **2.2.22.2 Limitaciones de soldadura FCAW**

- Equipo es más complejo, más costoso y menos portátil.
- La remoción de escoria es requerida entre pases.
- Cuando es empleado el método de autoprotección, se generan vapores que deben ser extraídos.

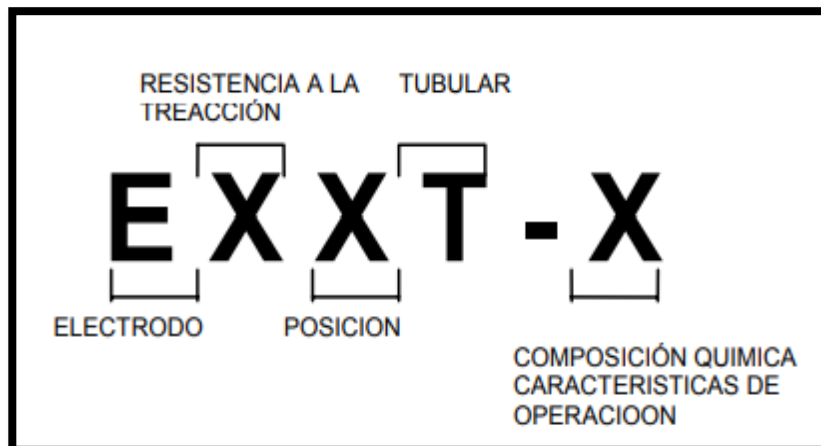
(Arce, 2020)

### 2.2.23 Sistema de identificación de electrodo FCAW

Una identificación comienza con la letra “E” lo que expresa que es un electrodo. El primer número se refiere a la mínima resistencia a la tracción del metal de soldadura depositado en diez mil libras por pulgada cuadrada. El segundo dígito será tanto “0” o “1”. Un “0” significa que el electrodo es adecuado para el uso solo en posición plana o filete horizontal, mientras que el “1” describe un electrodo que puede ser usado en cualquier posición. Siguiendo a estos números esta la letra “T”, que se refiere a un electrodo tubular. A esto sigue un guion y luego otro número que denota el grupo particular basado en la composición química del metal de soldadura, tipo de corriente, polaridad de la operación. (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

**FIGURA 17:**

*Esquema de clasificación de electrodo FCAW.*



**FUENTE:** (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

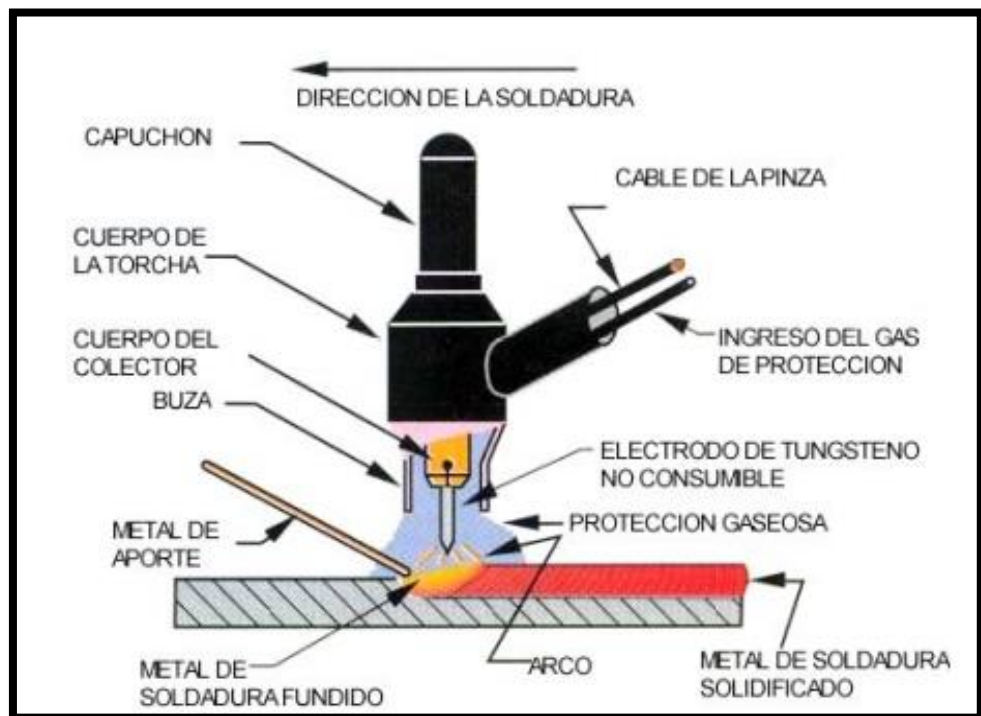
### 2.2.24 PROCESO de soldadura GTAW (Soldadura por arco con electrodo de tungsteno)

El proceso de soldadura GTAW, más conocido como soldadura (TIG Tungsten Inert Gas), consta de un electrodo de tungsteno y protección gaseosa, que da al acabado de soldadura una alta calidad de cordón y confiabilidad en las uniones soldadas. La soldadura TIG, utiliza el intenso

calor del metal base a soldar donde se podrá o no utilizar metal de aporte. El gas de protección se utiliza para contrarrestar las posibles contaminaciones de la soldadura al exponerse con el oxígeno y nitrógenos presentes en la atmosfera, el gas de protección puede ser argón o helio o una mezcla de estos dos gases. Es aplicado mayormente para metales inoxidables donde deja una alta calidad de acabado. (Flores Cipriano , 2019)

**FIGURA 18:**

*Esquema de componentes de soldadura GTAW.*



FUENTE: (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

#### 2.2.24.1 Ventajas de soldadura GTAW

- Produce soldadura de gran pureza, generalmente libre de defectos.
- Es requerida poca limpieza posterior a la soldadura.
- Permite un excelente control de la penetración del pase de raíz.
- Puede ser empleado por material de aporte o no, dependiendo de la aplicación.

(Arce, 2020)

#### 2.2.24.2 Limitaciones de soldadura GTAW

- Tiene poca tolerancia en contaminantes del metal base o material de aporte.
- Dificulta para la protección adecuada del cordón en zonas de ráfaga de viento.

(Arce, 2020)

#### 2.2.25 Sistema de identificación de electrodo GTAW

Como con los otros procesos, hay un sistema donde distintos tipos de electrodos de tungsteno pueden identificarse fácilmente. Las denominaciones consisten en una serie de letras comenzando con una "E" que se pone por electrodo. Luego viene la letra "W" que es la designación química para el tungsteno. Estas letras están seguidas por letras y números que describen el tipo de aleación. Debido a que solo hay cinco clasificaciones diferentes, se diferencian usando un sistema de colores. (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

**TABLA 5**

*Clasificación de electrodos GTAW.*

<b>Clasificación de Electrodo de Tungsteno AWS</b>		
<b>Clase</b>	<b>Aleante</b>	<b>Color</b>
EWP	Tungsteno Puro	Verde
EWCe-2	1.8-2.2 %cerio	Naranja
EWLa-1	1% óxido de lantano	Negro
EWTh-1	0.8-1.2% torio	Amarillo
EWTh-2	1.7-2.2% torio	Rojo
EWZr	0.15-0.40%circonio	Marrón

**FUENTE:** (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

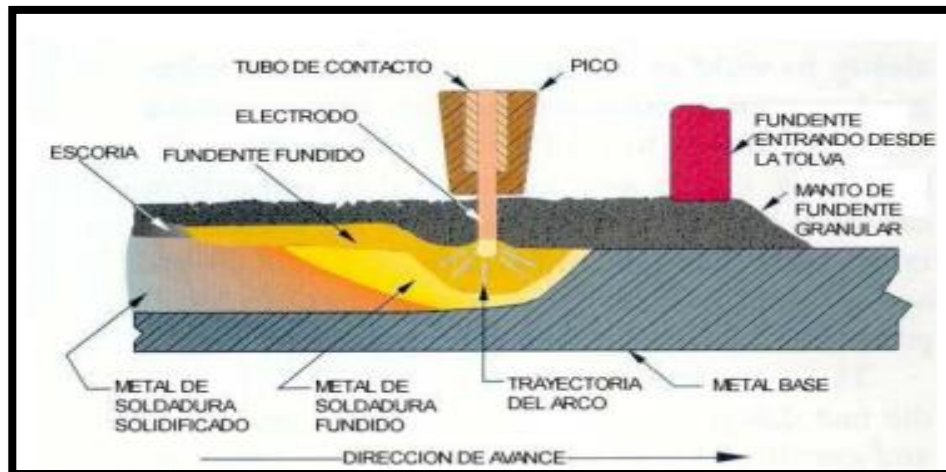
#### 2.2.26 Proceso de soldadura SAW (Soldadura por Arco Sumergido)

El proceso de soldadura por arco que utiliza un arco o arcos entre un electrodo o electrodos metálicos desnudos y el charco de soldadura. El arco y el metal fundido están protegidos por un manto de fundente granular

sobre las piezas. El proceso se utiliza sin presión y con metal de aporte del electrodo y, a veces de una fuente suplementaria (varilla para soldadura o gránulos metálicos). (AWS A3.0, 2020)

**FIGURA 19:**

*Esquema de componentes de soldadura SAW.*



**FUENTE:** (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

#### **2.2.26.1 Ventajas de la soldadura SAW**

- Proporciona un ratio alto de deposición de metal.
- Produce soldadura de alta calidad en elementos soldados de gran dimensión.

(Arce, 2020)

#### **2.2.26.2 Limitaciones**

- Una fuente de poder capaz de proveer una corriente de alto amperaje es requerida.
- El cordón no es visible durante el proceso de soldadura.
- El equipo requerido es costoso y de grandes dimensiones, menos portátil.

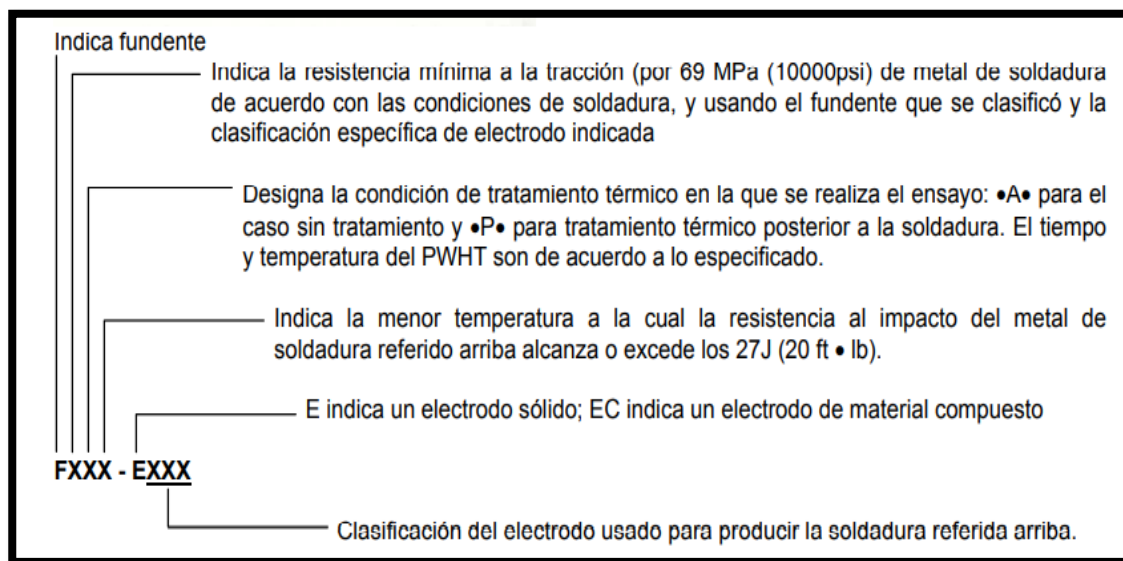
(Arce, 2020)

### 2.2.27 Sistema de identificación de electrodo SAW

Debido a que SAW usa el electrodo y el fundente separados, hay numerosas combinaciones posibles para aplicaciones específicas. Hay dos tipos generales de combinaciones que pueden usarse para proveer un depósito de soldadura aleado; un electrodo aleado con fundente neutro, o un electrodo de acero dulce con un fundente aleantes. (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

**FIGURA 20:**

*Esquema de identificación de soldadura SAW.*



**FUENTE:** (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

### 2.2.28 Discontinuidades en soldadura

“En general, una discontinuidad es descrita como una interrupción en la naturaleza uniforme de un ítem. En soldadura las discontinuidades que más preocupan son cosas como: poros, falta de fusión, socavaciones, etc.” (Arce, 2020)

### 2.2.29 Socavación

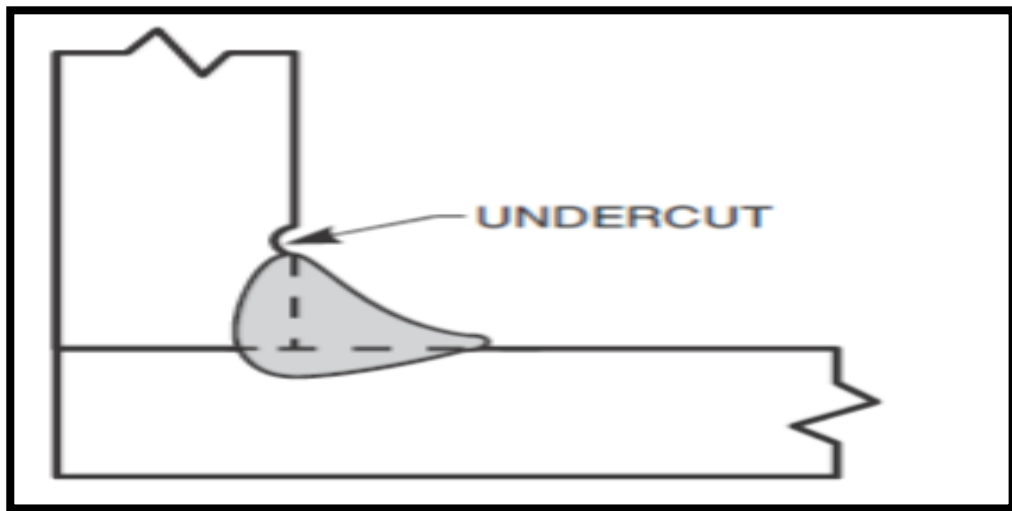
“Una socavación es una discontinuidad superficial que sucede en el metal base adyacente a la soldadura.” (AWS A3.0, 2020).

Es una condición en la cual el metal base ha sido fundido durante el proceso de soldadura y no hubo una cantidad suficiente de material de

aporte para llenar la depresión resultante. El resultado es un agujero alargado en el metal base que puede tener una configuración relativamente filosa. Dado que es una condición superficial, es particularmente dañina para todas aquellas estructuras que vayan a estar sometidas a cargas de fatiga. (Maximiliano Mobilia & Juan José M. Burrioni, 1999)

**FIGURA 21:**

*Esquema de Socavación.*



**FUENTE:** (AWS A3.0, 2020)



## FIGURA 22:

*Esquema de socavación en la fabricación de estructuras.*



**FUENTE:** (Arce, 2020)

### 2.2.30 Porosidad

La AWS A3.0 define porosidad como “un tipo de discontinuidad que forma una cavidad provocada por gases que quedan ocluidos durante la soldadura” (AWS A30)

Se produce durante el proceso de solidificación del metal de aporte con el metal base, donde quedan orificios en forma tubular en el cordón de soldadura causados por los gases atrapados, metal de aporte deteriorado, limpieza mecánica antes del soldeo, no se precalienta el metal base. Casi siempre son discontinuidades de forma esférica, forma tubular o alineada, en el cordón de soldadura en la superficie o internamente. (Flores Cipriano , 2019)

**FIGURA 23:**

*Esquema de porosidad.*



**FUENTE:** PROPIA

### 2.2.31 Inclusiones de Escoria

“Discontinuidad que consiste de escoria atrapada en el cordón de soldadura o en el interfaz de la soldadura”. (AWS A3.0, 2020)

Las inclusiones de escoria son normalmente encontradas en los procesos de arco eléctrico (proceso SMAW, proceso SAW), lo cual son producidas por el mismo material de aporte al proteger a la soldadura o también por falta de limpieza entre pases.

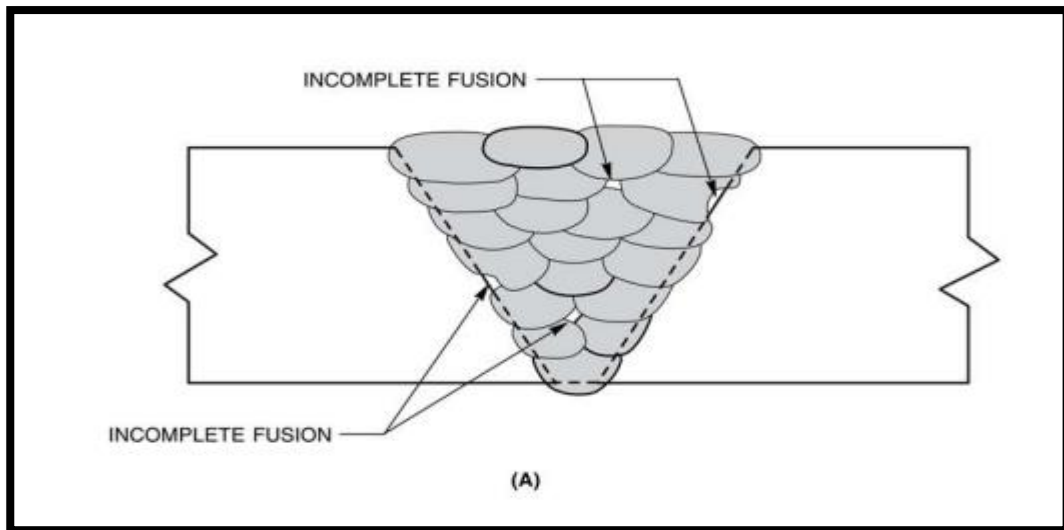
### 2.2.32 Fusión Incompleta

“Discontinuidad de la soldadura en la que no se produjo la fusión entre el metal de soldadura y las caras de fusión o los cordones de soldadura adyacente”. (AWS A3.0, 2020)

En conclusión, la falta de fusión es aquella discontinuidad que se puede mostrar en la superficie del cordón de soldadura como también entre los pases de la soldadura mayormente cuando esta discontinuidad está en la superficie se puede confundir con una socavación.

**FIGURA 24:**

*Esquema de discontinuidad Fusión Incompleta.*



**FUENTE:** (AWS A3.0, 2020)

**FIGURA 25:**

*Esquema de Fusión Incompleta en fabricación.*



**FUENTE:** (Arce, 2020)

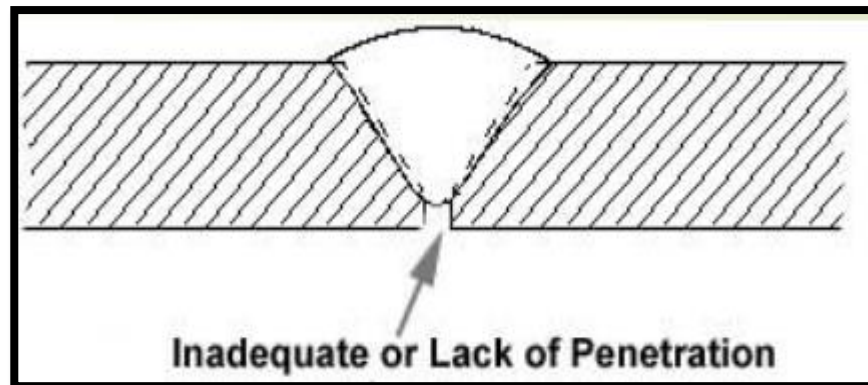
### 2.2.33 Falta de Penetración

“Penetración insuficiente del metal de aporte, en la raíz de la unión de los dos metales de aporte.” (AWS A3.0, 2020)

Una de las causas de esta discontinuidad es la velocidad excesiva del soldador, mala manipulación de la corriente muy baja o como también electrodo de diámetro muy pequeño.

**FIGURA 26:**

*Esquema de falta de penetración.*



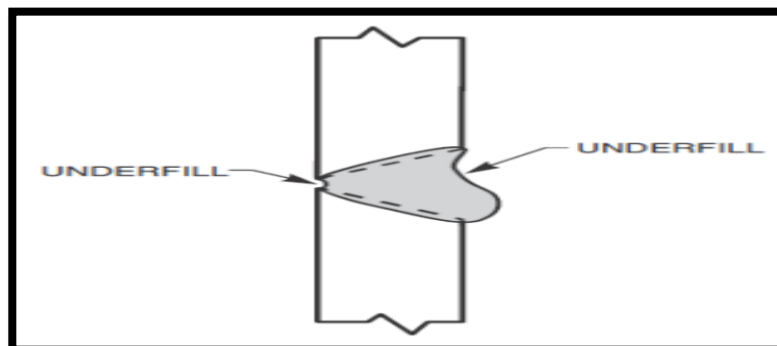
FUENTE: (Arce, 2020)

#### 2.2.34 Falta de llenado o bajo llenado.

“Condición en la cual la cara de raíz de la soldadura se tiende por debajo del metal base adyacente”. (AWS A3.0, 2020)

**FIGURA 27:**

*Esquema de bajo llenado*



FUENTE: (AWS A3.0, 2020)

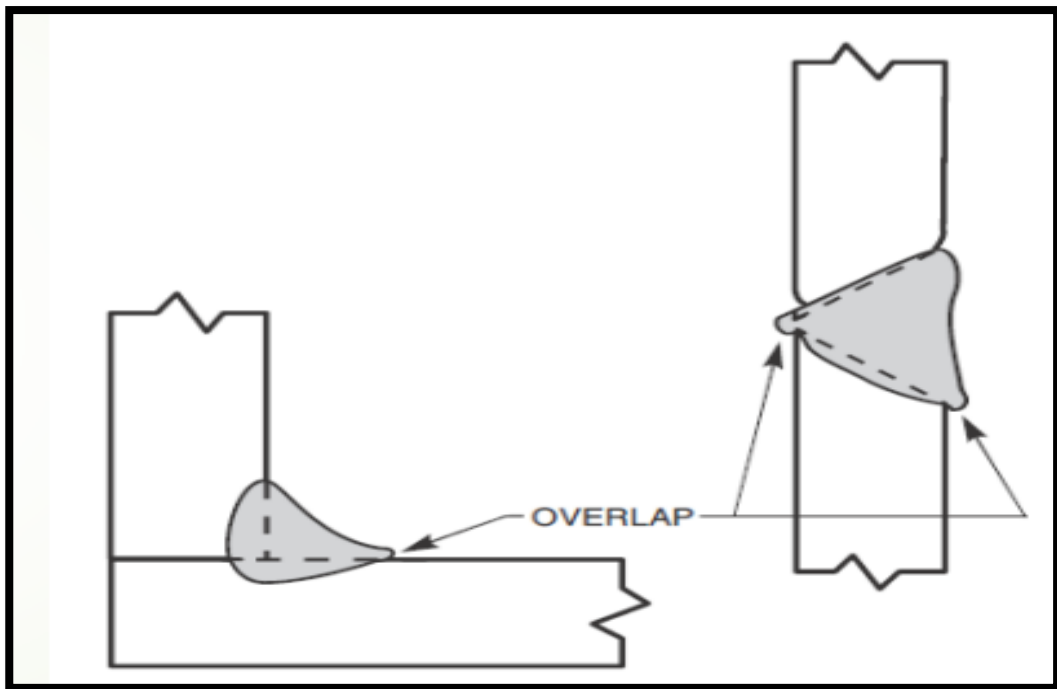
#### 2.2.35 Traslape

“El código lo define como la proyección de metal de soldadura más allá del pie o raíz allá del pie o raíz de la soldadura.” (AWS A3.0, 2020)

La causa de esta discontinuidad es por la falta de velocidad del soldador o también la mala preparación de del metal base.

