



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“ESTABLECIMIENTO DE UN PROCEDIMIENTO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADORES EN LA EMPRESA SKANSKA DEL PERÚ”.

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Claudio Barazorda Villegas

**Asesor:**

Ing. Pedro Modesto Loja Herrera

Lima – Perú

2016

## **APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el Bachiller **Claudio Barazorda Villegas**, denominada:

**"ESTABLECIMIENTO DE UN PROCEDIMIENTO DE CALIFICACION DE  
SOLDADORES EN LA EMPRESA SKANSKA DEL PERU".**

---

Ing. Pedro Modesto Loja Herrera  
**ASESOR**

---

Ing. Nombres y Apellidos  
**JURADO**  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Nombres y Apellidos  
**JURADO**

---

Ing. Nombres y Apellidos  
**JURADO**

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicada a mi esposa "Morayma", y a mis hijos "Leonardo, Valentina y Catalina", por la paciencia y por el tiempo que les robe. Gracias familia.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, amigos y compañeros que me apoyaron a terminar este proyecto. A mis mentores y profesores que a lo largo de la carrera me ayudaron con sus experiencias, paciencia y orientación. Gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1. Antecedentes .....	13
1.2. Justificación.....	14
1.2.1. <i>Objetivo General</i> .....	15
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	15
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1. Antecedentes .....	16
2.1.1. <i>Antecedentes Internacionales</i> .....	16
2.1.2. <i>Antecedentes Nacionales</i> .....	16
2.2. Bases Teóricas.....	17
2.2.1. <i>El Acero</i> .....	17
2.2.2. <i>La Soldadura</i> .....	17
a) <i>Soldadura Por Arco Eléctrico con electrodo Revestido</i> .....	18
b) <i>Soldadura Por Arco Eléctrico con Alambre Sólido y Gas</i> .....	20
c) <i>Soldadura Por Arco Eléctrico con Alambre Tubular</i> .....	22
d) <i>Soldadura Por Arco Eléctrico Sumergido</i> .....	24
e) <i>Soldadura Por Arco Eléctrico con Electrodo de Tungsteno y Protección Gaseosa</i> .....	25
2.2.3. <i>Las Posiciones de soldeo</i> .....	27
2.2.4. <i>Variables Esenciales y Rango de Calificación</i> .....	32
2.2.5. <i>Control de Calidad de soldadura</i> .....	32
2.2.5.1. <i>El Inspector de soldadura</i> .....	33
2.2.5.2. <i>Proceso Control de Calidad</i> .....	34
2.2.5.3. <i>Discontinuidades y defectos de Soldadura</i> .....	35
2.2.6. <i>Normas y Códigos</i> .....	36

2.2.7. Calificación de soldadores.....	36
2.2.8. Ensayos Destructivos y No destructivos.....	38
2.3. Definición de términos básicos .....	42
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO .....</b>	<b>44</b>
3.1. Organización .....	44
3.1.1. Estructura de la Empresa. ....	46
3.1.2. Estructura de las Obras.....	46
3.2. Procedimiento de Calificación de Soldadores.....	48
3.2.1. Emisión de Ordenes de Requerimiento de Personal. ....	50
3.2.2. Preparación de Cupones para calificación.....	52
3.2.3. Ejecución de la calificación.....	54
3.2.4. Procesos de Inspección Visual, aplicación de Ensayos no Destructivos y/o Ensayos Mecánicos.....	59
3.2.5. Elaboración de WPQ.....	61
3.2.6. Elaboración de Carnet de Soldador.....	66
3.2.7. Actualización de Bitácora de Calificaciones y publicación de documentos. ....	68
<b>CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>70</b>
4.1. Conclusiones.....	70
4.2. Recomendaciones.....	71
4.3. Referencias .....	72
<b>CAPÍTULO 5. ANEXOS.....</b>	<b>75</b>
Anexo n° 1: Especificaciones técnicas del electrodo E-7018, SOLDEXA.....	75
Anexo n° 2: Tabla 4.12 Variables esenciales que requieren recalificación de soldadores. AWS D1.1/D1.1M:2010.....	76
Anexo n° 3: Tablas QW-353, QW-354, QW-355, QW-356; Variables esenciales para soldadores- Según ASME Secc. IX. ....	77
Anexo n° 4: Tabla 4.12 Variables esenciales para soldadores- Según API 1104. ....	78
Anexo n° 5: Capacidades del Inspector de Soldadura - 1° Parte. ....	79
Anexo n° 6: Capacidades del Inspector de Soldadura - 2° Parte. ....	80
Anexo n° 7: Tabla Fotográfica De Equipos De Inspección Visual De Soldadura. ....	81
Anexo n° 8: Lista de Verificación de Inspección de Soldadura. ....	82
Anexo n° 9: Tabla 1 - Tipos de Discontinuidades Comunes.....	83
Anexo n° 10: Discontinuidades en Junta a Tope de doble Bisel, Junta de Bisel simple y soldadura de filete en Junta de