**FIGURA 28:**

*Esquema de traslape*



**FUENTE:** (AWS A3.0, 2020)

### 2.2.36 Grietas

“Lo definimos como discontinuidad tipo fractura, pueden ocurrir en el metal base, metal de soldadura o zona afectada por el calor (Zona ZAC)”. (Arce, 2020)

Normalmente esta discontinuidad se debe por los esfuerzos residuales, causados por discontinuidades, estas pueden causar agrietamiento pueden ser residuales o inducidos por el servicio. Si alguna grieta es hallada durante el proceso de soldadura, debe ser removida antes de continuar con el proceso. (Arce, 2020)

### 2.2.37 Golpes de arco

“Discontinuidad resultante de un arco, que consiste en cualquier metal refundido, metal afectado por el calor o cambio de perfil de la superficie cualquier objeto metálico”. (AWS A3.0, 2020)

**FIGURA 29:**

*Esquema de golpe de arco.*



**FUENTE:** (Arce, 2020)

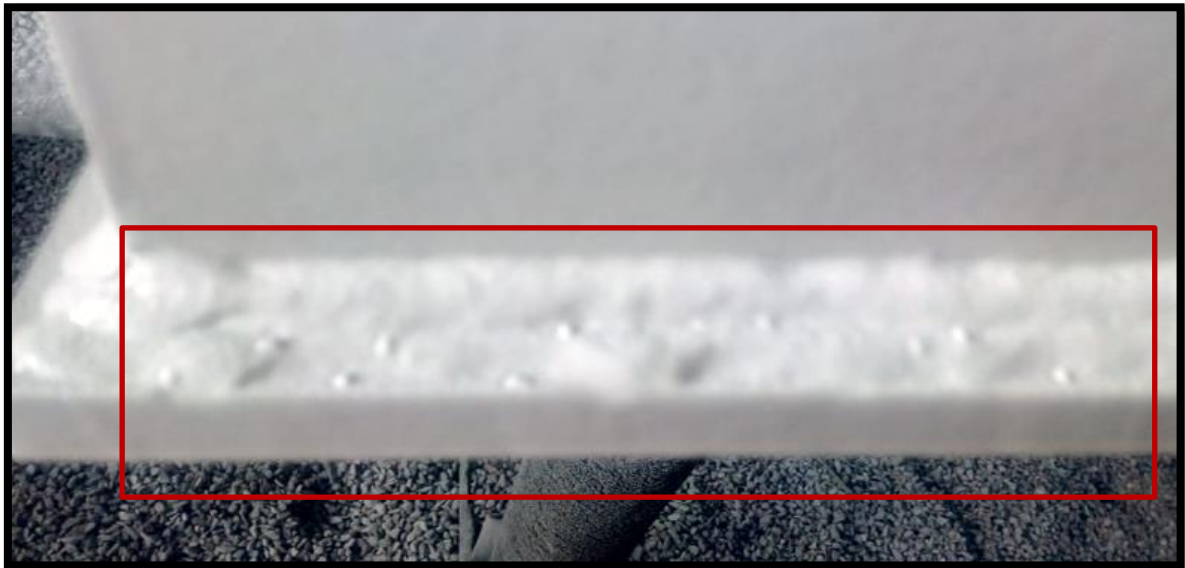
### 2.2.38 **Salpicadura**

“Esta discontinuidad partículas metálicas expulsadas durante la soldadura por la fusión y que no forman parte de la soldadura”. (AWS A3.0, 2020)

“Normalmente en esta discontinuidad no es considerada un problema serio a menos que interfiere con procesos subsecuentes. Pero esta discontinuidad es procesada por excesivo amperaje, excesiva longitud de arco, polaridad incorrecta, o también otros parámetros no controlados”. (Arce, 2020)

**FIGURA 30:**

*Esquema de salpicadura.*



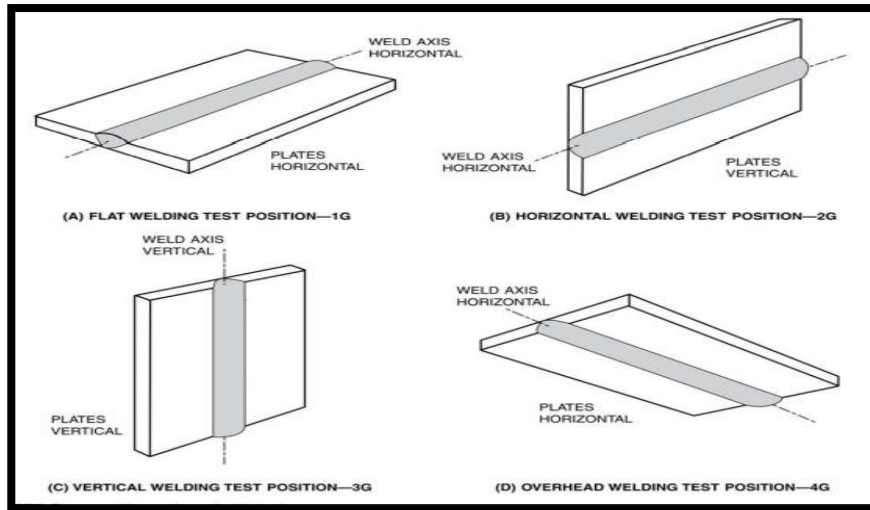
**FUENTE:** Propia

### 2.2.39 Posiciones de soldadura

Se refiere a las posiciones de soldeo, normalmente se toma como referencia un plano horizontal de punto de partida donde va girando la posición en su mismo eje. La normativa AWS nos indica que para soldadura en ranura hay 4 tipos de posiciones las cuales son 1G, 2G, 3G, 4G, para soldadura en filete también nos indica de son 4 tipos de posiciones las cuales son las siguientes 1F, 2F, 3F, 4F. (Flores Cipriano , 2019)

**FIGURA 31:**

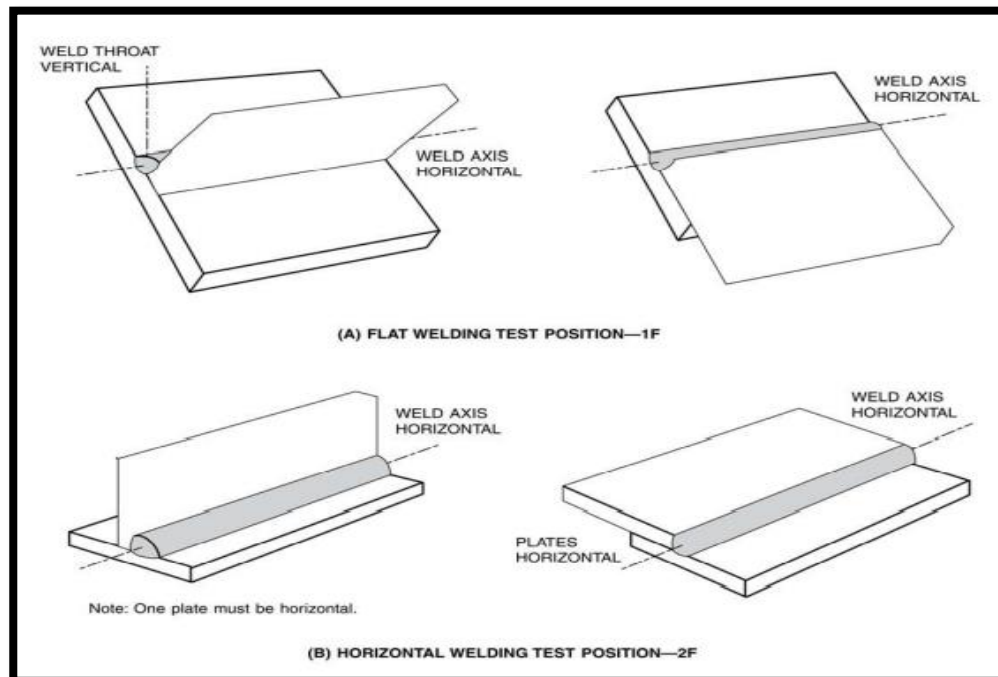
*Esquema de posiciones de soldadura en ranura.*



**FUENTE:** (AWS A3.0, 2020)

**FIGURA 32:**

*Esquema de posiciones de soldadura en bisel.*

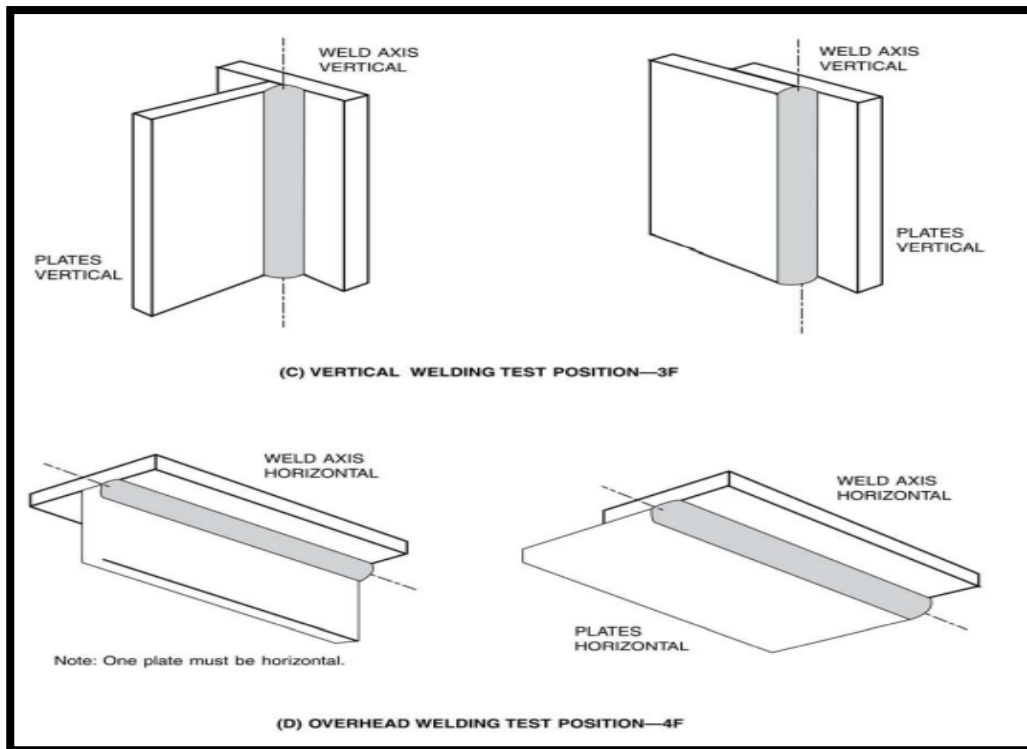


**FUENTE:** (AWS A3.0, 2020)



**FIGURA 33:**

*Esquema de soldadura en bisel*



**FUENTE:** (AWS A3.0, 2020)

#### 2.2.40 Especificación de procedimiento de soldadura (WPS)

“Es un documento que provee las variables de soldaduras requeridas para una aplicación específica a fin de asegurar la repetibilidad por parte de soldadores y operarios de soldadura debidamente capacitados”. (AWS A3.0, 2020)

Entonces un WPS es aquel documento que nos indica los lineamientos a seguir para realizar una buena calificación de soldadura, también como nos va indicar como realizarlo que variables considerar dependiendo el tipo de material y normativa.

#### 2.2.41 Registro de calificación de procedimiento (PQR)

“Registro de variables de soldadura usadas para producir un conjunto soldado de prueba aceptable y los resultados de las pruebas realizadas en dicho elemento para calificar una especificación de un procedimiento de soldadura”. (AWS A3.0, 2020)

“Este registro es el que respalda al WPS le da la validez, aquí esta todos los resultados de ensayos realizados a la probeta que se va calificar (ensayos no destructivos y destructivos)”. (Flores Cipriano , 2019)

#### **2.2.42 Procedimiento de calificación de soldadores (WPQ)**

Es un documento donde se muestra la calificación del soldador, acreditando que se a cumplido con los procedimientos descritos en el WPS, en este documento nos indica la fecha de la prueba de calificación, el resultado y la estampa con la que el soldador se identificara en el momento de soldar. Este documento es esencial y demuestra que el soldador tiene las habilidades necesarias para realizar el trabajo. (Flores Cipriano , 2019)

#### **2.2.43 Ensayos no destructivos (END)**

“Es la acción para determinar si un elemento fabricado cumple con los lineamientos previstos para su servicio sin alterar sus propiedades mecánicas de dicho elemento”. (Flores Cipriano , 2019)

#### **2.2.44 Inspección visual “VT” (Visual Testing)**

Es la observación del elemento a inspeccionar, de manera directa con la vista o también indirectamente con la ayuda de instrumentos ópticos por un inspector para poder evaluar la presencia de discontinuidades superficiales y la conformidad del objeto. Este ensayo no destructivo es el primer ensayo que se aplica a un elemento fabricado, en el procedimiento debe indicarse la limpieza superficial, provee iluminación adecuada y observación. Un pre requisito necesaria para una buena inspección visual competente de un elemento es tener el conocimiento de los procesos de manufactura por los que haya sido fabricado, su historia de servicio y sus modos potenciales de falla. (Arce, 2020)

**FIGURA 34:**

*Inspección visual*



**FUENTE:** (Arce, 2020)

#### **2.2.45 Inspección por tintes penetrantes (Visual Testing)**

El ensayo no destructivo por líquidos penetrantes es una técnica visual directa que se utiliza para detectar discontinuidades en la superficie del cordón de soldadura y la zona ZAC (zona afectada por la temperatura de soldadura). La prueba se lleva a cabo como primera parte limpiando la superficie con un disolvente apropiado para sacar la suciedad, también con cepillo de acero para remover toda la escoria, una vez que la superficie este totalmente limpia se aplica el penetrante, después de 10 minutos se remueve el penetrante con el disolvente y finalmente se aplica el revelador, este último nos va ser notar las discontinuidades que se presentan en la superficie. (Vargas Triveño, 2017)

**FIGURA 35:**

*Aplicación del penetrante.*



**FUENTE:** PROPIA

**FIGURA 36:**

*Aplicación del revelador.*



**FUENTE:** PROPIA

#### 2.2.46 Inspección por partículas Magnéticas (MT)

El ensayo no destructivo por partículas magnéticas permite detectar discontinuidades superficiales y sub – superficiales en materiales ferro – magnéticos. Esta inspección es más rápida que con líquidos penetrantes. La prueba se lleva a cabo limpiando la superficie a aplicar el ensayo, una vez que este limpio la superficie se coloca las partículas magnéticas (polvo de

suspensión) en la superficie a evaluar y con un yugo magnético se induce un campo magnético, entonces las discontinuidades se apreciarán perpendiculares a las líneas del campo magnético.

**FIGURA 37:**

*Ensayo por Partículas Magnéticas.*



FUENTE: PROPIA

## 2.3 DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICO

### 2.3.1 Plan de calidad

Un plan de calidad es generalmente uno de los resultados de la planificación de la calidad.

### 2.3.2 No conformidad

Una no conformidad es el incumplimiento de un procedimiento establecido, las No conformidades se establecen para que nos ayude a mejorar un proceso o procedimiento.

### 2.3.3 Rechazos

Es cuando un elemento de fabricación es defectuoso o no tiene el nivel de calidad necesario establecido mediante los procedimientos elaborados.

#### 2.3.4 **Conformidad**

Según (ISO 9000, 2015), es el grado de cumplimiento de un procedimiento establecido.

#### 2.3.5 **AWS**

American Welding Society (Sociedad Americana de Soldadores), que nos da los lineamientos para la fabricación, inspección y calificación de soldadores, en la fabricación de estructuras metálicas.

#### 2.3.6 **ASTM**

American Society for Testing and Materials (Asociación Americana de Ensayo de Materiales), es una organización sin fin de lucro, que brinda un foro para el desarrollo y publicación de normas voluntarias por consenso, aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios.

#### 2.3.7 **UNE-EN 10020:2001**

Esta norma (acrónimo de Una Norma Española), indica la cantidad mínima o máxima de cada componente y las propiedades mecánicas del acero resultante.

#### 2.3.8 **AISC**

La norma AISC (Instituto Americano de la Construcción en Acero), establece criterios para el diseño, fabricación y el montaje de edificios de acero estructural y otras estructuras. Toma los aceros estructurales de la Norma ASTM.

#### 2.3.9 **Normativa E 090 (Reglamento Nacional de Edificaciones – Estructuras metálicas).**

Normativa que nos da los lineamientos para fabricación y criterios de tolerancias en estructuras metálicas.

### 2.3.10 **Soldadura**

La soldadura es un proceso de fijación de dos o más piezas (normalmente de metal) que mediante calor y/o presión se funde parte de dichas piezas o se añade un material de aporte.

### 2.3.11 **SMAW**

Shielding Metal Arc Welding (Soldadura de Arco de Metal Protegido), es un proceso de soldadura por arco eléctrico, con varilla de metal con revestimiento, este proceso es el más común y utilizado en la fabricación de estructuras metálicas.

### 2.3.12 **GMAW**

Metal Inert Gas (Gas Inerte de Metal), es un proceso de soldadura por varilla rígida y gas de protección empleado en la fabricación de uniones soldadas de acero al carbono, aluminio, magnesio, acero inoxidable etc.

### 2.3.13 **Inspección Visual**

Método de ensayo no destructivo que consiste en verificar si un elemento fabricado presenta discontinuidades o no, normalmente para ver discontinuidades superficiales ya que se emplea solamente la vista.

### 2.3.14 **Estructura Organizacional**

Es el modelo jerárquico que una empresa usa para facilitar la dirección y administración de sus actividades, una adecuada estructura organizacional mejora la operación y productividad a través del orden, control y coordinación.

### 2.3.15 **Planos de Fabricación**

Detallan cada uno de los elementos a fabricar, definiendo en él los métodos de fabricación y las distancias que cada elemento, tipo de material a emplear y criterios para el acabado.

### 2.3.16 **Procedimientos**

Según (ISO 9000, 2015), es la forma especificada de llevar a cabo una actividad o un proceso.

### 2.3.17 **Satisfacción del Cliente**

Según (ISO 9000, 2015), es la percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido la expectativa de los clientes. Mediante la satisfacción del cliente una organización podrá medir su eficiencia en ejecutar los proyectos.

### 2.3.18 **Proceso de Fabricación**

Es el conjunto de operaciones unitarias necesarias para modificar las características de las materias primas.

### 2.3.19 **Instrumentos de medición para uniones soldadas**

Son aquellos que nos permite medir longitudes de elementos fabricados, tamaño de soldadura, estos instrumentos serán calibrados antes de ser utilizados, entre ellos tenemos.

- Galgas para medir catetos de soldadura.
- Cinta métrica.
- Micrómetros.
- Vernier.

### 2.3.20 **Modulo Prefabricado**

Sistema idóneo para proyectos de carácter permanente de grandes o pequeñas dimensiones, está conformado por estructuras metálicas y cerramientos de paneles termoaislantes.

### 2.3.21 **Dossier de Calidad**

Es un conjunto de documentos trazables, que certifican la calidad de fabricación o montaje (armado en obra o campo) de un determinado trabajo o servicio.



## CAPITULO III

### DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

#### 3.1 DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA

El problema es el poco conocimiento que tiene la empresa ALQUIMODUL SAC con respecto a la elaboración de un plan de calidad para la soldabilidad de estructuras metálicas, donde se pueda proyectar las actividades de inspección y ensayos no destructivos mediante un plan de puntos de inspección PPI, realizar procedimientos de inspección y ensayos, como la elaboración de protocolos donde se evidencie lo inspeccionado en campo, procedimientos para la certificación de soldadores, desconociendo que cuando se tiene un proyecto de gran envergadura los soldadores tienen que ser homologados y la supervisión tener nivel de inspección según el **SNT-TC-1A 2016**.

En varias ocasiones no se realizaba el control dimensional y la aplicación de los ensayos no destructivos, ya que los supervisores encargados del proyecto no realizaban un plan de puntos de inspección y de ensayos, donde se detalle en qué momento se tiene que realizar dichos controles, dejando las actividades de inspección para el final, lo que conlleva a que los elementos fabricados se despachen muchas veces sin inspección por causa de que se les hacía mucha carga laboral inspeccionar todo al último momento. Al momento que se tenía que montar las estructuras en obra se encontraban estas discontinuidades tanto en soldadura como en lo dimensional, lo que retrasaba la ejecución del proyecto ya que se tenía que realizar las reparaciones en obra, esto implica perder horas hombres que estaban destinadas en montaje, realizar un nuevo procedimiento de trabajos en caliente en mina si es que lo ameritaba, todo ello retrasando el cronograma de ejecución y afectando económicamente a la empresa ya que tenía que asumir esos gastos de reprocesos y pérdidas de horas hombres.

Anteriormente el personal encargado de la supervisión de soldadura tenía nociones empíricas de cómo se debe establecer los procesos de soldabilidad en la empresa ALQUIMODUL SAC, cayendo en muchos errores tanto en la planificación como en la hora de establecer criterios de liberación de soldadura resultando tener errores en los procesos y muchas no conformidades reportadas por el cliente, al no

saber elaborar un plan de calidad de soldadura para el control de fabricación puede traer muchas pérdidas económicas a la empresa y no solo eso también a que los clientes ya no quieran contar con los servicios que brinda la empresa.

### **3.2 MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO**

El presente trabajo se realiza en las instalaciones de ALQUIMODUL SAC, empresa dedicada a la construcción de módulos prefabricados donde se encontró que la empresa no tiene un plan de calidad para la soldabilidad de estructuras metálicas para la ejecución del proyecto “Construcción de un módulo prefabricado de dos niveles para uso de testigoteca”, por lo que se presenta la solución del problema a través de la elaboración de un plan de calidad para establecer ideas y procedimientos de inspección a través de la proyección de un plan de puntos de inspección que nos ayude a garantizar la soldadura guiados de las normativas internacionales como la ISO 9001 y AWS a fin de evitar rechazos y no conformidades reportadas por el cliente.

#### **3.2.1 Desarrollo del plan de calidad**

El presente plan tiene como finalidad garantizar y asegurar la calidad del producto en todos los procesos involucrados en su ejecución (materiales, fabricación de estructuras metálicas), para el proyecto “Construcción de un módulo prefabricado de dos niveles para uso de Testigoteca”. El presente plan es aplicable a todos los proveedores y trabajadores de ALQUIMODUL SAC. El término de trabajadores comprende a todo el personal dependiente al proyecto, tales como gerentes, supervisores, empleados y obreros, tanto de manera directa como indirecta (proveedores u otros).

#### **3.2.2 Normas de referencias**

- ISO 9001 – Sistema de Gestión de la Calidad.
- AWS D1.1/D1.1M 2020 – Código de soldadura estructural – acero.
- AWS A3.0M/A3.0 – Definiciones y términos estándar de las soldaduras.

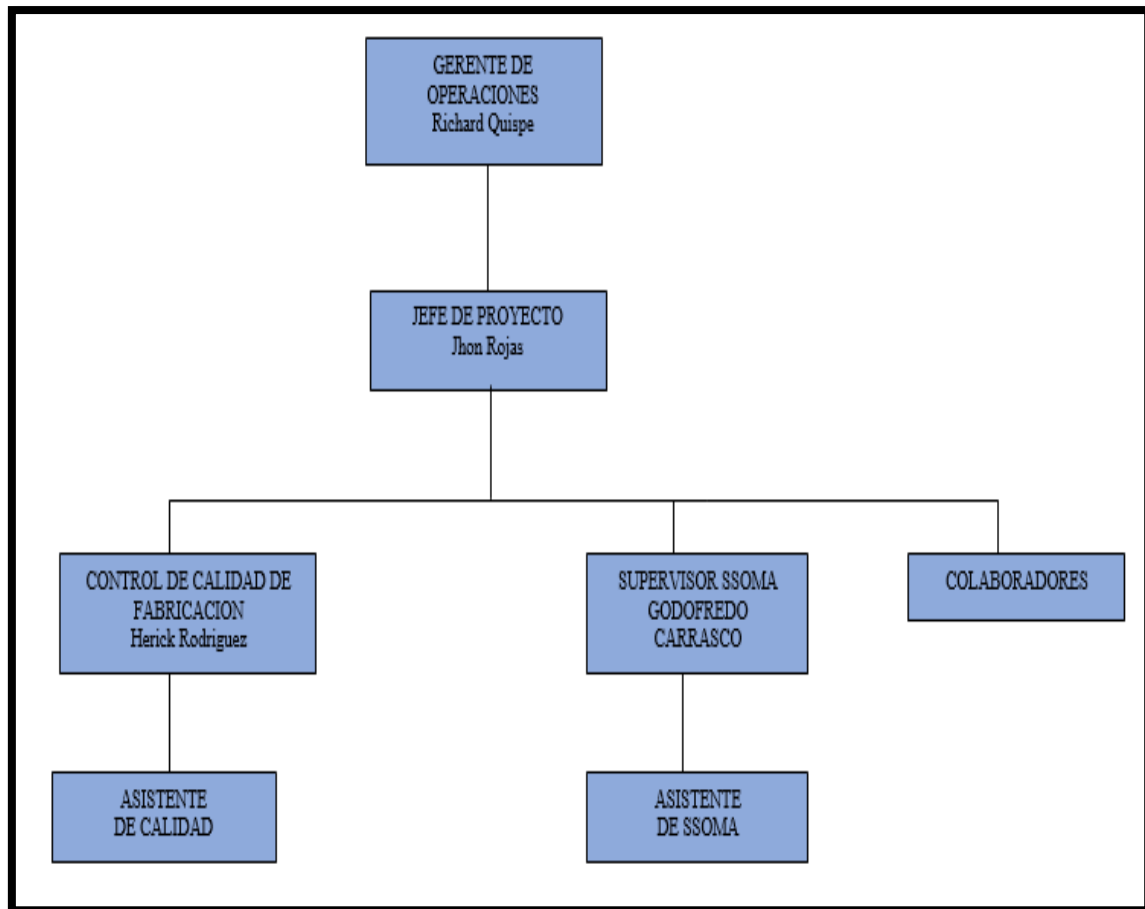
- AWS B1.11M/B1.11 2015 – Guía para el Examen visual de soldaduras.
- ASTM SE 165 – Método de prueba estándar para la exanimación con líquidos penetrantes.
- ASTM E1316 2017 - Terminología para examen no destructivo.
- ASTM E 709 – Guía estándar para el examen por partículas magnéticas.
- AISC - American Institute of Steel Construcción (Instituto Americano de Construcción en Acero).
- ASTM A6: American Society For Testing And Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)
- RNE E 090 – Reglamento Nacional de Edificaciones – Estructuras metálicas.

### 3.2.3 Estructura Organizacional

La estructura Organizacional del proyecto queda definida por el Organigrama del Proyecto y se encuentra liderada por el jefe del proyecto, el cual es responsable de todas las actividades de soldadura en la fabricación de estructuras metálicas para el proyecto “Construcción de un módulo prefabricado de dos niveles para uso de Testigoteca”, así como actividades relacionadas a la Gestión y control de Calidad.

**FIGURA 38:**

*Estructura organizacional*



FUENTE: PROPIA

**3.2.3.1 La alta dirección:** Debe proporcionar evidencias de su compromiso con el desarrollo y la elaboración del plan de calidad para este proyecto, así como la mejora continua y su eficacia.

- Asegurando la eficiencia de la política de Empresa.
- Asegurando que se establezcan los objetivos de calidad.
- Controlar las acciones correctivas y preventivas.
- Asegurando la disposición de los recursos.

### **3.2.3.2 Jefe de Proyecto**

- Asegurar el establecimiento, implementación y mantenimiento de los procesos necesarios para llevar a cabo este plan para soldar estructuras metálicas.
- Informar a la alta dirección sobre el desempeño de este plan para soldar estructuras metálicas a fin de evitar rechazos y no conformidades de parte del cliente.
- Tomar decisiones técnicas que garanticen y aseguren el desarrollo de los trabajos cumpliendo los requisitos de calidad y los plazos contractuales.

### **3.2.3.3 Supervisor / Inspector QA – QC**

- Participar en el diseño del presente plan para soldar estructuras metálicas.
- Cumplir y hacer cumplir las normas de calidad ISO 9001 y normas técnicas AWS, establecidas por el cliente o partes interesadas.
- Programar y revisar las inspecciones o pruebas de calidad en los distintos frentes de trabajo.
- Asegurar la correcta ejecución del plan de calidad para soldar estructuras metálicas del proyecto según el contrato establecido.
- Elaborar y ejecutar los procedimientos de trabajo requeridos para garantizar el cumplimiento de todos los requisitos técnicos, legales y contractuales.
- Hacer buen uso de los equipos entregados, para la ejecución de las actividades relacionadas con su cargo.
- Garantizar la vigilancia y de la calibración de los equipos de medición.
- Elaboración de informes de pruebas ejecutadas y avance de obra.
- Elaboración del dossier de calidad del proyecto.

#### **3.2.3.4 Supervisor de SSOMA**

- Velar por el cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente.
- Realizar la inducción en materia de prevención de riesgos y medio ambiente específicos de la Asesorar obra a cada persona al momento de integrarse a trabajar en ella.
- Dirigir, controlar el cumplimiento de las normas; reglamento de higiene, seguridad y medio ambiente.
- inspeccionar permanentemente de manera preventiva las áreas de trabajo identificando posibles condiciones inseguras y determinando las acciones necesarias para su eliminación.

#### **3.2.3.5 Colaboradores**

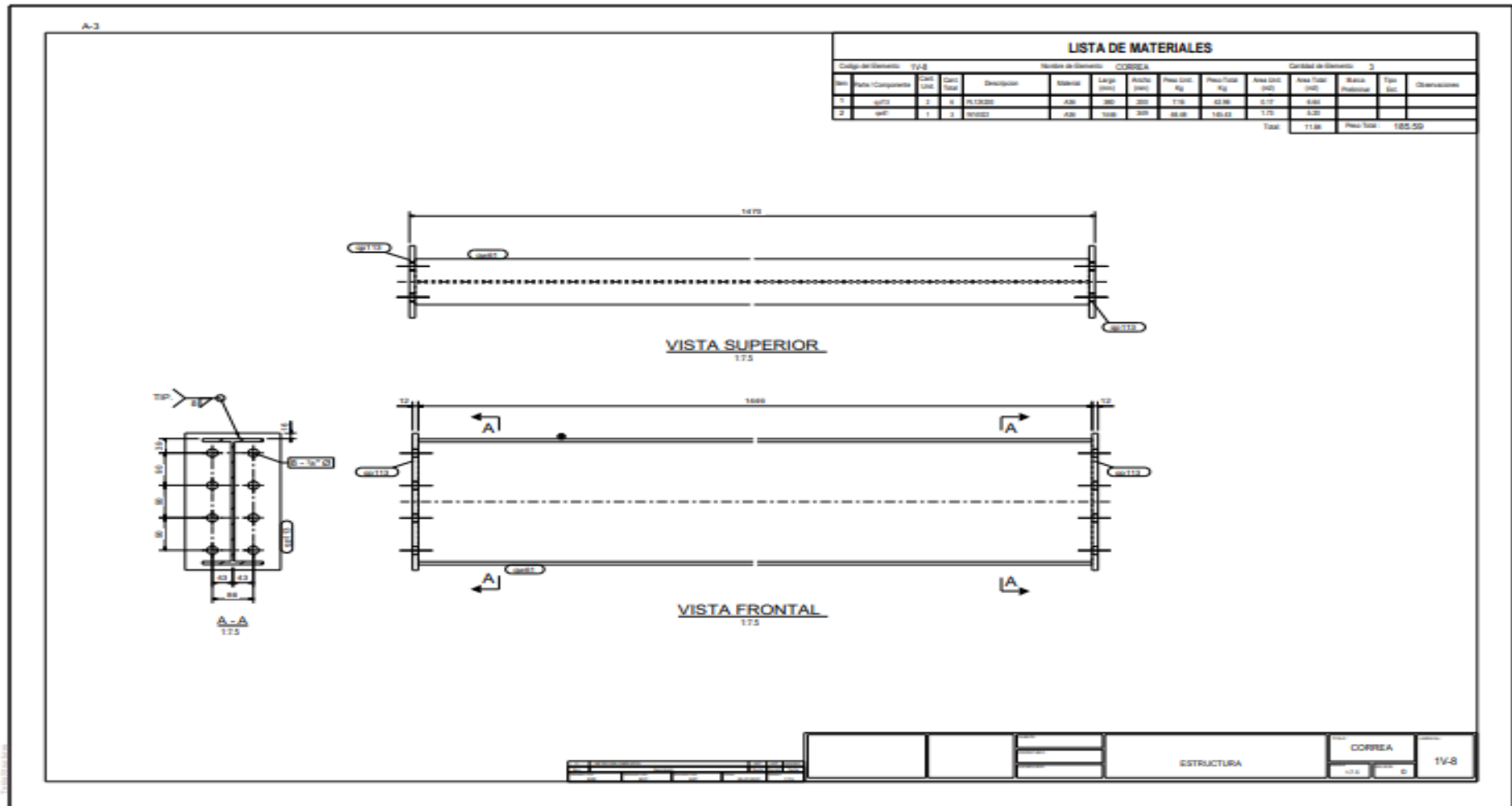
- Cumplir las normas, reglamentos e instrucción del presente plan de calidad para soldar estructuras metálicas del proyecto.
- Participar o contribuir al cumplimiento de los objetivos del Sistema de Gestión de Calidad.
- Asistir a las charlas, capacitaciones, pausas activas y actividades programadas por la empresa.

#### **3.2.4 Planos de Fabricación**

Los planos tendrán toda la información necesaria para la elaboración de las partes componentes de las estructuras, incluyendo la ubicación, tipo y tamaño de todas las soldaduras y conectores. Se trabajará con la última revisión de planos, cualquier cambio ya sea en tamaño de soldadura y en las dimensiones de los conectores será aprobado por la ingeniería de ALQUIMODUL SAC.

**FIGURA 39:**

*Plano de fabricación*



### 3.2.5 **Materiales**

Todos los materiales serán de primer uso, deberán encontrarse en perfecto estado y contarán con los certificados de calidad respectivos.

- Planchas estructurales: ASTM A-36
- Tubos estructurales: ASTM A-500 (cuadrados y rectangulares).
- Tubos redondos: ASTM A-500 o ASTM A-53 Gr B.
- Pernos: ASTM A-325 (conexiones principales)
- Pernos: ASTM A-307 (conexiones secundarias)
- Anclajes embebidos: ASTM A-36.
- Electrodo de soldadura: Serie E70

### 3.2.6 **Procedimientos de soldadura**

El responsable de la elaboración de los procedimientos de soldadura se basará en lo especificado en la AWS D1.1

### 3.2.7 **Procedimiento de inspección de uniones soldadas por examen visual**

El presente procedimiento pretende establecer los requerimientos mínimos para la inspección de uniones soldadas por el método de examen visual, para garantizar la calidad de las uniones soldadas a fin de minimizar los rechazos y no conformidades en la fabricación del módulo prefabricado de dos niveles para uso de testigoteca, a continuación, se muestra el desarrollo del presente procedimiento.

**3.2.7.1 Técnica de inspección de uniones.** Se empleará la técnica directa. La distancia de la superficie hacia el ojo del inspector no será mayor a 24" y el ángulo no será menor a 30°.

#### **3.2.7.2 Instrumentos de medición**

- Galgas de Soldadura: En base a sus capacidades, se podrán emplear galgas de inspección de soldadura como las siguientes para realizar la verificación



dimensional de la unión soldada o la medición de las discontinuidades encontradas tenemos galgas bridge cam, Wincha métrica.

- Pie de rey y micrómetro: Se podrán emplear estos instrumentos de medición para verificar los espesores de las vigas H, tubos cuadrados y rectangulares, planchas de acero, normalmente todo se inspecciona en la recepción de material antes de su habilitación.
- Herramientas: En caso sea necesaria, el empleo de una linterna de luz blanca. Puede emplearse espejos y magnificadores (lupas), en caso sea necesario.
- Otros: Se podrá realizar la limpieza inicial de la superficie empleando escobilla metálica, solvente y paños (trapo industrial).

**3.2.7.3 Calibración de Instrumentos de medición:** Los instrumentos de medición deberán ser calibrados por lo menos una (01) vez al año o cuando haya sufrido una reparación. Si el medidor no ha sido utilizado por un año o más, la calibración deberá ser realizada previa a su nuevo uso.

**3.2.7.4 Condiciones previas para la examinación de uniones soldadas:** Previo a la examinación, la superficie a ser examinada y las áreas adyacentes dentro de al menos 1” (25 mm) deberá encontrarse seca y libre de polvo, grasa, óxido, escoria o salpicadura de soldadura, pintura, combustible, aceite y otras materias que puedan obscurecer aberturas de la superficie o interferir con la examinación. Se puede emplear una escobilla metálica para remover presencia de capas de óxido y la aplicación de removedor solvente de manera directa en conjunto con paños para asegurar una limpieza adecuada.

A fin de asegurar la sensibilidad adecuada durante la examinación, es requerida iluminación natural o luz blanca artificial. La mínima iluminación para la superficie examinada será de 100 fc (1076 lux). Dicha iluminación podrá ser brindada por una linterna de mano.

#### **3.2.7.5 Método de examinación previo a la soldadura:**

- Revisar especificaciones y dibujos: El examinador debe tener acceso a los dibujos y especificaciones a fin de poder revisarlas de manera periódica. Estos documentos incluyen información acerca de dimensiones, materiales, consumibles, etc.
- Revisar documentación de materiales: El examinador debe asegurar que los materiales correctos han sido ordenados, comprados y empleados para la fabricación.
- Establecer plan de documentación: Establecer un formato de reporte y coordinar la aceptación de este por parte del cliente.
- Examinar material base: Debe examinarse la superficie a fin de asegurar que no existan discontinuidades que puedan interferir con el proceso y así también la rugosidad de esta.

#### **3.2.7.6 Método de examinación durante la soldadura:**

- Verificar conformidad con el WPS: Monitorear que el proceso cumpla con los requisitos del procedimiento de soldadura.
- Examinar capas de soldadura: A fin de asegurar que no exista presencia de escoria, óxidos o discontinuidades como grietas u otros.

#### **3.2.7.7 Método de examinación luego de la soldadura:**

- Examinar la calidad de la superficie: Verificar que se cumpla los requisitos contractuales y el criterio de aceptación.

- Verificar las dimensiones de la soldadura: Establecidas en dibujos: perfil, tamaño, longitud y ubicación.
- Verificar exactitud dimensional del elemento soldado: Dimensiones deben de cumplir con los dibujos.

**3.2.7.8 Evaluación:** La evaluación de las discontinuidades será realizada de acuerdo con los criterios de aceptación indicados en la tabla 6, 7, 8 ,9.

### **3.2.8 Procedimiento de inspección de uniones soldadas por Líquidos Penetrantes**

El presente procedimiento que se elaboró para la aplicación de tintes penetrantes pretende establecer los requerimientos mínimos para la inspección de uniones soldadas, a fin de minimizar los rechazos y no conformidades en la fabricación del módulo prefabricado de dos niveles para uso de testigoteca. Este método permite la detección de discontinuidades superficiales abiertas a la superficie como porosidad, grietas, fusión incompleta, etc.

#### **3.2.8.1 Definiciones a conocer para la aplicación de tintes penetrantes:**

- Ensayo de líquidos penetrantes: Un método de ensayo no destructivo que emplea materiales penetrantes para ingresar y detectar varios tipos de discontinuidades abiertas a la superficie.
- Penetrante: Una solución o suspensión de tinte.
- Removedor Solvente: Un líquido volátil empleado para remover el exceso de penetrante de la superficie que es examinada.
- Revelador: Un material que es aplicado a la superficie para lograr el sangrado y mejorar el contraste de las indicaciones.

- Sangrado: La acción del líquido penetrante que se encuentra dentro de las discontinuidades a emerger a la superficie y formar indicaciones.

#### **3.2.8.2 Responsabilidades del Inspector que ejecute el ensayo de tintes penetrantes:**

- Deberá ejecutar el ensayo no destructivo de líquidos penetrantes de acuerdo con este procedimiento.
- Deberá estar calificado y certificado como nivel II en el método de líquidos penetrantes.
- Deberá tener una visión (corregida si fuese necesaria) capaz de leer una tarjeta Jaeger Tipo 1 a una distancia no menor a 300 mm (12") y distinguir y diferenciar contraste entre colores a ser empleados.

#### **3.2.8.3 Desarrollo del Ensayo no destructivo por tintes penetrantes:**

- Técnica: Se emplearán la técnica removible por solvente visible (Tipo 2 Método C). Según ASTM SE 165.
- Medio de examinación: Pueden ser utilizados materiales penetrantes: líquidos penetrantes visibles removibles por solvente, revelador y solvente cuando estos se encuentren de acuerdo con ASTM SE 165.
- Herramientas: En caso sea necesaria, el empleo de una linterna de luz blanca.
- Otros: Se emplearán paños (trapo industrial) y escobilla metálica para la limpieza inicial y final.

#### **3.2.8.4 Método de examinación previo a la aplicación de tintes penetrantes:**

- Tamaño y forma de elementos a ser inspeccionados: Este procedimiento es aplicable para la inspección de

uniones soldadas en estructuras. No existe restricción a la forma y tamaño de dichos elementos.

- Acondicionamiento de superficie: Previo a la examinación por líquidos penetrantes, la superficie a ser examinada y las áreas adyacentes dentro de al menos 1" (25 mm) deberá encontrarse seca y libre de polvo, grasa, óxido, escoria o salpicadura de soldadura, pintura, combustible, aceite y otras materias que puedan obscurecer aberturas de la superficie o interferir con la examinación. Se puede emplear una escobilla metálica para remover presencia de capas de óxido y la aplicación de removedor solvente de manera directa en conjunto con paños para asegurar una limpieza adecuada.
- Iluminación: A fin de asegurar la sensibilidad adecuada durante la examinación, es requerida iluminación natural o luz blanca artificial. La mínima iluminación para la superficie examinada será de 100 fc (1076 lux). Dicha iluminación podrá ser brindada por una linterna de mano.
- Limitaciones de temperatura: La temperatura de los materiales penetrantes y la superficie de la parte a ser examinada no deberán estar por debajo de 40°F (5°C) o por encima de 125°F (52°C), durante el periodo de inspección.

#### **3.2.8.5 Método de examinación durante la aplicación de tintes penetrantes:**

- Aplicación de penetrante: La aplicación del penetrante podrá ser aplicada sobre la superficie por rociado a fin de asegurar que la superficie sea cubierta de manera homogénea.

- Tiempo de penetración: No deberá ser menor a cinco (5) minutos. En ningún caso deberá ser mayor a dos horas.
- Remoción de exceso de penetrante: La limpieza deberá ser realizada en tres pasos: empleando un paño seco, luego un paño ligeramente humedecido en solvente y finalmente paño seco. En ningún caso se deberá aplicar el removedor solvente de manera directa a la superficie. Esto generaría la disolución del penetrante atrapado en las discontinuidades y la pérdida de confiabilidad del ensayo.
- Secado luego de remoción de penetrante: El tiempo para la evaporación del solvente y secado de la superficie no deberá ser mayor a un (01) minuto.
- Aplicación de revelador: El revelador no acuoso (solvente) podrá ser aplicado a la superficie por rociado a una distancia no menor a 20 ni mayor a 30 cm. La capa debe ser lo suficiente para poder extraer el penetrante de las discontinuidades, pero no en exceso pues podría enmascarar indicaciones.
- Tiempo de revelado: El tiempo de revelado para la interpretación final inicia inmediatamente luego de que la capa del revelador húmedo esté seca. No deberá ser menor a diez (10) minutos.

#### **3.2.8.6 Método de examinación luego de la aplicación de tintes penetrantes:**

- Se deberá realizar luego de concluido el tiempo de revelado.
- Para el caso de los penetrantes visibles, la examinación de la superficie deberá ser realizada asegurando la iluminación adecuada. En dicho caso, las indicaciones se apreciarán de un color rojo sobre la superficie blanca.

- Si el penetrante se difunde excesivamente en el revelador, será difícil de caracterizar el tipo de discontinuidad. Si esta condición ocurre, una observación detenida de la formación de las indicaciones durante la aplicación del revelador deberá ser realizada a fin de determinar y caracterizar la extensión de las indicaciones. Así también un color pálido podría ser indicador de sobre remoción del penetrante, y en contra parte, una coloración de la superficie podría ser indicador de falta de limpieza. En dichos casos, deberá repetirse el ensayo.

**3.2.8.7 Evaluación:** La evaluación de las discontinuidades será realizada de acuerdo con los criterios de aceptación indicados en la tabla 6 y 7.

### **3.2.9 Procedimiento de inspección de uniones soldadas por Partículas Magnéticas**

El presente procedimiento que se elaboró para la aplicación del ensayo no destructivo por el método de partículas magnéticas pretende establecer los requerimientos mínimos para la inspección de uniones soldadas, a fin de minimizar los rechazos y no conformidades en la fabricación del módulo prefabricado para uso de testigoteca.

Este procedimiento describe la técnica del yugo con partículas magnéticas visibles y fluorescentes, es un método no destructivo para detectar fisuras y otras discontinuidades superficiales o cercanas a ellas en materiales ferromagnéticos. El ensayo de partículas magnéticas puede ser aplicado a materia prima, material semi acabado, material acabado y soldaduras, independientemente de su tratamiento térmico o de su ausencia.

### **3.2.9.1 Definiciones a conocer para la aplicación de Partículas Magnéticas:**

- Retentividad: Es la habilidad de un material para retener magnetismo.
- Yugo Magnético: Equipo de inspección utilizado en pruebas no destructivas, cuyo funcionamiento está basado en los campos magnéticos
- Partículas Magnéticas Secas: Las partículas a utilizar serán en polvos aplicadas por rocío o espolvoreado directamente en la superficie que está siendo ensayada, los polvos secos pueden ser usado bajo extremas condiciones ambientales. Ellas no son afectadas por el frio; sin embargo, el examen debe ser llevado fuera de temperaturas que puedan cuajarse o congelarse por baños húmedos.
- Partículas Magnéticas Húmedas: Las partículas a utilizar serán en frascos tipo aerosol y deberán ser agitadas antes de su uso, asegúrese de tener el frasco en posición vertical y a una distancia de aproximadamente 25 cm.

### **3.2.9.2 Responsabilidades del Inspector que ejecute el ensayo de partículas magnéticas:**

- Deberá ejecutar el ensayo no destructivo de partículas magnéticas de acuerdo con este procedimiento.
- Deberá estar calificado y certificado como nivel II en el método de partículas magnéticas.
- Deberá tener una visión (corregida si fuese necesaria) capaz de leer una tarjeta Jaeger Tipo 1 a una distancia no menor a 300 mm (12") y distinguir y diferenciar contraste entre colores a ser empleados.



### **3.2.9.3 Desarrollo del Ensayo no destructivo por partículas magnéticas**

- Técnica de Magnetización: Se utilizará la Técnica del Yugo, el cual inducen un campo magnético entre los polos (piernas) y son usados para magnetización local. El yugo portátil a utilizar tiene piernas articuladas (polos) que permiten que las piernas sean ajustadas para mejor contacto con superficies irregulares o dos superficies que se unen en ángulo.
- Medio de examinación: Pueden ser utilizados partículas magnéticas secas o húmedas según lo establecido en la normativa ASTM E 709.
- Herramientas: En caso sea necesaria, el empleo de una linterna de luz blanca.
- Otros: Se emplearán paños (trapo industrial) y escobilla metálica para la limpieza inicial y final.

### **3.2.9.4 Método de examinación previo a la aplicación de partículas magnéticas:**

- Condición de la Superficie: La superficie de la pieza a ser examinada debe estar esencialmente limpia y libre de contaminantes como suciedad, aceite, grasa, óxido desprendido, arena desprendida, escamas desprendidas, hilachas, pintura gruesa, escoria o salpicadura de soldadura que podría restringir el movimiento de las partículas.
- Limpieza de la Superficie de Inspección: La limpieza de la superficie de ensayo puede ser realizada por medio de detergentes, solventes orgánicos o medios mecánicos.
- Existencia de Pintura: Las zonas a inspeccionar no deberán presentar pintura. Para el caso que exista pintura se puede adoptar el artículo 7 de la ASME

Sección V- Apéndice mandatorio, previa aprobación del fabricante y/o dueño.

- **Contraste No Magnético Utilizado:** Para las partículas secas visibles coloreadas no se utiliza ningún medio para mejorar el contraste; ya que las partículas magnéticas visibles coloreadas (rojas, amarillas con el acero presentan muy buen contraste. Las partículas húmedas pueden requerir una pintura de contraste. En el caso que el examinador requiera mejorar el contraste puede usar un spray de pintura blanca como ayuda para mejorar el contraste.
- **Iluminación:** A fin de asegurar la sensibilidad adecuada durante la examinación, es requerida iluminación natural o luz blanca artificial. La mínima iluminación para la superficie examinada será de 100 fc (1076 lux). Dicha iluminación podrá ser brindada por una linterna de mano.
- **Temperatura:** Va depender de la marca de las partículas, por ejemplo, las partículas secas pueden ser usado en superficies calientes hasta 121°C (250°F) como máximo. En el caso de las partículas húmedas la temperatura de la pieza debe ser a temperatura ambiente.

#### **3.2.9.5 Método de examinación durante a la aplicación de partículas magnéticas:**

- **Dirección del campo:** La dirección del campo en el yugo es longitudinal. Si una discontinuidad está orientada paralela a las líneas del campo magnético puede ser esencialmente indetectable. Estas discontinuidades pueden estar en cualquier orientación, por lo que será necesario magnetizar la pieza o el área de interés dos veces o más secuencialmente en diferentes direcciones (transversal, paralela y oblicua) por el mismo método.

- Fuerzas de campo: El campo magnético debe ser lo suficientemente grande para indicar aquellas discontinuidades las cuales son inaceptables, sin embargo, no deben ser muy fuertes tal que un exceso de partículas se acumule localmente lo cual enmascare indicaciones relevantes.

**3.2.9.6 Método de examinación luego de la aplicación de partículas magnéticas:**

- Evaluación de las indicaciones: Cuando el material a ser examinado ha sido magnetizado apropiadamente, las partículas magnéticas han sido aplicadas apropiadamente y lo excesos de partículas removidos, habrá acumulaciones de partículas magnéticas en los puntos de las líneas de fuga. Estas acumulaciones mostrarán las distorsiones del campo magnético y serán llamadas indicaciones. Sin distorsionar las partículas, las indicaciones deben ser examinadas, clasificadas, interpretadas y comparadas con el estándar.
- Discontinuidades en la superficie que están indicadas por retención del medio de examen. Sin embargo, irregularidades superficiales localizadas debido a marcas de maquinado u otras condiciones superficiales pueden producir falsas indicaciones.

**3.2.9.7 Evaluación:** La evaluación de las discontinuidades será realizada de acuerdo con los criterios de aceptación indicados en la tabla 6 y 7.

**TABLA 6:**

*Criterios de Aceptación de Inspección Visual según tabla 8.1 del AWS D1.1*

<p><b>Tabla 8.1</b> <b>Criterios de Aceptación de la Inspección Visual</b></p>
--

Categoría de Discontinuidad y Criterios de Inspección	Conexiones no tubulares cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares de carga cíclica		
<b>(1) Prohibición de Grietas</b> Cualquier grieta será inaceptable, independientemente de su tamaño o ubicación.	X	X		
<b>(2) Soldadura/Metal base Fusión</b> Deberá existir fusión completa entre capas adyacentes de metal soldado y entre metal soldado y metal base.	X	X		
<b>(3) Sección transversal del cráter</b> Todos los cráteres se llenarán para proporcionar el tamaño de soldadura especificado, excepto los extremos de las soldaduras de filete intermitentes fuera de su longitud efectiva.	X	X		
<b>(4) Perfiles de Soldadura</b> Los perfiles de soldadura deberán ajustarse al punto 7.23.	X	X		
<b>(5) Momento de la Inspección</b> La inspección visual de las soldaduras en todos los aceros puede comenzar inmediatamente después de que las soldaduras terminadas se hayan enfriado a temperatura ambiente. Los criterios de aceptación para los aceros ASTM A514, A517 y A709 Grade HPS 100W [HPS 690W] se basarán en una inspección visual realizada al menos 48 horas después de la terminación de la soldadura.	X	X		
<b>(6) Soldaduras de tamaño inferior</b> El tamaño de una soldadura de filete en cualquier soldadura continua puede ser inferior al tamaño nominal especificado (L) sin corrección en las siguientes cantidades (U):				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> L, tamaño nominal de soldadura especificado, en [mm]  <math>\leq 3/16</math> [5]  <math>1/4</math> [6]  <math>\geq 5/16</math> [8] </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> U, disminución admisible a partir de L, en [mm]  <math>\leq 1/16</math> [2]  <math>\leq 3/32</math> [2.5]  <math>\leq 1/8</math> [3] </td> </tr> </table>	L, tamaño nominal de soldadura especificado, en [mm] $\leq 3/16$ [5] $1/4$ [6] $\geq 5/16$ [8]	U, disminución admisible a partir de L, en [mm] $\leq 1/16$ [2] $\leq 3/32$ [2.5] $\leq 1/8$ [3]	X	X
L, tamaño nominal de soldadura especificado, en [mm] $\leq 3/16$ [5] $1/4$ [6] $\geq 5/16$ [8]	U, disminución admisible a partir de L, en [mm] $\leq 1/16$ [2] $\leq 3/32$ [2.5] $\leq 1/8$ [3]			
En todos los casos, la parte inferior al tamaño de la soldadura no superará el 10% de la longitud de la soldadura. En las soldaduras de alma a ala en vigas, se prohibirá la reducción de los extremos de una longitud igual al doble del ancho del ala.				
<b>(7) Socavación</b> (A) Para material de menos de 1" [25 mm] de espesor, la socavación no excederá de 1/32" [1 mm], con la	X			

<p>excepción siguiente: la socavación no excederá de 1/16" [2 mm] para cualquier longitud acumulada de hasta 2" [50 mm] en cualquier tramo de 12" [300 mm]. Para materiales de espesor igual o superior a 1" [25 mm], la socavación no excederá de 1/16" [2 mm] para cualquier longitud de soldadura.</p>		
<p>(B) En miembros principales, la socavación no será superior a 0,01" [0,25 mm] de profundidad cuando la soldadura sea transversal al esfuerzo de tracción en cualquier condición de carga. La socavación no será superior a 1 /32" [1 mm] en ningún caso.</p>		X
<p><b>(8) Porosidad</b>  (A) En las soldaduras de ranura CJP en uniones tope transversales a la dirección de la tensión de tracción calculada no tendrán porosidad tubular visible. Para todas las demás soldaduras de ranura y para soldaduras de filete, la suma de la porosidad visible de las tuberías 1 /32" [1 mm] o más de diámetro no excederá de 3/8" [10 mm] en cualquier pulgada lineal de soldadura y no excederá de 3/4" [20 mm] en cualquier longitud de soldadura de 12" [300 mm].</p>	X	
<p>(B) La frecuencia de porosidad tubular en las soldaduras de filete no excederá de una en cada 4" [100 mm] de longitud de soldadura y el diámetro máximo no excederá de 3/32" [2,5 mm]. Excepción: para las soldaduras de filete que unen los rigidizadores al ala, la suma de los diámetros de porosidad tubular no excederá de 3/8" [10 mm] en cualquier pulgada lineal de soldadura y no excederá de 3/4" [20 mm] en cualquier longitud de soldadura de 12" [300 mm].</p>		X
<p>(C) Las soldaduras de ranura de CJP en las uniones a tope transversales a la dirección de la tensión de tracción calculada no tendrán porosidad tubular. Para todas las demás soldaduras de ranura, la frecuencia de porosidad tubular no excederá de una de cada 4" [100 mm] de longitud y el diámetro máximo no excederá de 3/32" [2,5 mm].</p>		X

FUENTE: (AWS D1.1 , 2020)

**TABLA 7:**

*Criterios de Aceptación de inspección según tabla 10.15 del AWS D1.1*

<b>Tabla 10.15</b> <b>Criterios de Aceptación de la Inspección Visual</b>	
Categoría de Discontinuidad y Criterios de Inspección	Conexiones tubulares (todas las cargas)

<b>(1) Prohibición de Grietas</b> Cualquier grieta será inaceptable, independientemente de su tamaño o ubicación.		X
<b>(2) Soldadura/Metal base Fusión</b> Deberá existir fusión completa entre capas adyacentes de metal soldado y entre metal soldado y metal base.		X
<b>(3) Sección Transversal del Cráter</b> Todos los cráteres se llenarán para proporcionar el tamaño de soldadura especificado, excepto los extremos de las soldaduras de filete intermitentes fuera de su longitud efectiva.		X
<b>(4) Perfiles de soldadura</b> Los perfiles de soldadura deberán ajustarse al punto 7.23.		X
<b>(5) Momento de la Inspección</b> La inspección visual de las soldaduras en todos los aceros puede comenzar inmediatamente después de que las soldaduras terminadas se hayan enfriado a temperatura ambiente. Los criterios de aceptación para los aceros ASTM A514, A517 y A709 Grade HPS 100W [HPS 690W] se basarán en una inspección visual realizada al menos 48 horas después de la terminación de la soldadura.		X
<b>(6) Soldaduras de Tamaño Inferior</b> El tamaño de una soldadura de filete en cualquier soldadura continua puede ser inferior al tamaño nominal especificado (L) sin corrección en las siguientes cantidades (U):		X
L, tamaño nominal de soldadura especificado, en [mm] ≤ 3/16 [5] 1/4 [6] ≥ 5/16 [8]	U, disminución admisible a partir de L, en [mm] ≤ 1/16 [2] ≤ 3/32 [2.5] ≤ 1/8 [3]	
En todos los casos, la parte inferior al tamaño de la soldadura no superará el 10% de la longitud de la soldadura. En las soldaduras de alma a ala en vigas, se prohibirá la reducción de los extremos de una longitud igual al doble del ancho del ala.		
<b>(7) Socavación</b> (A) Para material de menos de 1" [25 mm] de espesor, la socavación no excederá de 1/32" [1 mm], con la excepción siguiente: la socavación no excederá de 1/16" [2 mm] para cualquier longitud acumulada de hasta 2" [50 mm] en cualquier tramo de 12" [300 mm]. Para materiales de espesor igual o superior a 1" [25 mm], la socavación no excederá de 1/16" [2 mm] para cualquier longitud de soldadura.		
(B) En miembros principales, la socavación no será superior a 0,01" [0,25 mm] de profundidad cuando la soldadura sea transversal al esfuerzo de tracción en cualquier condición de carga. La socavación no será superior a 1/32" [1 mm] en ningún caso.		X
<b>(8) Porosidad</b> (A) En las soldaduras de ranura CJP en uniones tope transversales a la dirección de la tensión de tracción calculada no tendrán porosidad tubular		

visible. Para todas las demás soldaduras de ranura y para soldaduras de filete, la suma de la porosidad visible de las tuberías 1/32" [1 mm] o más de diámetro no excederá de 3/8" [10 mm] en cualquier pulgada lineal de soldadura y no excederá de 3/4" [20 mm] en cualquier longitud de soldadura de 12" [300 mm].	
(B) La frecuencia de porosidad tubular en las soldaduras de filete no excederá de una en cada 4" [100 mm] de longitud de soldadura y el diámetro máximo no excederá de 3/32" [2,5 mm]. Excepción: para las soldaduras de filete que unen los rigidizadores al ala, la suma de los diámetros de porosidad tubular no excederá de 3/8" [10 mm] en cualquier pulgada lineal de soldadura y no excederá de 3/4" [20 mm] en cualquier longitud de soldadura de 12" [300 mm].	X
(C) Las soldaduras de ranura de CJP en las uniones a tope transversales a la dirección de la tensión de tracción calculada no tendrán porosidad tubular. Para todas las demás soldaduras de ranura, la frecuencia de porosidad tubular no excederá de una de cada 4" [100 mm] de longitud y el diámetro máximo no excederá de 3/32" [2,5 mm].	X

FUENTE: (AWS D1.1 , 2020)

**TABLA 8:**

*Criterio de aceptación para perfiles de soldadura según tabla 7.8 del AWS D1.1*

<b>Tabla 7.8</b>						
<b>Perfiles de soldadura<sup>a</sup> (ver 7.23)</b>						
Tipo de soldadura	Tipo de junta					
	A tope	Esquina-interior	Esquina-exterior	Junta en T	Traslape	A tope con repisa
Ranura (CJP o PJP)	Figura 7.4A	Figura 7.4B <sup>b</sup>	Figura 7.4C	Figura 7.4D <sup>b</sup>	N/A	Figura 7.4G
	Programa A	Programa B	Programa A	Programa B	N/A	Ver nota al pie c
Filete	N/A	Figura 7.4E	Figura 7.4F	Figura 7.4E	Figura 7.4E	N/A
	N/A	Programa C	Programa C o D <sup>d</sup>	Programa C	Programa C	N/A

<sup>a</sup> Los programas de la A a la D se proporcionan en la Tabla 7.9.  
<sup>b</sup> En el caso de soldaduras en filete de refuerzo requeridas por diseño, se aplican las restricciones de perfil para cada ranura y filete en forma separada.  
<sup>c</sup> Las soldaduras realizadas usando repisas y soldaduras hechas en posición horizontal entre barras verticales de espesor desigual están exentas de las limitaciones R y C. Ver Figuras 7.4G y 7.4H para detalles típicos.  
<sup>d</sup> Ver en la Figura 7.4F una descripción de dónde corresponde aplicar los Programas C y D.

FUENTE: (AWS D1.1 , 2020)

**TABLA 9:**

*Criterios de Aceptación para perfiles de soldadura según tabla 7.9 del AWS D1.1*

<b>Tabla 7.9</b>			
<b>Programas de perfil de soldadura (ver 7.23)</b>			
Programa A	(t = espesor de la placa más gruesa unida para CJP; t = tamaño de la soldadura para PJP)		
	t	t R mín.	R máx.
	≤ 1 pulg. [25 mm]	0	1/8 pulg. [3 mm]
	> 1 pulg. [25 mm], ≤ 2 pulg. [50 mm]	0	3/16 pulg. [5 mm]
	> 2 pulg. [50 mm]	0	1/4 pulg. [6 mm] <sup>a</sup>
Programa B	(t = espesor de la placa más gruesa unida para CJP; t = tamaño de la soldadura para PJP; C = convexidad o concavidad admisible)		
	t	t R mín.	R máx.
	< 1 pulg. [25 mm]	0	ilimitado
	≥ 1 pulg. [25 mm]	0	ilimitado
			C máx. <sup>b</sup>
			1/8 pulg. [3 mm]
			3/16 pulg. [5 mm]
Programa C	(W = ancho de la cara de la soldadura o cordón de superficie individual; C = convexidad admisible)		
	W		C máx. <sup>b</sup>
	≤ 5/16 pulg. [8 mm]		1/16 pulg. [2 mm]
	> 5/16 pulg. [8 mm], < 1 pulg. [25 mm]		1/8 pulg. [3 mm]
	≥ 1 pulg. [25 mm]		3/16 pulg. [5 mm]
Programa D	(t = espesor de la más delgada de las dimensiones del borde expuesto; C = convexidad admisible; ver Figura 7.4F)		
	t		C máx. <sup>b</sup>
	cualquier valor de t		t/2

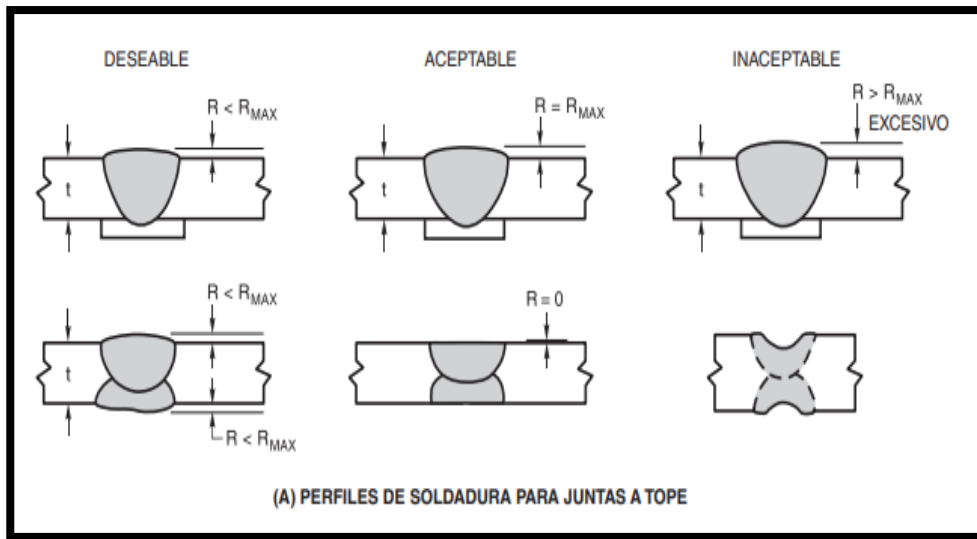
<sup>a</sup>Para estructuras cargadas ciclicamente, R máx. para materiales > 2 pulg. [50 mm] de espesor es de 3/16 pulg. [5 mm].  
<sup>b</sup>No hay restricción en la concavidad, siempre que se logre el tamaño mínimo de la soldadura (tomando en cuenta tanto la pierna como la garganta).

**FUENTE:** (AWS D1.1 , 2020)



**FIGURA 40:**

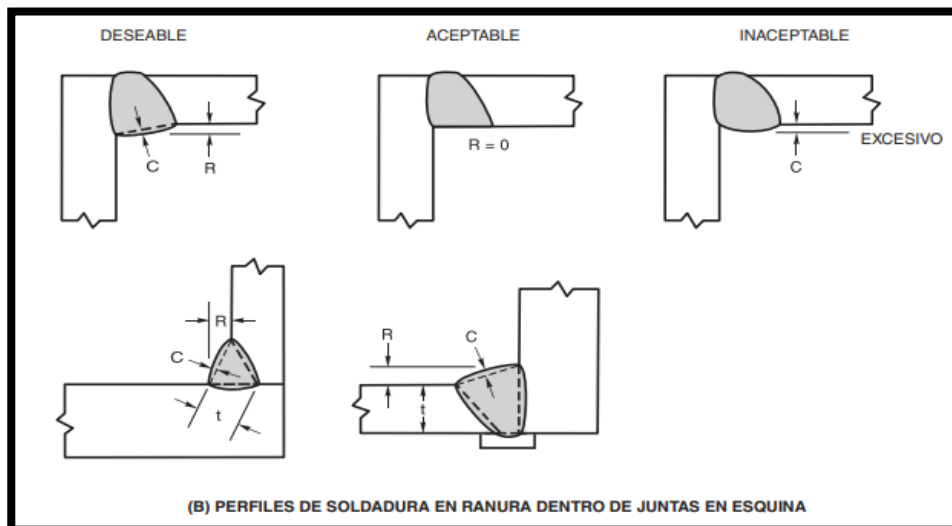
*Esquema de Aceptación para perfiles de soldadura tope según tabla 7.8 del AWS D1.1*



FUENTE: (AWS D1.1 , 2020)

**FIGURA 41:**

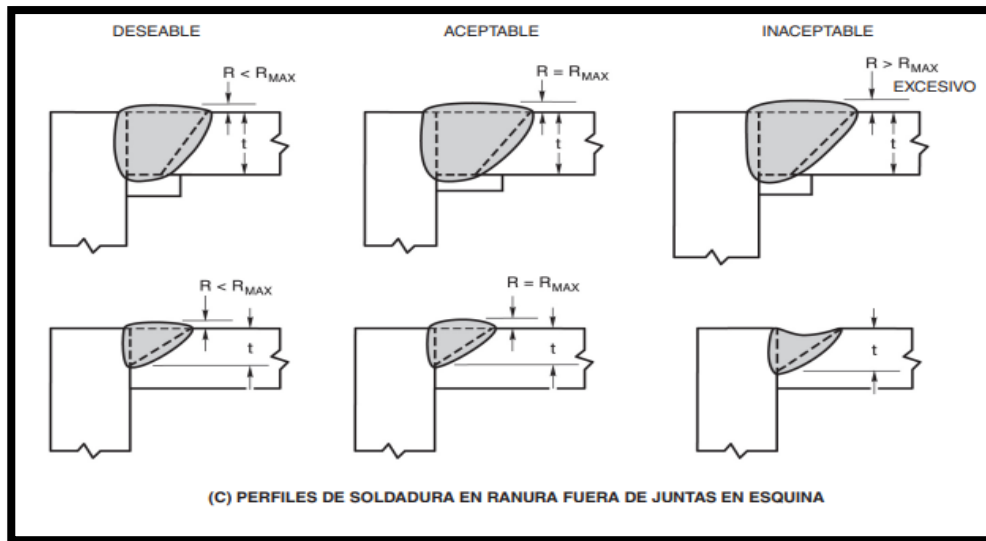
*Esquema de Aceptación para perfiles de soldadura esquina según tabla 7.8 del AWS D1.1*



FUENTE: (AWS D1.1 , 2020)

**FIGURA 42:**

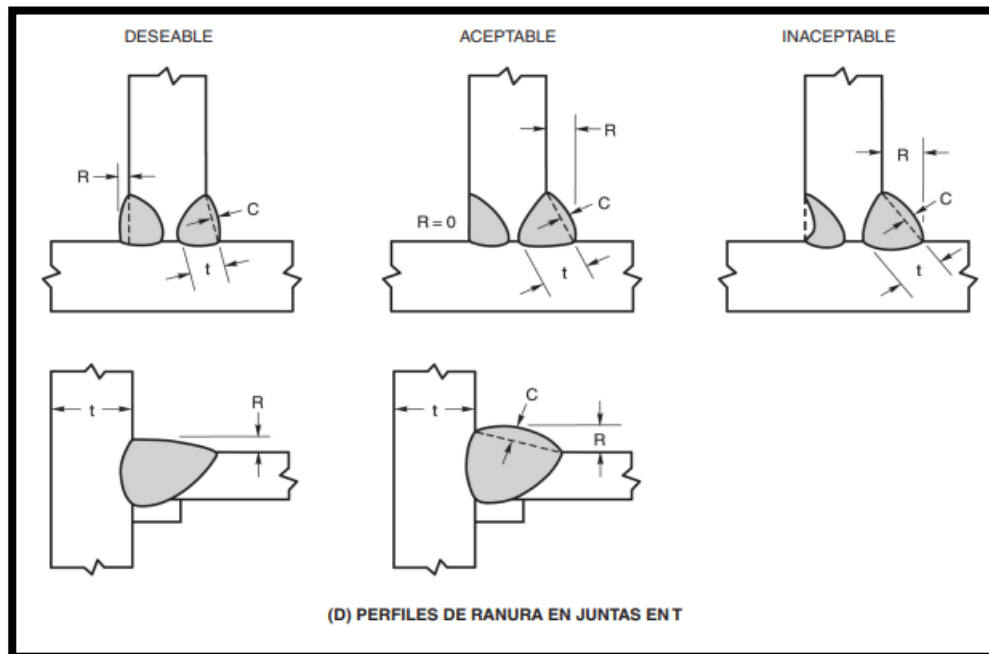
*Esquema de Aceptación para perfiles de soldadura ranura según tabla 7.8 del AWS D1.1*



FUENTE: (AWS D1.1 , 2020)

**FIGURA 43:**

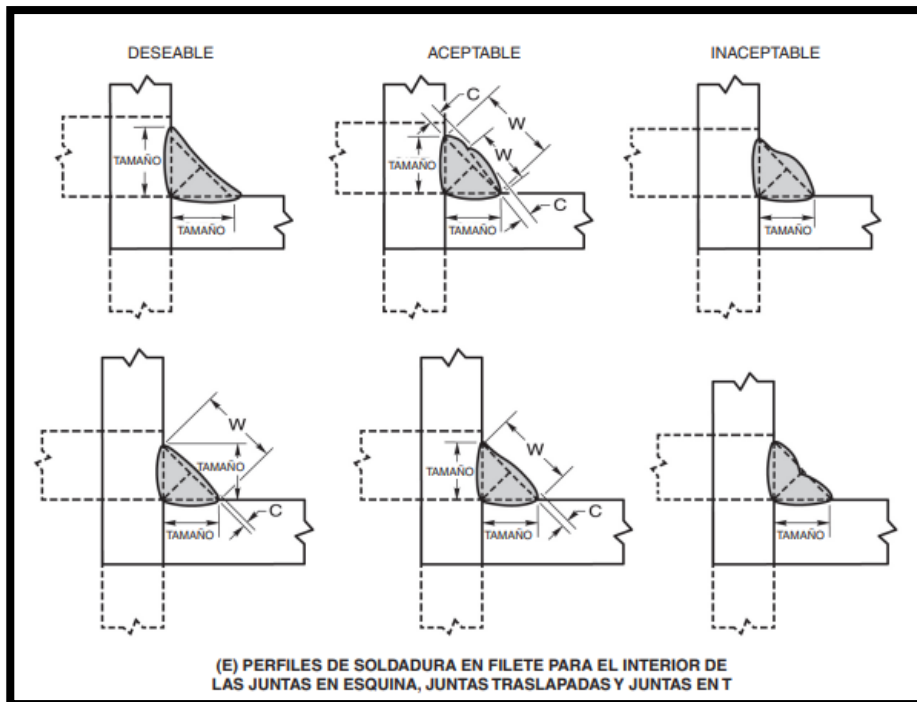
*Esquema de Aceptación para perfiles de soldadura en T según tabla 7.8 del AWS D1.1*



FUENTE: (AWS D1.1 , 2020)

**FIGURA 44:**

*Esquema de Aceptación para perfiles de soldadura en FILETE según tabla 7.8 del AWS D1.1*





FUENTE: (AWS D1.1 , 2020)

### 3.2.10 *Elaboración de un Plan de puntos de Inspección y Ensayos*

Este plan de Puntos de Inspección y pruebas (PPI) para soldar estructuras metálicas en el proyecto de construcción de un módulo prefabricado de dos niveles para uso de testigoteca, nos ayudara a proyectar las actividades de inspección en todo el proceso de fabricación, las actividades que se establecerán en el siguiente PPI para soldar estructuras metálicas se mostrara a continuación.

**TABLA 10:**

*Plan de puntos de Inspección y pruebas*

	<b>PLAN DE CALIDAD DE PUNTOS DE INSPECCION Y PRUEBAS</b>			
			HOJA	77/154
	<b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCION Y PRUEBAS DE FABRICACION</b>		EDICION	01
			EMISION	01.07.21

Nº	ETAPA A INSPECCIONAR	DOCUMENTO DE REFERENCIA	CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR	CRITERIO DE ACEPTACION	REGISTRO APLICABLE	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	RESPONSABLE DE LA CONFORMIDAD	INSTRUMENTOS DE INSPECCION	FRECUENCIAS
01	-Verificación de planchas, perfiles, pintura	-Plan de calidad, - Listado de materiales, planos del Proyecto. - Especificacion es técnicas	-Medidas	-Norma ASTM A-6	<b>Conforme</b> Recepción de Materiales  <b>No Conforme</b>	-Supervisor de Calidad de Alquimodul	-jefe del Proyecto	-Vernier -Flexómetro - Micrómetros	-Se revisará aleatoriamente el 10% por lote, generando la misma cantidad de registros por cada llegada de material
02	Habilitado y Armado de estructura de los elementos	-Planos aprobados	-Dimensiones (incluye la inspección en dimensiones de las piezas cortadas y dobladas en cotas relevantes)	-Norma NTE E.090 "Tolerancia de fabricación" Cap. 13.2.7.	<b>Conforme</b> "ALQ – CC – F – 021 Inspección visual y dimension al de soldadura"  <b>No Conforme</b>	-Supervisor de Calidad de Alquimodul	-jefe del proyecto	-Flexómetro	-Se revisará el 100% de la inspección de elementos habilitados y armados.
03	-Homologación de los soldadores	- Procedimient	-Inspección de la Probeta a soldar.		<b>Conforme</b> WPQR		-jefe del proyecto	-Visual	

		o de soldadura (WPS)		-Norma AWS D1.1 Sección 6 – Calificación	<b>No Conforme</b> Se descalifica	-Supervisor de Calidad de Alquimodul		-Medidor de soldadura	-Se revisará el cordón de soldadura.
04	-Uniones soldadas	-Planos aprobados	-Dimensiones de perfil de soldadura - Dimensiones de Discontinuidades:	-Norma AWS D1.1 Sección 7, Tabla 7.8 y 7.9 Inspección visual	<b>Conforme</b> “ALQ – CC -F- 021 Inspección visual y dimensional de soldadura”	-Supervisor de Calidad de Alquimodul	-jefe del proyecto	-Visual -Medidor de soldadura	-Se revisará el 100% de los cordones de soldadura.
			-Discontinuidades de soldadura por método de tintes penetrantes	-Norma AWS D1.1 sección 8 Tabla 8.1 inspección visual	<b>No Conforme</b>				
	-Uniones soldadas				<b>Conforme</b> “ALQ – CC – F – 022 Inspección por Tintes Penetrantes”	-Supervisor de Calidad de Alquimodul	-jefe del proyecto	-Visual -Tintes penetrantes	-Se verificará los puntos de soldadura en no menos del 10%, de las estructuras principales.
			-Discontinuidades de soldadura por método de partículas magnéticas	-Norma AWS D1.1 sección 8, tabla 8.1 inspección visual	<b>conforme</b> Reporte del proveedor	-Supervisor de Calidad de Alquimodul	-jefe del Proyecto	-Yugo magnético.	-Los puntos de inspección de soldadura a penetración total.
					<b>NO Conforme</b>				
05	-Liberación de estructuras	-Plano de fabricación	- Limpieza mecánica: salpicaduras - Alineamiento	-Norma AWS D1.1	<b>Conforme</b> “ALQ – CC – F - 021 Inspección visual y dimensional de soldadura”	-Supervisor de Calidad de Alquimodul	-jefe del proyecto	-Visual -Flexómetro.	-Se verificará el 100 % de la estructura y liberada para pintura.
					<b>No conforme</b>				
					<b>NO Conforme</b>				

FUENTE: PROPIA

### 3.2.11 Calificación de soldadores

Los soldadores que tendrán a su cargo los trabajos que realizara ALQUIMODUL SAC, están calificados de acuerdo a lo establecido en la Norma AWS D 1.1. 2020.


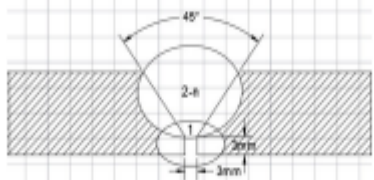
No será autorizado a efectuar trabajo alguno de soldadura, ningún soldador que no cuente con su certificado de respaldo referente a su calificación.

#### 3.2.11.1 Elaboración del WPS (Especificación de procedimiento de soldadura): El WPS contara con las siguientes variables:

- Datos de la Empresa.
- Proceso de soldadura.
- Si el proceso es precalificado o calificado con prueba.
- Diseño de la junta usado: Longitud de abertura de raíz, ángulo de ranura, limpieza de raíz.
- Posición de soldadura: Posición de ranura, Progresión de soldadura si es descendente o ascendente.
- Especificaciones de metal base: Tipo de material, grado de material.
- Características eléctricas: Tipo de corriente, fuente de potencia.
- Especificación de metal de aporte: Clasificación del electrodo, tamaño del metal de aporte, nombre comercial del material de aporte.
- Técnica de Soldeo.

**FIGURA 45:**

WPS calificado

	<b>ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b> (De acuerdo al código de soldadura para estructuras -Acero AWS D1.1:2020) <b>WPS CALIFICADO</b>		CODIGO: WPS- C-ACC-01 Rev.: 01 Fecha: 23/11/2020 Pagina: 1 / 1
	Especificación del procedimiento de Soldadura <input checked="" type="checkbox"/> (AWS D1.1 / D1.1M : 2020)	Precalificado <input type="checkbox"/> Calificado por Prueba <input checked="" type="checkbox"/>	Registro de calificación de WPS (PQR): <input checked="" type="checkbox"/> (AWS D1.1 / D1.1M : 2020)
Nombre de Empresa: ALQUIMODUL S.A.C. Proceso de Soldadura: GMAW Soportado por PQR N°: PQR-GMAW-ALQUIMODUL-001		Identificación N°: WPS-GMAW-ALQUIMODUL-001 Revisión: 01 Elaborado por: Ing. Wilson Rosales Autorizado por: Ing. Herick Rodriguez M. Fecha: 03-09-2021	
<b>DISENO DE JUNTA USADO</b>			
Tipo: Soldadura de ranura en V - CJP		Tipo: Manual: <input type="checkbox"/> Semiautomático: <input checked="" type="checkbox"/> Maquina: <input type="checkbox"/> Automático: <input type="checkbox"/>	
Simple: <input checked="" type="checkbox"/> Doble: <input type="checkbox"/> Back Gouging: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>		<b>POSICION</b>	
Metodo: N/A Abertura de Raiz: 3mm (*1) Cara de Raiz: 3mm (*1) Angulo de Ranura: 45° (*1) Radio (J-U): N/A Limpieza de raiz: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Método: Esmerilado		Posición de ranura: 3G Filete: - Progresión Vertical: Up(ascendente) <input checked="" type="checkbox"/> Down(descendente) <input type="checkbox"/>	
<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS</b>			
<b>METAL BASE</b>		Modo de Transferencia (GMAW): Corto Circuito <input checked="" type="checkbox"/> Globular <input type="checkbox"/> Spray <input type="checkbox"/> Arco Pulsado <input type="checkbox"/>	
Especificación del Metal Base: Grupo I (Tabla 5.3) Tipo o Grado: --- / --- --- / --- --- / ---		Corriente: AC <input type="checkbox"/> DCEP <input checked="" type="checkbox"/> DCEN <input type="checkbox"/> Fuente de Potencia: CC <input checked="" type="checkbox"/> CV <input type="checkbox"/> Otros: ---	
Rango de espesores Ranura: 3mm a 18mm Filete: N/A Diámetro (Tubo): ---		Electrodo de Tungsteno (GTAW): Tamaño: N/A Tipo: N/A	
<b>METAL DE APORTE</b>			
Especificación AWS: AWS/SFA A5.18 Clasificación AWS: ER 70S-6 Tamaño del Metal de aporte: 1 mm Rango de Espesores(Metal de Sold.): Ranura: - Tamaño Min. de Soldadura de Filete: --- F-Number: F-4 Nombre Comercial: CARBOFIL 70S-6		<b>TECNICA DE SOLDEO</b>	
<b>PROTECCION</b>		Cordon Estrecho u oscilante: Cordon Estrecho u oscilante Multi Pase o Pase simple (por Lado): Multi-pase Numero de Electrodo: 1 Espaciamiento de Electrodo: Longitudinal: N/A Lateral: N/A Angulo: N/A	
Fundente: N/A Gas: Ar / CO2 Composición: 80 % / 20% Electrodo/Fundente (Clasif.): Rango de Flujo: 20 L/min.-25l/min N/A Tamaño de Boquilla de Gas: N/A		Distancia Tubo de Contacto: N/A Martileo: N/A Limpieza de Interfase: Disco de desbaste y/o escobilla circular	
<b>PRECALENTAMIENTO</b>			
Temp. Precalentamiento Min: Ver Nota abajo (*2) Temperatura de Interfase Min: (*2) Max: (*2)		<b>TRATAMIENTO TERMICO POST SOLDADURA</b>	
Temp. Tratamiento: N/A Tiempo: N/A		Temp. Tratamiento: N/A Tiempo: N/A	
<b>Detalle de Junta:</b>			
		<b>Nota (*1)</b> R = 3 mm Tol. -1 mm α = 45° Tol. -5°, +10° f = 3 mm Tol. -1 mm	
<b>Nota (*2):</b> Precalentamiento. 10°C (3 mm<T<=38mm); 65°C (38mm<T<=65mm); 110°C (T>65mm)			
<b>Nota (*3):</b> Los valores de voltaje, amperaje y velocidad de avance, son recomendados por el fabricante del metal de aporte. No requiere almacenamiento bajo horno.			

FUENTE: PROPIA

### **3.2.11.2 Registros de calificación de procedimientos PQR:**

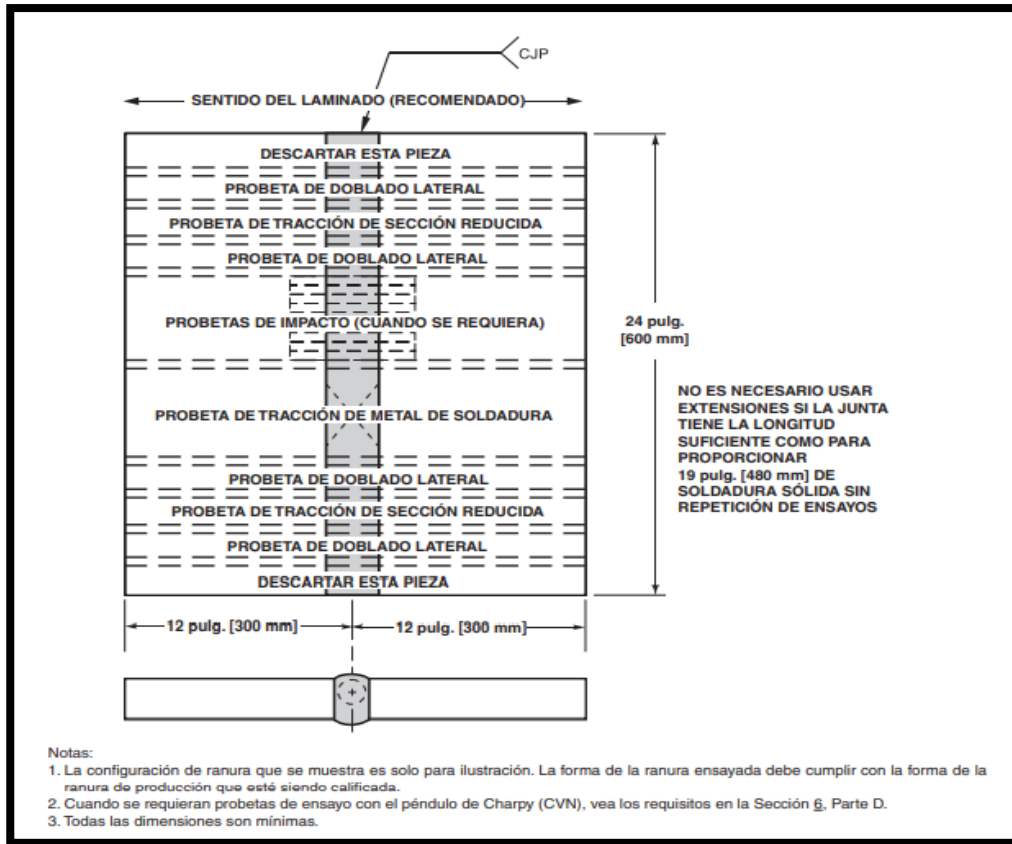
Se elaborará el cupón de prueba mediante un PQR, que es el documento formal donde se evidencia por medio de ensayos mecánicos que la soldadura realizada por el soldador que va ser calificado cumple con todos los requisitos aplicables en el WPS. Para la elaboración del PQR se procederá con los siguientes pasos:

- Preparación de la probeta según AWS D1.1
- Se preparará una probeta que será como cupón de soldadura aquella probeta será soldada por el soldador con más destreza.
- Se prepara una probeta para cada soldador que sea homologado.
- Las íprobetas ya listas se enviarán a un proveedor calificado donde haga las pruebas de ensayos mecánicos, en este caso se contrató a la empresa ENDIISAC quien hará los ensayos no destructivos y SOLDEXA que hará ensayos mecánicos.



**FIGURA 46:**

*Esquema de probeta para calificación según AWS D1.1*



**FUENTE:** (AWS D1.1 , 2020)

**FIGURA 47:**

*Soldeo de probeta para calificación - RIGOBERTO CARRENO*



**FUENTE:** PROPIA

**FIGURA 48:**

*Soldeo de probeta para calificación - JHONATAN QUISPE*



**FUENTE:** PROPIA

**FIGURA 49:**

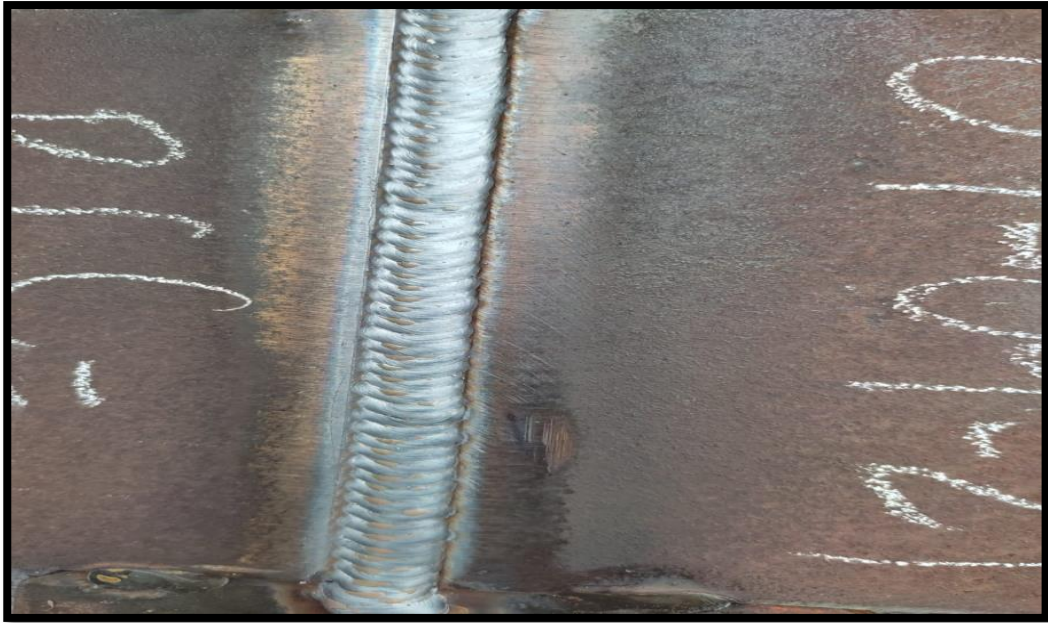
*Probeta JHONATAN QUISPE*



**FUENTE:** PROPIA

**FIGURA 50:**

*Probeta para calificación - JUNIOR COLAN*



**FUENTE:** PROPIA

**FIGURA 51:**

*Cupón de prueba - EMILIO MORILLO*






**FUENTE:** PROPIA



FIGURA 52:



PQR

		<b>REGISTROS DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS (PQR)</b> De acuerdo al código de soldadura para estructuras - Acero AWS D1.1 (2020) AWS D1.1 / D1.1M : 2020			CODIGO: WPS- C-ACCT-01 Rev: 0 Fecha: 23/11/2020 Pagina: 2 / 2	
		<b>TENSILE TEST (ENSAYO DE TRACCION )</b>				
Specimen No..	Width Ancho (mm)	Thickness Espesor (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Limite de fluencia N-Mpa	Resistencia a la tracion N-Mpa	% Elongacion
T1	20.06	8.7	174.52	82699-474	97480-559	No aplica
T2	20.04	8.65	173.35	82316-475	98779-570	No aplica
INFORME TECNICO: ET-2021-305						
<b>BEND TEST (PRUEBA DE PLEGADO)</b>						
Specimen No..	Type and figure	Result	Remarks			
1	ALQUIMODUL-C1	Acceptable	---			
2	ALQUIMODUL-C2	Acceptable	---			
3	ALQUIMODUL-R1	Acceptable	---			
4	ALQUIMODUL-R2	Acceptable	---			
ENSAYO DE DOBLEZ: END-ALQUIMODUL-01-21						
<b>FILLET WELD TEST RESULTS</b>						
Minimum size multiple pass Macroetch			Maximum size single pass Macroetch			
1	-----	3 -----	1	-----	3 -----	
2	-----		2	-----		
All-weld-metal tension test			Tensile strength, psi [MPa]			
Yield point/strength, psi [MPa]			Elongation in 2 in [50 mm], %			
Laboratory test no.						
<b>VISUAL INSPECTION</b>						
Appearance	Acceptable	Convexity	Acceptable			
Undercut	---	Test date	03-09-2021			
Piping porosity	None	Witnessed by	Ing Wilanson Rosales Ch.			
<b>RADIOGRAPHIC-ULTRASONIC EXAMINATION</b>						
RT report no.:	---	Result	Acceptable			
UT report no.:	END-UT-ALQUIMODUL-01	Result	---			
<b>GENERAL INFORMATION</b>						
Welder name	Emilio Morillo Borges	Test conducted by	ING. Wilanson Rosales Ch.			
Welder Code	EMB	Laboratory	ENDICSAC			
DNI no.:	129885638	Test Number	---			
We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of Clause 6 of AWS D1.1, (2020) Structural Welding Code- Steel.						
Elaborado por: Wilanson Rosales Ch.		Revisado por: Miguel Angel Mendoza S.		Calidad QA/QC:		
 WILANSON ROSALES CH. INGENIERO EN CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION		 Miguel Angel Mendoza Soto CWI 19042001 OC1 EXP. 4/1/2022				

**3.2.11.3 Lista de Soldadores:** En el proyecto se logró homologar a 4 soldadores en proceso GMAW y 3 soldadores en proceso SMAW, que estuvieron en constante entrenamiento. Se estable el formato de lista de soldadores que se empleara posteriormente para la elaboración del DOSSIER de calidad.

**FIGURA 53:**

*Lista de soldadores*

		<b>Lista de Soldadores</b>  <b>SC – RC - 16</b>				
					HOJA	1/ 1
		EDICION	01			
		EMISION	08/07/09			
<b>1. PROYECTO: CONSTRUCCION DE UN MODULO FIJO DE DOS NIVELES PARA USO DE TESTIGOTECA</b>						
ITEM	SOLDADORES	PROCESO	CALIFICACION	ESTAMPA	FECHA	
1	EMILIO MORILLO BORGES	GMAW	WPS - GMAW	EMB	15-08-2021	
2	JUNIOR JOSE COLAN OLIVA	GMAW	WPS - GMAW	JC0	15-08-2021	
3	JHONATAN FRANKS QUISPE ESTRELLA	GMAW	WPS - GMAW	JFQE	15-08-2021	
4	RIGOBERTO CARREÑO CRISPIN	GMAW	WPS - GMAW	RCC	15-08-2021	
5	PABLO CESAR SEVEDON	SMAW	WPS - SMAW	W – 01	15-08-2021	
6	CAMACHO QUISPE	SMAW	WPS - SMAW	W – 02	15-08-2021	
7	CERDA RAMIREZ	SMAW	WPS - SMAW	W – 03	15-08-2021	
8						
9						
 <b>ALQUIMODUL SAC</b> <small>GAVQC</small> <small>Gerente de Calidad</small>			<hr/> <b>Supervisor del Cliente</b>			

FUENTE: PROPIA

### 3.2.12 Fabricación e Inspección

Para la fabricación e inspección se seguirá los pasos descritos en este plan de calidad respetando en todo momento los procedimientos establecidos y el plan de puntos de inspección y ensayos.

**3.2.12.1 Recepción de materia prima:** Para la recepción de materiales se revisará aleatoriamente el 10% por lote, generando la misma cantidad de registros por cada llegada de material.

**FIGURA 54:**

*Inspección en recepción de viga H - W21"X73 lb*



**FUENTE:** PROPIA

**FIGURA 55:**

*Inspección en recepción de tubo cuadrado de 5"*



**FUENTE:** PROPIA

**3.2.12.2 Trazado:** El operario realizara los trazos de acuerdo a los planos de fabricación con instrumentos de medición (escuadras, flexómetros). Teniendo la precaución que el material se encuentre libre de escoria, rebarba y grasa.

**3.2.12.3 Corte:** El operario realiza los cortes del acero con oxiacetileno o por medios mecánicos, con cizallas y esmeriles. El corte de los elementos estructurales sea planchas, perfiles se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las superficies de los cortes serán planos perpendiculares a las caras de los elementos. Los cortes realizados mediante oxicorte serán ejecutados con un mínimo de 3 mm por sobre la medida nominal, ajustándolo luego por el amolado, a la medida del plano.
- Los bordes extremos de planchas soldadas, cortadas de más de 16 mm de espesor que lleven esfuerzos

calculados deberán ser esmerilados y rebajados en 6 mm. Las esquinas reentrantes deberán ser achaflanadas o redondeadas.

- Los bordes serán terminados cuidadosamente, debiendo estar libre de rebabas, filos u ondulaciones.

**FIGURA 56:**

*Corte y habilitado de tubo rectangular 150 x 50 mm*



**FUENTE: PROPIA**



**FIGURA 57:**

*Corte y habilitado de W14" x 30 lb*



**FUENTE:** PROPIA

#### **3.2.12.4 Perforado:**

- Todas las perforaciones se realizarán previamente al proceso de preparación superficial y aplicación de pintura.
- El operario realizara el perforado teniendo en cuenta que los agujeros sean cilíndricos y perpendiculares a las superficies, los bordes serán de corte limpio y sin rebarbas ni rasgaduras.
- Los agujeros se realizarán mediante el taladrado o punzonado. En el caso de ser punzonados se harán a un diámetro menor en 1/8" del diámetro final y se terminarán con el taladrado.

**FIGURA 58:**

*Perforado de plancha*



**FUENTE: PROPIA**

**FIGURA 59:**

*Perforado de plancha*



**FUENTE: PROPIA**

**3.2.12.5 Armado:** El armador revisa el plano de fabricación y verifica que los materiales se encuentren habilitados (las piezas han sido individualizadas con marcas indicadas en los planos de taller). Se trazan las medidas correspondientes del elemento armar (machina). Luego se unen los elementos perfectamente alineados (utilizando niveles y escuadras), uniéndolos con puntos de soldadura. Una vez armada la estructura el supervisor de control de calidad verificara que todas las medidas correspondan al plano y autorizara el soldeo de la estructura.

**FIGURA 60:**

*Armado de Correa techo*



**FUENTE:** PROPIA

### **3.2.12.6 Soldadura:**

- Antes de comenzar con el proceso el soldador revisara que la superficie en la que se va a depositar el metal de soldadura deberá de estar lisa, uniforme y libre de exfoliaciones, salpicadura de soldadura, grietas y otras discontinuidades que puedan afectar adversamente la calidad o la resistencia de la soldadura. Las superficies a soldarse y las superficies adyacentes a la soldadura deberán de estar sin cascarilla de laminación libre o adherida, escoria, óxido, humedad, grasas y otros materiales extraños que puedan impedir una soldadura apropiada o producir gases perjudiciales.
- La remoción del metal de aporte o porciones del metal base puede ser hecha por el soldador con esmeril. Esto debe ser hecho de tal manera que el metal de aporte adyacente o el metal base no se vean afectados. Las porciones de soldadura no conformes deberán de ser eliminadas por el soldador sin una remoción sustancial del metal base. La superficie deberá limpiarse totalmente antes de la soldadura. El metal de aporte deberá depositarse para compensar cualquier diferencia en tamaños.
- Preparación de las Juntas la realizara el oficial de fabricación. El cortado térmico, el esmerilado puede ser usados para la preparación de las juntas, o para remover metal o trabajos no conformes.
- Alineamiento de la Junta a Tope. Las partes a ser unidas por soldadura de junta a tope deberán de ser cuidadosamente alineadas.
- Las caras de la soldadura de filete pueden ser ligeramente convexas, planas, ligeramente cóncavas, la separación entre las partes a soldarse será la mínima posible y en ningún caso excederá de 3/16" (5 mm).



- Las juntas que van a soldarse a tope deberán tener sus bordes mutuamente alineados. No se permiten descuadres mayores de 1/32" (1 mm).
- Los cordones de soldadura son inspeccionados por el Supervisor de Calidad teniendo en cuenta las indicaciones del plano de fabricación y como criterio de aceptación los citados en la AWS D1.1 Tabla 8.1 y con ayuda de los instrumentos calibrados (BRIDGE CAM, WELD FILLET).

**FIGURA 61:**

*Soldadura de viga 1V5.*



**FUENTE: PROPIA**

**FIGURA 62:**

*Soldadura de correa techo T4*



**FUENTE:** PROPIA

### **3.2.12.7 Tolerancias:**

- Es permisible una variación de 1mm en la longitud total de elementos con ambos extremos acabados para apoyo de contacto.
- Los elementos con extremos acabados que serán conectados a otras partes de acero de la estructura, pueden tener una variación de la longitud detallada no mayor que 2 mm para longitudes menores o iguales a 9144m; ni será mayor de 3mm para longitudes mayores a 9144m.
- Los elementos completos deberán estar libres de torcimientos, dobleces y juntas abiertas.

**FIGURA 63:**

*Inspección dimensional de columna*



**FUENTE: PROPIA**

**FIGURA 64:**

*Inspección dimensional de cateto de soldadura*



**FUENTE: PROPIA**



**3.2.12.8 Enderezado:** Se permite la aplicación localizada de calor o medios mecánicos para introducir o corregir las contra flechas, curvaturas o enderezados. La temperatura máxima de calentamiento no deberá exceder los 649 °C.

**FIGURA 65:**

*Enderezado de plancha por calentamiento*



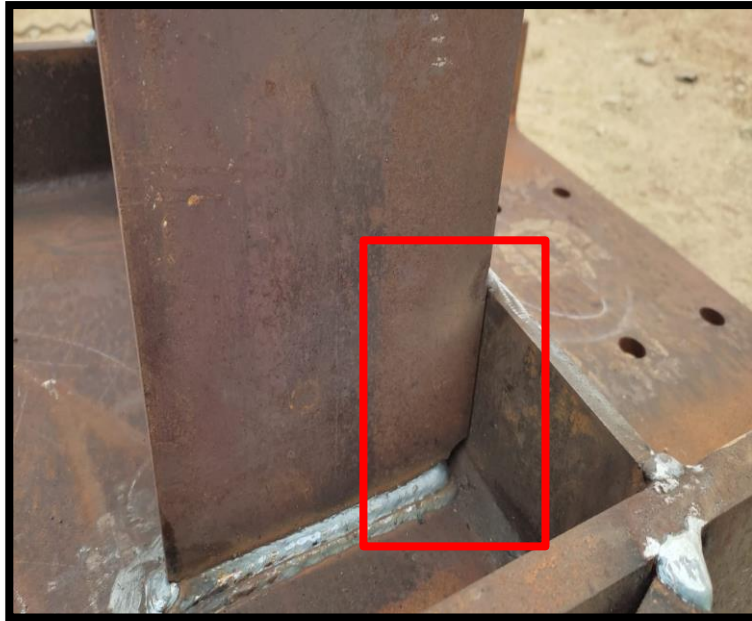
**FUENTE:** PROPIA

**3.2.12.9 Producto no conforme:** Si el supervisor de Calidad durante la inspección de la fabricación de las estructuras encuentra que las estructuras no están conformes con los requisitos del presente plan generara el Producto No Conforme y realizara un re – inspección del elemento cuando se ha realizado la corrección.



**FIGURA 66:**

*Falta cordón de soldadura*



**FUENTE:** PROPIA

**3.2.12.10 Ensayos no destructivos:** ALQUIMODUL SAC realizará pruebas de inspección visual y PT en los puntos de soldadura en no menos del 10% de los elementos principales. Se realizará ensayos de partículas magnéticas, a soldadura a penetración total no menor a 4 elementos.

**FIGURA 67:**

*Inspección por tintes penetrantes*



**FUENTE:** PROPIA

### 3.2.13 Equipos de precisión medición y ensayo

Todos los equipos de precisión, medición y ensayo antes de iniciar la fase operativa del proyecto, deberán poseer certificado de calibración, expedido por una firma especializada o entidad competente.

**FIGURA 68:**

*Galga con certificado de calibración*



**FUENTE:** PROPIA

### 3.2.14 Protocolos de calidad

Se crearán protocolos por especialidad y se registran las inspecciones realizadas y deberán contar por lo menos con la siguiente información:

- Descripción de las actividades ejecutadas y concluidas conforme con las Especificaciones Técnicas y Planos.
- Identificación de cada elemento aprobado y aceptado con su fecha de inspección.
- En los protocolos que se requiera un diagrama de ubicación de las mediciones, se adjuntará en plano donde se ubica el área /estructura aprobada y aceptada. Los planos serán una copia del plano original para que puedan ser verificados por el Supervisor de del Cliente.

- Cuadro para firmas y fecha de los involucrados en la ejecución, aprobación y aceptación de los trabajos.

Los protocolos serán generados a medida que se realizan los trabajos y serán alcanzados al Supervisor de Obra / calidad del cliente en un plazo acordado para su revisión y firma de aceptación.

Los protocolos creados para la fabricación de estructuras son:

- Recepción de materia prima
- Inspección visual y dimensional de soldadura
- Inspección por Tintes Penetrantes
- Lista de Soldadores
- Lista de Equipos Calibrados
- Protocolo de No conformidades
- Protocolo para Partículas Magnéticas

**FIGURA 69:**

*Protocolo de inspección visual y dimensional de soldadura*

		<b>REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL Y DIMENSIONAL DE SOLDADURA</b>					Código:	ALQ-CC-F-021	
							Versión:	02	
							Aprobado:	25/08/2021	
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">+</span>									
PROTOCOLO	FABRICACION	Registro	VT	Fecha	26.08.21	Página	1/2		
Cliente	ANGLOAMERICA								
Objeto de inspección	W21X44	Identificación	COLUMNA C1	Material	ASTM A36	Espesor (mm)	8.89X11.43mm		
Condición superficial	Soldada	Técnica	DIRECTA	Iluminación (Lux)	1400	Tipo	<input checked="" type="radio"/> Natural <input type="radio"/> Artificial		
Procedimiento	ALQ-CC-P-014		Versión		01	Fecha	15/07/2021		
Instrumento	Marca	Modelo		Serie					
1	Galga medidora de soldadura	CAM TYPE GAUGE		MG-8	NO INDICA				
2	WINCHA	KAMASA		KM-895	NO INDICA				
Ítem	COTA NOMINAL	COTA REAL	VARIACION	EVALUACION	Ítem	TIPO DE JUNTA	DEFECTO	INTERPRETACION	EVALUACION
1	4250 mm	4251 mm	+1	ACEPTADO	1	FILETE	NINGUNO	NO RELEVANTE	ACEPTADO
2	376 mm	375 mm	+1	ACEPTADO	2	FILETE	NINGUNO	NO RELEVANTE	ACEPTADO
3	1343 mm	1342 mm	-1	ACEPTADO	3	FILETE	NINGUNO	NO RELEVANTE	ACEPTADO
4	680 mm	682 mm	+2	ACEPTADO	4	FILETE	NINGUNO	NO RELEVANTE	ACEPTADO
5	440 mm	441 mm	+1	ACEPTADO	5	FILETE	NINGUNO	NO RELEVANTE	ACEPTADO
6	138 mm	136 mm	-2	ACEPTADO	6	FILETE	NINGUNO	NO RELEVANTE	ACEPTADO
					7	FILETE	NINGUNO	NO RELEVANTE	ACEPTADO
					8	FILETE	NINGUNO	NO RELEVANTE	ACEPTADO
					9	FILETE	NINGUNO	NO RELEVANTE	ACEPTADO
					10	FILETE	NINGUNO	NO RELEVANTE	ACEPTADO
Mapa de indicaciones (Registro fotográfico)									

FUENTE: PROPIA

**FIGURA 70:**

*Protocolo de inspección visual y dimensional de soldadura*

	<b>REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL Y DIMENSIONAL DE SOLDADURA</b>		Código:	ALQ-CC-F-021
			Versión:	02
			Aprobado:	25/08/2021
				
<b>Conclusiones</b> ACEPTADO				
<b>Ejecutado por:</b> Herick Rodríguez Montánchez		<b>Revisado por:</b> Herick Rodríguez Montánchez		<b>Aprobado por:</b>
 <small>ALQUIMODUL SAC Herick Rodríguez M. Supervisor de Calidad</small>		 <small>ALQUIMODUL SAC Herick Rodríguez M. Supervisor de Calidad</small>		 <small>ALQUIMODUL SAC</small> <b>JOHN ROJAS VARGAS</b> <b>JEFE DE PROYECTO</b> <b>QUELLAVECO</b>
SUPERVISOR NIVEL II ; VT y PT		SUPERVISOR NIVEL II ; VT y PT		Jefe de Proyectos

FUENTE: PROPIA

### 3.2.15 **Dossier de calidad**

El Dossier es el historial del proyecto, contiene todos los formatos elaborados, aprobados y aceptados; en él se detalla mediante evidencias objetivas, el control de todas las actividades realizadas durante el desarrollo de todos los procesos programados, pruebas de campo y ensayos de laboratorio.

Se entregará un dossier de calidad de fabricación y montaje, dicho dossier mantendrá la siguiente estructura:

- Documentos Generales
- Memoria descriptiva del proyecto
- Plan de calidad
- Plan de inspección y pruebas
- Certificados de Homologación de Personal (Soldadores)
- Certificados de Calibración de Equipos
- Certificados de materiales del proyecto
- Procedimientos de Control de Calidad según especialidad
- Protocolos de Control de Calidad según especialidad
- Planos de fabricación, montaje - AS – BUILT
- Lista del PUNCH LITS

### 3.2.16 **Entrega de la obra**

Al término de los trabajos en cada bloque, se realizarán las siguientes actividades como parte de la entrega del producto al cliente:

- Se verificará mediante documentos la realización de todos los controles, inspecciones y ensayos definidos para cada edificio o bloque.
- Se inspeccionará y liberará por edificio o bloque.
- Se guardará registro de todo lo anterior en el Punch List de Edificios y el Acta de entrega de Edificio en la que se identificará: deficiencias del bloque, se señalarán los elementos faltantes y si el bloque esta liberado o no.

### 3.3 RESULTADOS DE ELABORAR UN PLAN DE CALIDAD PARA LA SOLDABILIDAD DE ESTRUCTURAS METÁLICAS CON LA FINALIDAD DE EVITAR RECHAZOS Y NO CONFORMIDADES EN LA FABRICACIÓN DE UN MÓDULO PREFABRICADO FIJO DE DOS NIVELES PARA USO DE TESTIGOTECA.

Se obtuvieron los siguientes resultados en la empresa ALQUIMODUL SAC al crear un plan de calidad para soldar estructuras metálicas con la finalidad de evitar rechazos y no conformidades en la fabricación de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.

3.3.1 Se logra realizar un plan de calidad para mejorar la eficiencia de los procesos de soldabilidad en estructuras metálicas con la finalidad de evitar rechazos y no conformidades en la fabricación de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.

**TABLA 11:**

*Resultado 1.*

	<b>RESULTADOS DE ELABORAR UN PLAN DE CALIDAD</b>	<b>RESULTADOS SIN PLAN DE CALIDAD</b>
SE LOGRA REALIZAR UN PLAN DE CALIDAD PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS DE SOLDABILIDAD EN ESTRUCTURAS METÁLICAS CON LA FINALIDAD DE EVITAR RECHAZOS Y NO CONFORMIDADES EN LA FABRICACIÓN DE UN MÓDULO PREFABRICADO FIJO DE DOS NIVELES PARA	- Se establecen procedimientos de inspección visual de soldadura como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimiento de inspección visual.</li> <li>• Procedimiento de inspección por tintes penetrantes.</li> <li>• Procedimientos de inspección por partículas magnéticas.</li> </ul> Estos procedimientos se muestran en 3.2.7, 3.2.8, 3.2.9.	- No se establecen procedimientos de inspección visual de soldadura, lo que resulta que no se puede llevar a cabo una correcta inspección de calidad, en consecuencia, se tiene varios rechazos y no conformidades.
	- Se establece un Plan de Puntos de Inspección y ensayos, lo cual se muestra en 3.2.10.	- Sin la elaboración de un Plan de Puntos de Inspección no se



USO DE TESTIGOTECA.		puede proyectar y ejecutar todas las inspecciones en la fabricación, teniendo el riesgo de tener reprocesos y no conformidades detectadas posteriormente a la fabricación.
SE LOGRA REALIZAR UN PLAN DE CALIDAD PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA EN ESTRUCTURAS METÁLICAS CON LA FINALIDAD DE EVITAR RECHAZOS Y NO CONFORMIDADES EN LA FABRICACIÓN DE UN MÓDULO PREFABRICADO FIJO DE DOS NIVELES PARA USO DE TESTIGOTECA.	<p>- Se establece criterios de fabricación antes, durante y después de la soldabilidad de estructuras metálicas. Estos criterios de fabricación se muestran en el ítem 3.2.12.</p> <p>Además, se elabora un programa de equipos de medición para que estos sean calibrados antes de su utilización, así se asegura una buena medición de los elementos fabricados y se evita tener mediciones erróneas no tan exactas a la hora de que se está fabricando e inspeccionando una estructura metálica. Esto se muestra en el ítem 3.2.13 y en el Anexo 9 y 10.</p>	<p>- Sin estos criterios de fabricación en todo el proceso de la soldabilidad no se podrá dar una correcta fabricación, lo que conlleva a tener muchos reprocesos, no conformidades, retrasos en tiempos de ejecución y pérdidas económicas. Por otra parte, si trabajamos sin ningún programa de calibración de equipos de medición se corre el riesgo de tener valores no tan exactos en medidas, a la hora fabricación e inspección en campo por no calibrar los instrumentos antes de su utilización.</p>
	<p>- Se establecen protocolos de liberación a fin de documentar lo inspeccionado en campo, que se muestran en el ítem 3.2.14 y Anexos 14, 15 y 16, como también se</p>	<p>- Sin la elaboración de formatos de protocolos de liberación no se</p>



	establece la forma de elaborar un DOSSIER DE CALIDAD para entregar toda la documentación relacionada al proyecto, esto se muestra en el ítem 3.2.15.	puede documentar lo inspeccionado en campo, teniendo problemas en el momento de entregar evidencias al cliente sobre el control que se a llevado, también se tendrá dificultades a la hora de realizar el DOSSIER DE CALIDAD ya que los protocolos forman parte de un DOSSIER DE CALIDAD.
--	--	---

3.3.2 *Se logra Elaborar un Plan de Calidad de soldabilidad para reducir los tiempos y costos en la fabricación de estructuras metálicas de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.*

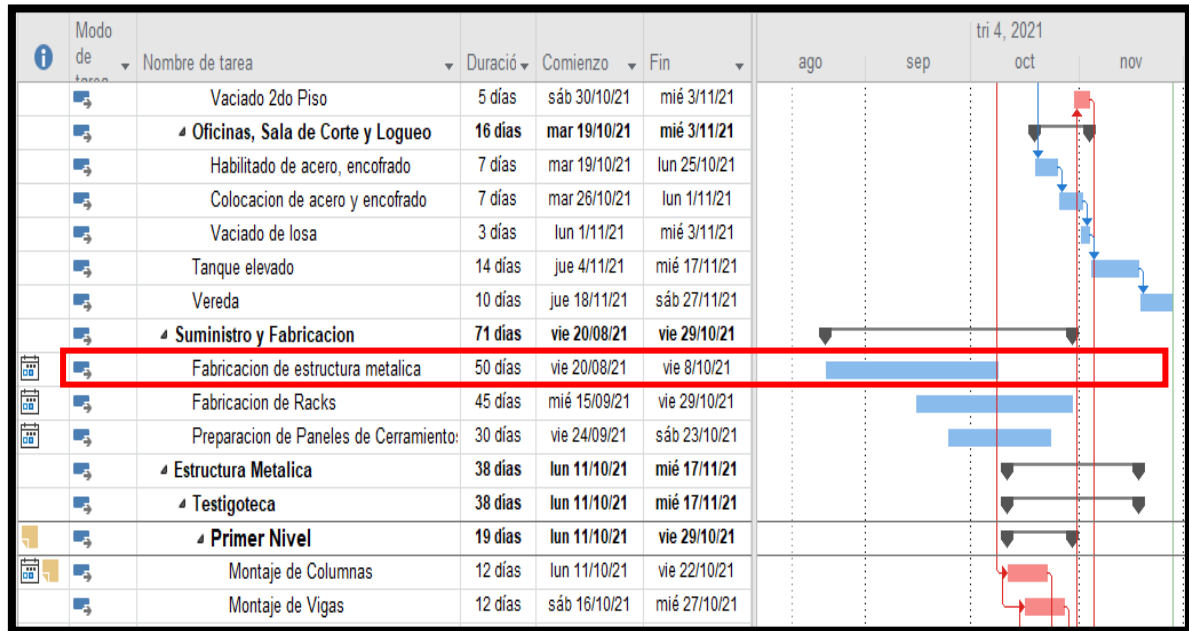
**TABLA 12:**  
*Resultado 2.*

	<b>RESULTADOS DE ELABORAR UN PLAN DE CALIDAD</b>	<b>RESULTADOS SIN PLAN DE CALIDAD</b>
	- Mediante la elaboración de un plan de calidad se reduce los tiempos en fabricación en horas hombres ya que todo frente de trabajo está siendo permanentemente controlado lo que conlleva a detectar errores antes de la soldadura minimizando los reprocesos. El proyecto tenía 60 días para la fabricación con la elaboración del plan de calidad y se logró terminar en 50 días.	Sin la elaboración de un plan de calidad no se puede controlar todos los frentes de trabajo lo que es un riesgo ya que los errores en fabricación no se detectan a tiempo generando retrasos a la hora

<p>SE LOGRA ELABORAR UN PLAN DE CALIDAD DE SOLDABILIDAD PARA REDUCIR LOS TIEMPOS Y COSTOS EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE UN MODULO PREFABRICADO FIJO DE DOS NIVELES PARA USO DE TESTIGOTECA.</p>		<p>de corregirlos y habrá una mayor demanda de horas hombres alargando considerablemente en tiempo de ejecución del proyecto, por lo tanto, si se tiene un plazo de 60 días para toda la fabricación lo más probable es que se extienda considerablemente los días de fabricación.</p>
	<p>- Al tener controlado los frentes de trabajo podemos minimizar los errores en fabricación o poder hacer el debido seguimiento a las no conformidades reduciendo los costos que generaría los reprocesos por horas hombre y horas maquinas además las pérdidas de material consumible. Generando finalmente grandes ahorros que serán plasmados en la tabla 20 donde se muestra el resumen de todos los ahorros generados.</p>	<p>- Al no tener controlado los frentes de trabajo no podemos minimizar los errores entonces se dará muchas no conformidades generando en reprocesos en horas hombre y horas maquinas excediendo el presupuesto ya lo establecido para dicha fabricación.</p>

**FIGURA 71:**

*Cronograma final del proyecto a 50 días.*



Los costos de fabricación del proyecto son minimizados ya que inicialmente se tenía una proyección para fabricar de 60 días, con 22 trabajadores y 176 hh por día. Pero se logra realizar toda la fabricación en 50 días, con 22 y un total de 176 hh al día, lo que significa un ahorro importante para la empresa en gastos de fabricación, ya que sin la elaboración de un plan de calidad para soldar estructuras metálicas el tiempo de fabricación sobrepasaría los 60 días ya programados.

A continuación, se muestra los gastos generados con un plan de calidad y sin un plan de calidad.

**TABLA 13:***Costos de mano de obra con un plan de calidad.*

STAFF MANO DE OBRA QUELLAVECO			DESCRIPCION			
	Días	Und.	Cant.	Costo Unit.	Costo Total	
1	Supervisor de Montaje	50	Días	1	150.00	7,500.00
2	Supervisor de SSOMA	50	Días	1	120.00	6,000.00
3	Operarios	50	Días	20	150.00	150,000.00
5	Horas Maquinas	25	%			37,500.00
<b>TOTAL</b>						<b>S/ 201,000.00</b>

**TABLA 14:***Costos de mano de obra sin un plan de calidad.*

STAFF MANO DE OBRA QUELLAVECO			DESCRIPCION			
	Días	Und.	Cant.	Costo Unit.	Costo Total	
1	Supervisor de Montaje	60	Días	1	150.00	9,000.00
2	Supervisor de SSOMA	60	Días	1	120.00	7,200.00
3	Operarios	60	Días	20	150.00	180,000.00
5	Herramientas Menores	25	%			45,000.00
<b>TOTAL</b>						<b>S/ 241,200.00</b>

**TABLA 15:***Comparativo de Costos de mano de obra con/sin plan de calidad.*

COSTO DE MANO DE OBRA PARA SOLDAR ESTRUCTURAS METALICAS SIN UN PLAN DE CALIDAD.				COSTO DE MANO DE OBRA PARA SOLDAR ESTRUCTURAS METALICAS CON UN PLAN DE CALIDAD.			
Tiempo de fabricación	Número de trabajadores	HH por 60 días	Costo de mano de obra por 60 días	Tiempo de fabricación	Número de trabajadores	HH por 50 días	Costo de mano de obra por día por 50 días
60 días a mas	22	10,560 hh	S/. 241,200	50 días	22	8,800 hh	S/. 201,000

Se muestra una diferencia de gastos elaborando un plan de calidad con respecto a que no se elabora un plan de calidad de diferencia final de gastos en mano de obra es de S/. 40,200.

**TABLA 16:***Costos de materiales con un plan de calidad.*

<b>GASTOS EN MATERIALES CONSUMIBLES</b>		<b>DESCRIPCION</b>				
		<b>Días</b>	<b>Und.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Costo Total</b>
1	120 rollos de SOLDAMIG ER70S - 6	50	ROLLOS	120	135.00	16,200.00
2	Mezcla Argomig	50	m <sup>3</sup>	120	180.00	21,600.00
3	Materiales menores	50	varios		30.00	1,500.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/</b>	<b>39,300.00</b>

**TABLA 17:***Costos de materiales sin un plan de calidad.*

<b>GASTOS EN MATERIALES CONSUMIBLES</b>		<b>DESCRIPCION</b>				
		<b>Días</b>	<b>Und.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Costo Total</b>
1	144 rollos de SOLDAMIG ER70S - 6	60	ROLLOS	144	135.00	19,440.00
2	mezcla Argomig	60	m <sup>3</sup>	144	180.00	25,920.00
3	Materiales menores	60	varios		30.00	1,800.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/</b>	<b>47,160.00</b>

Se observa un ahorro en material consumibles de S/. 7,860.

**TABLA 18:***Costos generales con un plan de calidad.*

<b>GASTOS GENERALES</b>		<b>DESCRIPCION</b>			
		<b>Und.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Costo Total</b>
1	SCTR del personal	Personas	22	13.84	304.47
2	Solicitan Examen Médico Ocupacional por Proyecto	Personas	10	141.03	1,410.29
3	Implementos de seguridad estándar (Epps)	Personas	22	65.81	1,447.90
4	Planos de Ingeniería	m <sup>2</sup>	144.4	3.38	488.75
5	Otros gastos (alquiler de dos montacargas)	x hora	180	100.00	18,000.00
6	Otros gastos (homologación de soldadores)	Personas	6	200.00	1,200.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/.</b> <b>22,851.41</b>

**TABLA 19:***Costos generales sin un plan de calidad.*

<b>GASTOS GENERALES</b>		DESCRIPCION			
		Und.	Cant.	Costo Unit.	Costo Total
1	SCTR del personal	Personas	22	13.84	304.47
2	Solicitan Examen Médico Ocupacional por Proyecto	Personas	10	141.03	1,410.29
3	Implementos de seguridad estándar (Epps)	Personas	22	65.81	1,447.90
4	Planos de Ingeniería	m2	144.4	3.38	488.75
5	Otros gastos (alquiler de dos montacargas)	x hora	240	100.00	24,000.00
6	Otros gastos (Sin homologación de soldadores) considerar reparaciones constantes	Personas	6	3,000.00	18,000.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 45,651.41</b>

Se observa un ahorro en gastos generales de S/. 22,800.

**TABLA 20:***Comparativo del costo total con/sin plan de calidad.*

<b>Comparativo de total de Costos</b>		DESCRIPCION		
		Con plan de Calidad	Sin plan de calidad	Ahorro
-				
1	STAFF MANO DE OBRA QUELLAVECO	<b>S/. 201,000.00</b>	<b>S/. 241,200.00</b>	<b>S/. 40,200.00</b>
2	GASTOS EN MATERIALES CONSUMIBLES	<b>S/. 47,160.00</b>	<b>S/. 39,300.00</b>	<b>S/. 7,860.00</b>
3	GASTOS GENERALES	<b>S/. 22,851.41</b>	<b>S/. 45,651.41</b>	<b>S/. 22,800.00</b>
<b>TOTAL DE AHORRO</b>				<b>S/. 70,860.00</b>

3.3.3 Se logra elaborar un Plan de Calidad de soldabilidad para incrementar las competencias del personal y mejorar los criterios de inspección de soldadura en la Fabricación de estructuras metálicas de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.

**Tabla 21:**

*Resultado 3.*

SE LOGRA ELABORAR UN PLAN DE CALIDAD DE SOLDABILIDAD PARA INCREMENTAR LAS COMPETENCIAS DEL PERSONAL Y MEJORAR LOS CRITERIOS DE LIBERACIÓN DE SOLDADURA EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE UN MÓDULO PREFABRICADO FIJO DE DOS NIVELES PARA USO DE TESTIGOTECA.	RESULTADOS DE ELABORAR UN PLAN DE CALIDAD	RESULTADOS SIN PLAN DE CALIDAD
	<p>- Se realizo la elaboración del WPS, PQR y WPQ para soldar proceso GMAW y SMAW y también se logró las homologaciones de los soldadores en dichos procesos mejorando la habilidad en el proceso de soldeo. en el ítem 3.2.11 se muestra la manera de elaborar dichos procedimientos que ayudaran a la mejora de competencia del personal soldador. En la figura 53 se muestra la lista de soldares que lograron homologarse y en la figura 72, 73, Anexo 11, 12 y 13 los certificados de homologación de los soldadores.</p>	<p>- Sin un plan de calidad donde se indique la manera adecuada de homologación de soldadores, nunca se podrá mejorar las competencias de dicho personal soldador, obteniendo como resultado un trabajo con muchos errores en soldadura, cordones de soldadura con discontinuidades.</p>
	<p>- Se capacito al personal de supervisión para mejorar sus criterios de inspección y aceptación de soldabilidad en normativa AWS, logrando ser certificados como nivel II de inspección según el SNT-TC-1A 2016. Esto se muestra en el anexo También a los operarios armadores y ayudantes para que tengan mejor facilidad en realizar los trabajos.</p>	<p>- Sin capacitación al personal supervisor, se tendría criterios de inspección de soldadura empíricos, lo que resultaría en realizar mal la liberación de elementos soldados. También a los operarios armadores sin charlas sobre fabricación de estructuras metálicas se</p>



		tendría muchos errores a la hora de la fabricación.
--	--	---

A continuación, se muestra la calificación de soldadores WPQ, logrado en la empresa ALQUIMODUL SAC.



FIGURA 72:


WPQ GMAW Junior Colan

	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DEL DESEMPEÑO DEL SOLDADOR</b> (WELDER PERFORMANCE QUALIFICATION - WPQ)		Código: 001-WPQ-001
			Revisión: 0
			Fecha: 01.10.18
			Páginas: 1 de 1
Cliente: <b>END INGENIERIA INSPECCION Y CONSULTORIA SAC</b>			
WPQ Nro.: <b>WPQ-END-04-21</b>		Norma o Especificación: <b>AWS D1.1-D1.1M-2008 Structural Welding Code-Steel</b>	
<b>DESCRIPCION DE LA PRUEBA:</b>			
Nombre del soldador: <b>ANDRÉS COLAN COLAN</b> CNI: <b>476666</b> Examen No.: <b>00</b> Fecha de calificación: <b>04-09-2017</b> Mes: <b>0</b>			
Identificación del WPQ asignado por el soldador: <b>WPQ-0001-001</b> Res.: <b>0</b> Copia de prueba: <b>00</b> Evidencia de producción: <b>00</b>			
<b>CONDICIONES DE PRUEBA Y LIMITES DE CALIFICACION:</b>			
Variables de soldadura		Valores usados en la calificación	Rango calificado
Proceso(s) de soldadura		OSMW	OSMW
Tipo usado (Por ejemplo: Manual, Semiautomático, Máquina, Automático)		Semiautomático	Semiautomático
Especificación y Grado del Metal base		A572-60	Todos del Grupo 1 (Ver Tabla 5.1 AWS D1.1)
Metal base: Grupo No.: <input checked="" type="checkbox"/> P. Número: <input type="checkbox"/>	Grupo 1		
Calificación en:	Plancha: <input checked="" type="checkbox"/> Tablero: <input type="checkbox"/> Gama: <input type="checkbox"/>	---	---
	Espesor de Tablero: <input type="checkbox"/> Ranura: <input type="checkbox"/>	---	3 mm a 6.35mm Max. <sup>4</sup>
	Espesor en Plancha: <input checked="" type="checkbox"/> Ranura: <input type="checkbox"/>	3.00 mm	Limitado (Tabla 5.11, Nota 4)
	Placa: <input type="checkbox"/>	---	Limitado (Tabla 5.11, Nota 4)
Resqueño Utilizado:	Resqueño de soldadura: <input checked="" type="checkbox"/> Resqueño Metal Backing: <input type="checkbox"/>	Con resqueño Anterior	Con resqueño Anterior
Metales de aporte	Clasificación:	E575-E	---
	Especificación:	AWS/E6 A5.18	AWS/E6 A5.18
	Grupo No.:	---	---
Posición de Calificación:		00	6 ranuras (FUP, CJP): Plana Horizontal y vertical 8 Ranuras: Plana Horizontal y Vertical
Progresión de soldadura:		---	---
Tipo de corriente (CA o CC) / Polaridad de corriente (CCP+ o CCP-):		CCP	CCP
NOTAS: Tabla 5.11, Nota 4 (Sección aplica para soldar cualquier tamaño de soldadura de fillet o JWP en cualquier posición de placa, tablero o tablero)			
<b>RESULTADOS:</b>			
Inspección visual de soldadura: Aprobado: <input checked="" type="checkbox"/> Rechazado: <input type="checkbox"/>			
Ensayo de doble pulido: Informe No.: <b>END/ALQUIMODUL-04-21</b> Rata y cara horizontal: <input checked="" type="checkbox"/> Rata y cara longitudinal: <input type="checkbox"/> Lado: <input type="checkbox"/>			
Equipos:		Equipos:	
ALQUIMODUL-01	Conforme	ALQUIMODUL-01	Conforme
Otro Ensayo: Informe No.:		Informe No.:	
Bateria atropo	Resultado	Bateria de Fillet (Penetración en Rata)	Cabeza de la Soldadura
Ensayo de Nick Break: Informe No.:		Informe No.:	
Equipos	Resultado	Equipos	Resultado
Ensayo de Tracción: Informe No.:		Informe No.:	
Equipos	Resultado	Equipos	Resultado
Ensayo Volumétrico: Informe No.:			
ITEM	Resultado	Informe	Observaciones
APROBACION FINAL			
Inspector de Soldadura		Supervisor de Calidad	
 Wpqr/End/Andrés Colan CNI 476666 CCP 4710000			
Fecha:		Fecha:	

FUENTE: PROPIA

FIGURA 73:

WPQ GMAW Junior Colan

	<b>REGISTRO DE ENSAYO DE DOBLEZ MECANICO</b>	<b>RE- END-001</b>	
		HOJA:	1 de 1
		EMISION:	27/09/19
		REVISION:	0

Informe N°: END-ALQUIMODUL-04-21



<b>ENSAYO REQUERIDO POR:</b> ALQUIMODUL S.A.C.	<b>LUGAR DE PRUEBA DE ENSAYO:</b> Ciudad de Lima- Laboratorio ENDIICSAC
<b>REALIZADO POR:</b> Ing. Willanson Rosales Ch.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 04-09-2021
<b>NORMA/CÓDIGO DE REFERENCIA:</b> AWS D1.1 / D1.1M : 2020	<b>MATERIAL BASE:</b> ASTM A36


**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Ítem	Identificación	Aceptación Visual	Opción #1 Ensayo de doblado	Opción #2 Ensayo de Tracción	Opción #3 Ensayo de Torsión
1	ALQUIMODUL-R1	Conforme	Conforme	-----	-----
2	ALQUIMODUL-C1	Conforme	Conforme	-----	-----
---	-----	-----	-----	-----	-----
---	-----	-----	-----	-----	-----
---	-----	-----	-----	-----	-----
---	-----	-----	-----	-----	-----
---	-----	-----	-----	-----	-----
---	-----	-----	-----	-----	-----
---	-----	-----	-----	-----	-----

Ensayo mecánico realizado por: END INGENIERIA INSPECCION Y CONSULTORIA S.A.C. Fecha: 04-09-2021  
 Nosotros, los firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras de ensayo fueron preparadas y probadas en conformidad con los requisitos de AWS D1.1 / D1.1M: 2020.

**APROBACION FINAL**  
 Fecha: 04-09-2021

 Responsable del ensayo	 CWI
---	---



FUENTE: PROPIA

FIGURA 74:

Formato de charlas, tema construcción de estructuras metálicas

alquimodul		REGISTRO DE ASISTENCIA		Código:	ALQ-595-F-020
ALQUIMODUL SAC - RUC: 20567960374 - Prolongación Ramon Castilla Mz G-31 S Es Fundo las Salinas - Lurin - Lima - Fabricación de Otros Prod. Elaborados del Metal N.C.P				Versión:	03
				Aprobado:	22/05/2021
Inducción / Reinducción	<input type="checkbox"/>	Capacitación / Entrenamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	Cursos / Taller	<input type="checkbox"/>
		Reunión diaria	<input type="checkbox"/>	Simulacro	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>				
Tema: <b>Procedimientos Para Sobre Estructuras Metálicas</b>				Fecha:	20/08/21
Expositor/Entrenador:		Ocupación Capacitador:		Hora inicio:	8:00 am
Empresa: <b>Alvimohat</b>	<input type="checkbox"/> Seg. y/o Salud	<input checked="" type="checkbox"/> Calidad	<input type="checkbox"/> Interna	N° Horas: <b>3 horas</b>	
Proyecto: <b>Construcción de botigotas</b>	<input type="checkbox"/> Medioambiente	<input type="checkbox"/> Otro	<input type="checkbox"/> Externa		
No	APELLIDOS Y NOMBRES	N° DNI	CARGO	AREA	FIRMA
1	Chaca Jose Luis	002740164	Armador	Planta	[Firma]
2	Rios Macedo cho	47418223	Armador	Planta	[Firma]
3	SOJO PILES NANCY	00374012	Armador	"	[Firma]
4	Cuevas Rivera Marcelo	70090269	Armador	"	[Firma]
5	Acevedo Rodriguez Cristian	47459770	Armador	"	[Firma]
6	Acevedo Indira Juan Carlos	47525925	Ayudante	"	[Firma]
7	Orasco Martinez Miguel	71027769	Ayudante	"	[Firma]
8	Silveira Mitchel	43174836	Ayudante	"	[Firma]
9	Franco Borges	12989808	Subalterno	"	[Firma]
10	Rigoberto Canero Cipri	42024660	Subalterno	"	[Firma]
11	Juan Carlos	47049611	Subalterno	"	[Firma]
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
				<b>Total de trabajadores:</b>	
OBSERVACIONES:					
* Se realizó las charlas					
Nombre:		Heidek Rodriguez Mont.		Firma del Expositor	
Cargo:		Supervisor		[Firma]	

FUENTE: PROPIA

3.3.4 Se logro elaborar un Plan de Calidad de soldabilidad para programar y revisar las inspecciones o pruebas de calidad en los distintos frentes de trabajo en la fabricación de estructuras metálicas de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.

**TABLA 22:**

*Resultado 4.*

SE LOGRO ELABORAR UN PLAN DE CALIDAD DE SOLDABILIDAD PARA PROGRAMAR Y REVISAR LAS INSPECCIONES O PRUEBAS DE CALIDAD EN LOS DISTINTOS FRENTES DE TRABAJO EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE UN MÓDULO PREFABRICADO FIJO DE DOS NIVELES PARA USO DE TESTIGOTECA.	RESULTADOS DE ELABORAR UN PLAN DE CALIDAD	RESULTADOS SIN PLAN DE CALIDAD
	- Se elaboro el plan de puntos de inspección y ensayos, para tener proyectado cada inspección por cada frente de trabajo, logrando el 100 % de inspección visual y dimensional de soldadura, no menos del 10% de tintes penetrantes, dichos controles se establecen en los protocolos de liberación. Este plan de puntos de inspección y ensayos se muestra desarrollado en el ítem 3.2.10.	- Sin la elaboración de un plan de puntos de inspección no se podría elaborar una proyección para inspeccionar todos los frentes de trabajo, lo que resulta muchas veces dejar sin inspeccionar muchas estructuras soldadas o dejar de realizar los ensayos no destructivos por falta de programación.

## CONCLUSIONES

- En este trabajo se elaboró un Plan de Calidad donde se consigue la mejora de la eficiencia de todos los procesos de soldabilidad en la fabricación de estructuras metálicas para un módulo prefabricado fijo, estos procesos descritos en todo el ítem 3.2, nos muestra la correcta forma de llevar a cabo todos los procesos de soldabilidad desde el inicio de la fabricación hasta el final, con una buena elaboración de un plan de calidad evitamos y reducimos el porcentaje de rechazos y no conformidades en la fabricación de estructuras metálicas para un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.
  
- Con este trabajo se redujo los tiempos de fabricación de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca, de 60 días proyectados para la fabricación, a 50 días finales, como se muestra en la figura 71 Cronograma final de proyecto, ya que todo frente de trabajo está siendo controlando, evitando pérdidas de tiempo por las no conformidades encontradas en la fabricación, que se convierten en reprocesos que generan un alargamiento en el cronograma final de proyecto. La reducción de los costos se verá reflejado en la reducción de pagos de horas hombres, materiales consumibles y gastos generales, obteniendo un ahorro final de S/. 70,860.00 mostrados en la tabla 20 comparativo de costos con/sin plan de calidad, por lo que se concluye la reducción de los costos del proyecto.
  
- Con este trabajo de elaboración de un plan de calidad para la soldabilidad de estructuras metálicas se garantiza el incremento de las competencias del personal ya que los soldadores lograron homologarse en procesos GMAW y SMAW como se muestra en la figura 53, figura 72, Anexo 11, Anexo 12, se brindó capacitación sobre criterios de inspección de soldadura para asegurar la correcta liberación de estructuras metálicas y evitar no conformidades por criterios erróneos de liberación, en el Anexo 3 se muestra el certificado nivel II logrado por colaborador Yhon Cauti . Con un personal más competitivo la empresa Alquimodul SAC no tendrá problemas al competir con otras empresas

del mismo rubro y dará más confianza a sus clientes a la hora de ejecutar un proyecto.

- Con este trabajo se programó y reviso todas las actividades de inspección visual, dimensional y pruebas de calidad como ensayos no destructivos en los distintos frentes de trabajos mediante un plan de puntos de inspección y ensayos (PPI) desarrollado en el ítem 3.2.10, dichas inspecciones se reflejan en los diferentes protocolos de liberación mencionados en el ítems 3.2.14, a fin de tener proyectados todas las tareas para la soldabilidad de estructuras metálicas de un módulo prefabricado fijo de dos niveles para uso de testigoteca.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda, elaborar un Plan de Calidad para mejorar la eficiencia de los procesos de soldabilidad para todo proyecto donde se tenga que fabricar estructuras metálicas para módulos prefabricados fijos, donde se describa la manera correcta de ejecutar cada uno de los procesos que conllevan a soldar estructuras metálicas a fin de no tener reportes de rechazos y no conformidades antes, durante y después de la fabricación.
  
- También se sugiere, elaborar un Plan de Calidad de soldabilidad, para reducir los tiempos que se emplean para la fabricación de estructuras metálicas controlando todos los frentes de trabajo a fin de evitar retrasos en reprocesos generados por las no conformidades, de la misma forma se recomienda elaborar un Plan de Calidad de soldabilidad, para reducir los costos de horas hombres, horas maquinas, materiales consumibles y costos generales en la fabricación de estructuras metálicas de un módulo prefabricado.
  
- De igual manera se recomienda, elaborar un Plan de Calidad de soldabilidad, para incrementar las competencias del personal a través de homologaciones de soldadores, realizando constantes capacitaciones al personal sobre criterios de inspección y liberación de soldadura para evitar rechazos y no conformidades por tener criterios empíricos de inspección.
  
- De la misma forma se recomienda, elaborar un Plan de Calidad para programar y revisar las inspecciones o pruebas de calidad como ensayos no destructivos en los distintos frentes de trabajo mediante un plan de puntos de inspección y ensayos (PPI), para que luego dichos controles realizados en los distintos frentes de trabajo se establezcan en los protocolos de liberación. Teniendo los diferentes frentes de trabajo ya controlados mediante un PPI se reduce el porcentaje de no conformidades.

## REFERENCIAS

- Arce, O. (2020). *Curso de Especializacion: Inspeccion Visual nivel II*. Lima: Instituto Mars Ultor.
- AWS A3.0. (2020). *Términos de Soldadura Estándar y Dfinición*. Norte America , EEUU: American Welding Society.
- AWS D1.1 . (2020). *Codigo de Soldadura estructural - Acero* . Norte America: American Welding Society.
- AWS D2.4. (2012). *Simbolos Normalizados para Soldeo, Soldeo fuerte y Examen no Destructivos*. Norte america, EEUU: American Welding Society.
- Baros, W. (2007). *Mejoramiento del proceso de Inspeccion tecnica en la soldadura para la empresa INGENIERIA APLICADA*. Tesis de pregrado, Universidad Politecnica Nacional, Quito - Ecuador.
- Barrera Campos, D. F. (2018). *Implementacion de un plan de calidad para obras metal mecanicas en la empresa VYP ICE S.A.C*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Peru, Huancayo.
- Caisaguano Vega, D. A. (2013). *Desarrollo del procedimientos de soldaduras, calificacion de soldadores y colntrol de calidad de estructuras soldadas de acuerdo con AWS D1.1 2010*. Tesis de pregrado, Escuela superior politecnica de chimborazo, Riobomba - Ecuador.
- Canga Ortiz, A., & Beltran Ramirez, C. (2019). *Control de Calidad en la Soldadura de la Estructura Metalica del Terminal de Transporte Terrestre del Canton Gualaceo de la Provincia del Azuay*. Tesis Pregrado, Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca - Ecuador.
- Cusiyupanqui Chicchon, C. F. (2003). *Control de calidad de planta en la fabricación de bolígrafos y plumones*. Monografia, Universidad Nacional Mayor de San Marcos., Lima, Lima.
- Estudio y Clasificacion de los aceros. (28 de Setiembre de 2021). *Ingemecanica.com*. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn101.html>
- Flores Cipriano , M. (2019). *Implementación de un Sistema de Control de Calidad para procesosde Soldadura segun las normas AWS D1.1 y Codigos ASME B31.3/IX para tuberias de acero al carbono en la empresa ERMI*



- Instalaciones & Mantenimiento S.A.C.* Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del peru, Lima, Lima.
- Guitierrez Chuquispuma, R. J. (2017). *Aplicacion de la norma AWS D1.1 en la inspeccion de soldadura en las uniones de las estructuras metalicas, del proyecto de ampliacion de la refeneria de talara*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Lima.
- ISO 9000. (2015). *Norma Internacional ISO 9000*. Ginebra - Suiza: ATR.
- ISOTools EXCELLENCE. (27 de Julio de 2015). *PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DE LA EXCELENCIA*. Obtenido de <https://www.isotools.org/2015/07/27/5-ejemplos-de-indicadores-de-calidad-que-no-pueden-faltar-en-tu-plan/>
- La inciclopedia del acero. (9 de Abril de 2021). *Aceropedia*. Obtenido de <http://aceropedia.com/definicion/norma-astm/>
- Maximiliano Mobilia, & Juan José M. Burroni. (1999). *Tecnología de Inspeccion de Soldadura*. (Ing. M. Cristina Tiracchia, & Ing. Raúl Cadenas, Trads.) Norte America: American Welding Society.
- Santillan , J. (2020). Curso de Elaboracion de Elaboracion de Dossier de Calidad. *Curso de Especializacion* (págs. 1-294). Lima: Centro de Instruccion de Soldadores - CISold.
- SOLDEXA. (2017). Aplicacion en la industria del proceso SMAW. *Curso de Especializacion de soldadura SMAW* (pág. 36). Lima: Soldexa.
- Vargas Triveño, J. (2017). *Control de Calidad aplicado a la fabricacion de estructuras metalicas del proyecto Modernizacion de la Refineria de Talara (PMRT) guiado de la norma AWS D1.1*. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur . Lima: Publicaciones Untels.

## ANEXOS



**ANEXO 1:** Certificado de inspección visual de soldadura nivel II.



**ANEXO 2:** Certificado de inspección por tintes penetrantes nivel 2.



## ATAM NDT SAC

Certifica que e:

### YHON PHOOL CAUTI ESPEJO

Ha cumplido con los requisitos establecidos para la certificación, Según la práctica recomendada SNT TC 1A - 2016, como:

#### PARTICULAS MAGNETICAS - NIVEL II

Examen General	80 %
Examen Especifico	80 %
Examen Práctico	83 %
Promedio	81 %

Este Certificado puede ser usado por el portador como evidencia de haber completado la examinación General, Especifico y Práctico de manera satisfactoria, Según el procedimiento de Certificación (Practica Escrita) de ATAM NDT SAC, ha sido Completada.

**Ing. Alfredo Tenorio M.**  
ASNT NDT Level III Cert. 193571



Certificado Numero : YPCE MT- 060921  
Fecha de Emisión : 06/09/2021  
Fecha de Expiración : 05/09/2026

Este certificado es propiedad de ATAM NDT SAC y está sujeto a revocación antes de la fecha de expiración consignada.

**ANEXO 3:** Certificado de Inspección por Partículas magnéticas

## ACTA DE ENTREGA DE DOCUMENTOS

DOSSIER DE CALIDAD - ALQUIMODUL

Lima, Lurin

Señores:



Jefe de Proyectos Ing. Jhon Rojas, proyecto "CONSTRUCCIÓN DE LA TESTIGOTECA DE GEOLOGÍA"

Por el presente documento se deja constancia de la entrega del DOSSIER DE CALIDAD.

- Documentos Generales
- Memoria descriptiva del proyecto
- Plan de calidad
- Plan de inspección y pruebas
- Certificados de Homologación de Personal (Soldadores)
- Certificados de Calibración de Equipos
- Certificados de materiales del proyecto
- Procedimientos de Control de Calidad según especialidad
- Protocolos de Control de Calidad según especialidad
- Planos de fabricación, montaje - AS – BUILT
- Lista del PUNCH LITS

Sin otro en particular, se firma la conformidad de ambas partes.

Atentamente,

SUPERVISION DE CALIDAD	APROBADO POR
 <p>ALQUIMODUL S.A.C. SUPERVISOR DE CALIDAD</p>	 <p>ALQUIMODUL S.A.C. JOHN ROJAS VARGAS JEFE DE PROYECTO QUELLAVECO</p>

**ANEXO 4:** Acta de entrega de dossier de calidad.

## ACTA DE ENTREGA DE FABRICACIÓN

### FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS - ALQUIMODUL

Lima, Lurín

Señores:



Jefe de Proyectos Ing. Jhon Rojas, proyecto "CONSTRUCCIÓN DE LA TESTIGOTECA DE GEOLOGÍA"

Por el presente documento se deja constancia de la entrega de acabado satisfactoriamente la fabricación del proyecto "CONSTRUCCIÓN DE LA TESTIGOTECA DE GEOLOGÍA"

- Columnas principales
- Vigas principales
- Correas techo
- Largueros
- Parantes
- Tijerales techo
- Correas principales
- Columnas segundo piso

Sin otro en particular, se firma la conformidad de ambas partes.

Atentamente.

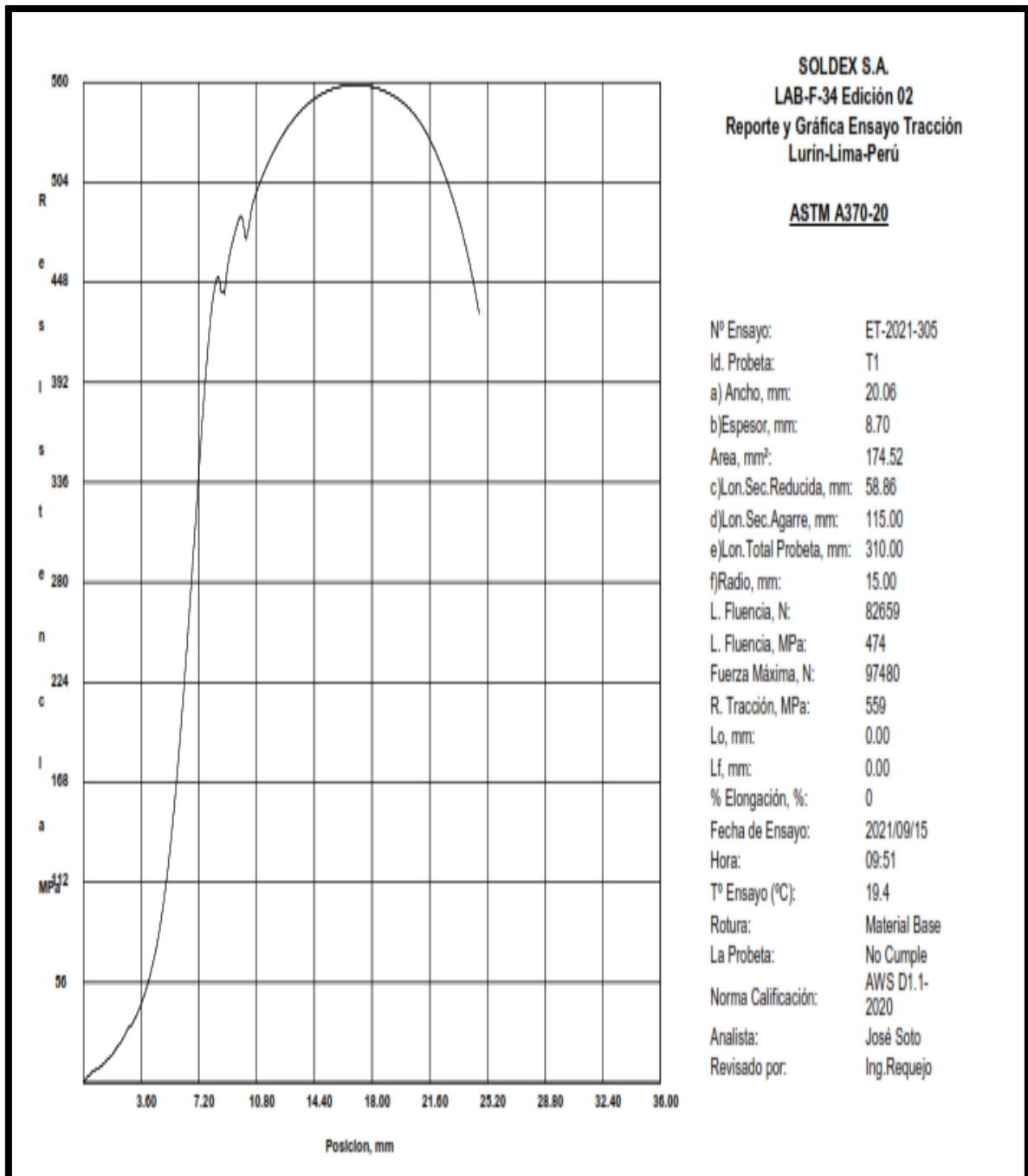
SUPERVISION DE CALIDAD	APROBADO POR
 ALQUIMODUL S.A.O Carlos Rodríguez M. Supervisor de Calidad	 ALQUIMODUL S.A.C. JOHN ROJAS VARGAS JEFE DE PROYECTO QUELLAVECO

**ANEXO 5:** Acta de entrega de fabricación de estructuras metálicas.




	<b>INFORME DE ENSAYO DE TRACCIÓN</b>						LAB-F-12		
							Edición 08		
<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-052</b>									
Razón Social (Nombre Cliente) :	Departamento Técnico de Lima				 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 052 Norma NTP-ISO/IEC 17025-2017				
Dirección :	Av. Nicolas Arriola 771 - La Victoria								
Teléfono :	01-619-9600 Anexo 3454 - Rpc 993-512-895								
Contacto :	Ing. Luis Chiara								
Referencia:	ALQUIMODUL S.A.C.								
Descripción de la Muestra:	Probetas Planas								
Fecha de Informe :	2021-05-16								
Informe de Ensayo N° :	ET-2021-305								
Identificación de las Probetas	Sección Transversal				Límite de Fluencia		Resistencia a la Tracción		% Elongación
	Ancho mm	Espesor mm	Diámetro mm	Area mm <sup>2</sup>	Fluencia N	Fluencia Mpa	Máxima N	Máxima MPa	
T1	20.06	8.70	No Aplica	174.52	82059	474	97480	559	No Aplica
T2	20.04	8.65	No Aplica	173.35	82316	475	96779	570	No Aplica
Observaciones :									
Material Base: ASTM A36									
Material de Aporte: ER70S-6									
Proceso: GMAW									
Posición: 3G									
Para la roturas ver gráfica adjunta.									
Las Dimensiones de las Probetas <b>SI (X) / No ( )</b> Cumplen con la Norma:					AWS D1.1 - 2020				
Método de Ensayo :	ASTM A370-20								
Equipo Usado :	Marca Tinius Olsen Super L 120 - N° Serie 173635								
Código Interno del Equipo :	LAB-E-041								
Temperatura de Ensayo (°C) :	19.4°C								
Nombre del Analista :	José Soto								
Fecha de Recepción de las Probetas :	2021-05-15								
Fecha de Ejecución de Ensayo :	2021-05-15								
 Jefe de Aseguramiento y Desarrollo de la Calidad Ing. Ronald Requejo Villanueva CIP: 101024									
1.- Los datos del cliente, la identificación de las probetas e información adicional proporcionada por el cliente; queda bajo su responsabilidad. 2. La Incertidumbre Expandida es 5 MPa (Tracción y Fluencia) y 1% (Elongación) para un Nivel de Confianza al 95% y un K=2. 3. Prohibida la Reproducción Total o Parcial del Informe sin la Autorización escrita del Laboratorio de Soldexa. 4. Los Resultados de este Informe solo son válidos para las Probetas Ensayadas. 5. Los Resultados no deben ser utilizados como una Certificación de Conformidad con Norma de Producto o Certificación del Sistema de Calidad.									
Antigua Panamericana Sur Km 38.5 - Lurin - Lima - Perú				Correo: jose.soto@esab.com.pe			Teléfono: 619-9600 Anexos 2240 - 2233		

**ANEXO 6: Informe de ensayo de tracción.**



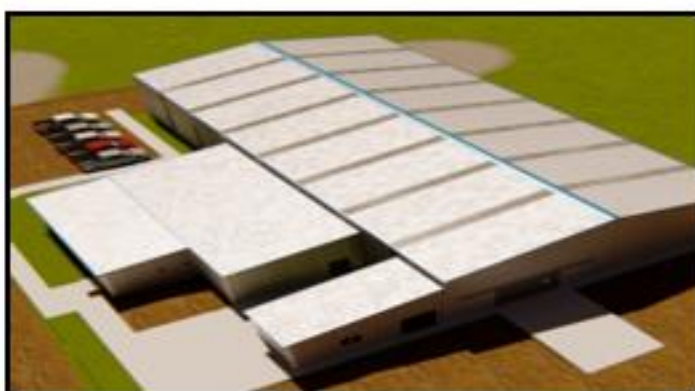
**ANEXO 7: Resultado de ensayo de tracción.**



	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION ALQUIMODUL SAC</b>	Código: ALU-01 L-001
	<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD - PROYECTOS</b>	Versión: 01 Fecha: 14/07/2021 Página 1 de 23

## PLAN DE GESTION DE CALIDAD

### SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN DE TESTIGOTECA DE GEOLOGÍA (QUELLAVECO)



REV	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
A	06-11-2021	DISEÑO PARA EJECUCIÓN CONJUNTA	IR	JR	RO
			 <small>ALQUIMODUL SAC</small>	 <small>ALQUIMODUL SAC</small>	 <small>ALQUIMODUL SAC</small>
COMENTARIOS:					

**ANEXO 8:** Plan de Calidad aprobado

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 2

**N° CLU-462-2021**

Fecha de emisión: 2021-08-24  
Expirante: 1722-2021

**UNIDAD BAJO PRUEBA:** MEDIDOR DE SOLDADURA  
 Marca: CAM TYPE GAUGE      Alcance de indicación: (\*)  
 Modelo: MG-8                      División de escala: (\*\*)  
 Serie: No indica                    Tipo de indicación: Analógico  
 Identificación: UML-1851 (\*\*\*)      Procedencia: No indica  
 Ubicación: No indica

**SOLICITANTE:** ALQUIMODUL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA  
 Dirección: Cal. Prolongación Ramon Castilla Mza. G Lote. 31 FND. Ex Fundo Las Salinas - Lurin - Lima - Lima.

**DE LA CALIBRACIÓN:** Fecha: 2021-08-24  
 Lugar: Laboratorio de Calibración de UNIMETRO S.A.C.  
 Método: Comparación directa con bloques patrones de longitud y ángulo.

**RESULTADO DE LAS MEDICIONES**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento. La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

**CONDICIONES AMBIENTALES:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,4	20,7
Humedad Relativa (%hr)	64	65

**PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques Patrones Angulares Identificación: IL-06	LLA-257-2018 - INACAL - DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques Patrón de Longitud Serie: 120161	LLA-C-074-2019 - INACAL - DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Termohigrómetro Identificación: IT-66	T-2161-2020 - METROIL, S.A.C.

**OBSERVACIONES:**

- (\*\*\*) Identificación asignada por UNIMETRO S.A.C., grabada en el instrumento.
- (\*) Para la medición de altura, de 0 a 25mm; para la medición de profundidad, de 0 mm a 4 mm; para la medición de ángulo, de 0 a 60° y para la medición de la garganta teórica, de 0 a 20 mm.
- (\*\*) Para la medición de altura, 1mm; para la medición de profundidad, 1mm; para la medición de ángulo, 5° y para la medición de garganta teórica, 1 mm.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" en el instrumento.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.



**ANEXO 9: Calibración de galga para medir soldadura**

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° DE CERTIFICADO

MT - 1811 - 2020

Laboratorio de Longitud y Ángulo

Página : 1 de 3

EXPEDIENTE : EXP - 2155AT1 - 2020

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones metrologías según procedimientos de calibración validados o normalizados.

SOLICITANTE : ALGUMODUL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Dirección : Av. Javier Prado Este No. 5008 Int. 201 Urb. La Pontana  
Lima - Lima - La Molina

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PIE DE REY

Marca : QLK  
Modelo : 401-14-212  
Serie : 190SP2718  
Identificación : No Indica  
Alcance : 200 mm  
Resolución : 0.01 mm  
Procedencia : No Indica  
Ubicación : No Indica

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento.

### FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2020-10-20  
Fecha de emisión : 2020-10-22  
Lugar de calibración : Laboratorio de METRINDUST S.A.C.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Se utilizó como referencia el procedimiento PC - 012 "Procedimiento para la calibración de Pie de Rey". Quinta edición - 2012 INACAL - DM.



Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización del Departamento de Metrología de METRINDUST S.A.C.

REVISADO:








Gamara Rodríguez Dennis  
Gerente Técnico

ANEXO 10: Calibración de pie de rey.

	<b>REGISTRO DE CALIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL SOLDADOR</b> (WELDER PERFORMANCE QUALIFICATION - WPG)		Código: WPG-001																				
			Revisión: 0																				
			Fecha: 01.10.18																				
			Páginas: 1 de 1																				
Cliente: <b>END INGENIERIA INSPECCION Y CONSULTORIA SAC</b>																							
WPG Nro.: <b>WPG-END-02-01</b>		Norma o Especificación: <b>AWS D1.1-D1.1M-2020 Structural Welding Code-Steel</b>																					
<b>DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA</b>																							
Nombre del soldador: <b>PABLO CESAR SEVEDON</b>	DNI: <b>8879324</b>	Ensayo No.: <b>JCB</b>	Fecha de calificación: <b>14.04.2017</b>																				
Identificación del WPG según par el soldador: <b>WPL/AN/SA/01</b>	Rev.: <b>0</b>	Capítulo de prueba: <b>02</b>	Soluciones de producción: <b>02</b>																				
<b>CONDICIONES DE PRUEBA Y LIMITES DE CALIFICACIÓN</b>																							
Variables de soldadura		Valores usados en la calificación	Rango permitido																				
Proceso(s) de soldadura		<b>SMAG</b>	<b>SMAGW</b>																				
Tipo de cable (Por ejemplo: Normal, Remanente, Máquina, Alternativo)		<b>Remanente</b>	<b>Remanente</b>																				
Representación y Grado del Metal base		<b>A572 GR 50</b>	<b>Tabla del Grupo 1 (Ver Tabla 3.1 AWS D1.1)</b>																				
Metal base:	Grupo No.: <input checked="" type="checkbox"/>	P. Number: <input checked="" type="checkbox"/>																					
Calificación en:	Plancha: <input checked="" type="checkbox"/>	Tuberia: <input type="checkbox"/>																					
	Espesor de Tuberia: <input type="checkbox"/>	Ranura: <input type="checkbox"/>	<b>Zone 4 + 4 (3mm Max.)</b>																				
	Espesor en Plancha: <input checked="" type="checkbox"/>	Filete: <input type="checkbox"/>	<b>Permitido (Tabla 1.1, Nota 4)</b>																				
			<b>Zone 4 + 4 (3mm Max.)</b>																				
Espesor en Plancha: <input checked="" type="checkbox"/>	Filete: <input type="checkbox"/>	<b>3.00 mm</b>	<b>Permitido (Tabla 3.11, Nota 4)</b>																				
Requisitos Adicionales	Requisitos de soldadura: <input checked="" type="checkbox"/>	Requisitos Metal Working: <input type="checkbox"/>	<b>Con requisitos Adicionales</b>																				
Método(s) de aporte	Clasificación	<b>SR 705.0</b>																					
	Especificación	<b>AWSDPA 00.10</b>	<b>AWSDPA 00.10</b>																				
	Grupo No.																						
Posición de Calificación		<b>02</b>	<b>8 posiciones (P, R, C, F), Plano/Horizontal y vertical &amp; Solo Plano, Horizontal y Vertical</b>																				
Progresión de soldadura																							
Tipo de corriente (CA o CC) / Polaridad de corriente (CCRP o CCRF)		<b>CCRP</b>	<b>CCRP</b>																				
<b>NOTAS</b> Tabla 3.1, Nota 4 (Permitido soldar perfiles de cualquier tamaño de soldadura de fillete en cualquier grado de placa, tubería o tubo)																							
<b>RESULTADOS</b>																							
<b>Inspección visual de soldadura:</b>																							
<b>Ensayo de dobles pulidos:</b>		Acabado: <input checked="" type="checkbox"/>	Rehecho: <input type="checkbox"/>																				
Método No.: <b>ENG.ALCOMPRODULS.01</b>		Rata y control manual: <input checked="" type="checkbox"/>	Rata y control global: <input type="checkbox"/>																				
			Leña: <input checked="" type="checkbox"/>																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Exámenes</th> <th>Resultado</th> <th>Exámenes</th> <th>Resultado</th> <th>Exámenes</th> <th>Resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ALCOMPRODULS.01</td> <td>Conforme</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ALCOMPRODULS.01</td> <td>Conforme</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado	ALCOMPRODULS.01	Conforme					ALCOMPRODULS.01	Conforme									
Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado																		
ALCOMPRODULS.01	Conforme																						
ALCOMPRODULS.01	Conforme																						
<b>Otro Ensayo</b>																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Método de ensayo</th> <th>Resultado</th> <th>Ratio de Placa (Penetración en Rata)</th> <th>Cambio de la Defectiva</th> <th>Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Método de ensayo	Resultado	Ratio de Placa (Penetración en Rata)	Cambio de la Defectiva	Resultados																		
Método de ensayo	Resultado	Ratio de Placa (Penetración en Rata)	Cambio de la Defectiva	Resultados																			
<b>Ensayo de Nick Break:</b>																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Exámenes</th> <th>Resultado</th> <th>Exámenes</th> <th>Resultado</th> <th>Exámenes</th> <th>Resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado																	
Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado																		
<b>Ensayo de Tracción:</b>																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Exámenes</th> <th>Resultado</th> <th>Exámenes</th> <th>Resultado</th> <th>Exámenes</th> <th>Resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado																	
Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado																		
<b>Ensayo Volumétrico:</b>																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>Resultado</th> <th>Items</th> <th>Ensayo</th> <th>Observaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ITEM	Resultado	Items	Ensayo	Observaciones																		
ITEM	Resultado	Items	Ensayo	Observaciones																			
<b>APROBACIÓN FINAL</b>																							
Inspector de Soldadura		Supervisor de Calidad																					
 <b>Miguel Ángel Rodríguez Goto</b> CNA (17040201) DCE (WPG 170202)																							
Fecha:		Fecha:																					

**ANEXO 11: Homologación de Pablo Cesar Sevedon SMAW.**



		<b>REGISTRO DE CALIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL SOLDADOR (WELDER PERFORMANCE QUALIFICATION - WPQ)</b>				Código: WL-WPQ-001
						Revisión: 0
						Fecha: 01.10.18
						Páginas: 1 de 1
Cliente: <b>END INGENIERIA INSPECCION Y CONSULTORIA SAC</b>						
WPQ Nro.: <b>WPQ-END-03-21</b> Norma o Especificación: <b>ARW D1.1-D1.1M-2020 Structural Welding Code-Steel</b>						
<b>DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:</b>						
Nombre del soldador: <b>JHONATAN FRANKO QUISPE ESTRELLA</b> DNI: <b>4700000</b> Extemporáneo: <b>NO</b> Fecha de calificación: <b>04.09.2017</b> Rev.: <b>0</b>						
Identificador del WPQ asignado por el soldador: <b>WPS-GRAN ALQUIMODUL-011</b> Rev.: <b>0</b> Copia de prueba: <b>NO</b> Exhibición de producción: <b>NO</b>						
<b>CONDICIONES DE PRUEBA Y LÍMITES DE CALIFICACIÓN:</b>						
Variables de soldadura		Valores usados en la calificación		Rango calificado		
Proceso de soldadura		GMAW		GMAW		
Tipo de cable (Por ejemplo: Manual, Semiautomático, Máquina, Automático)		Semiautomático		Semiautomático		
Especificación y Grado del Metal base		A191 A31		Todos del Grupo 1 (Ver Tabla 5.1 ARW D1.1)		
Metal base: Grupo No.: <input checked="" type="checkbox"/> P. Número: <input checked="" type="checkbox"/>		Grupo 1				
Calificación en:	Plancha <input checked="" type="checkbox"/> Tuberia <input checked="" type="checkbox"/>					
	Espesor de Tuberia <input checked="" type="checkbox"/>	Rango			3 mm a 4.8 20mm Max. <sup>4</sup>	
	Plancha <input checked="" type="checkbox"/>	Rango			3mm a 4.8 15mm Max. <sup>4</sup>	
	Espesor en Plancha <input checked="" type="checkbox"/>	Rango			3mm a 4.8 15mm Max. <sup>4</sup>	
Repellido Usado:	Repellido de soldadura <input checked="" type="checkbox"/>	Repellido Visual Backing <input checked="" type="checkbox"/>	Con repellido Exterior		Con repellido Exterior	
Metal(s) de aporte	Clasificación	ER70S-6				
	Especificación	AWS A5.18 A5.18		AWS A5.18		
	Grupo No.					
Posición de Calificación		<input checked="" type="checkbox"/>		6 veces (P.P., C.P., Plana, Horizontal y vertical & Elev. Plana, Horizontal y Vertical)		
Progresión de soldadura						
Tipo de corriente (CA o CC) / Polaridad de corriente (CCP o CCR)		CCP		CCP		
<b>NOTAS:</b> Tabla 5.11, Nota 4 (También aplica para soldar cualquier tamaño de tuberías de tubo o PFP en cualquier grupo de placa, tubería o tubería)						
<b>RESULTADOS:</b>						
Inspección visual de soldadura:						
Inspección visual de soldadura:		Acople <input checked="" type="checkbox"/>	Rehecho <input checked="" type="checkbox"/>			
<b>Ensayo de doble pulido:</b> Informe No.: <b>END-ALQUIMODUL-01-21</b>						
Informe No.: <b>END-ALQUIMODUL-01-21</b>		Rango y zona horizontal <input checked="" type="checkbox"/>	Rango y zona vertical <input checked="" type="checkbox"/>	Leño <input checked="" type="checkbox"/>		
Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado	
ALQUIMODUL-R1	Conforme					
ALQUIMODUL-L1	Conforme					
<b>Otro Ensayo:</b> Informe No.:						
Muestreo aleatorio	Resultado	Rango de Fibra (Presencia en Placa)	Gases de la Soldadura	Resultado		
<b>Ensayo de Nick Break:</b> Informe No.:						
Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado	
<b>Ensayo de Tracción:</b> Informe No.:						
Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado	Exámenes	Resultado	
<b>Ensayo Volumétrico:</b> Informe No.:						
ITSM	Resultado	Informe	Empresa	Observaciones		
<b>APROBACIÓN FINAL</b>						
Inspector de Soldadura			Supervisor de Calidad			
						
Fecha:			Fecha:			
						

**ANEXO 13: Homologación de Jhonatan en GMAW.**







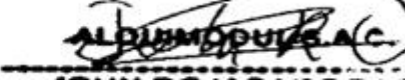


	REGISTRO DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES	Código: ALQ-CC-F-022 Versión: 01 Fecha: 20/01/2021
---	---	--



**Conclusiones**

La junta soldada evaluada CUMPLE con los requisitos de la norma AWS-D1.1




Ejecutado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 ALQUIMODUL S.A.C. MARTIN HERNANDEZ M. Supervisor de Calidad	 ALQUIMODUL S.A.C. MARTIN HERNANDEZ M. Supervisor de Calidad	 ALQUIMODUL S.A.C. JOHN ROJAS VARGAS JEFE DE PROYECTO QUELLAVECO
SUPERVISOR NIVEL II: VT y PT	SUPERVISOR NIVEL II: VT y PT	JEFE DE PROYECTOS

**ANEXO 16:** Protocolo de Calidad de tintes penetrantes.

### INDICE DE DOSSIER DE CALIDAD

CLIENTE:	ANGLO AMERICAN - QUELLAVECO	PROYECTO:	"PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DE LA TESTIGOTECA DE GEOLOGÍA"
----------	-----------------------------	-----------	--

ITEM	DESCRIPCIÓN	ESTADO	BLOQUE
1.0	Plan de Calidad del Proyecto	CONFORME	BLOQUE I
2.0	Plan de Puntos de Inspección y Ensayos	CONFORME	BLOQUE II
3.0	Registro de Calificación de Performance de Soldadores (WPQ)	CONFORME	BLOQUE III
4.0	Certificado de Calificación de Instrumentos y Equipos de Medición	CONFORME	BLOQUE IV
5.0	Certificados de Calidad de Materiales	CONFORME	BLOQUE V
6.0	Procedimientos de trabajo	CONFORME	BLOQUE VI
7.0	Control de Proceso de Fabricación – PROTOCOLOS	CONFORME	BLOQUE VII
7.1	Planos de Inspección	CONFORME	BLOQUE VII
7.2	Control dimensional y visual de soldadura	CONFORME	BLOQUE VII
7.3	Control de Inspección visual por tintes penetrantes	CONFORME	BLOQUE VII
7.4	Control de Preparación Superficial y Pintura	CONFORME	BLOQUE VII

RESPONSABLE	CARGO	NOMBRE Y APELLIDO	FECHA	FIRMA
Preparado por	Ingeniero de Calidad	Ing. Herick Rodríguez Montánchez	10-11-21	 ALQUIMODUL S.A. INGENIERO EN SISTEMAS DE CALIDAD
Revisado por	Jefe de Proyecto	Ing. Jhon Rojas	10-11-21	 ALQUIMODUL S.A. JEFE DE PROYECTO QUELLAVECO
Aprobado por	Jefe de Proyecto	Ing. Jhon Rojas	10-11-21	 ALQUIMODUL S.A. JEFE DE PROYECTO QUELLAVECO

*ANEXO 17: Dossier de Calidad*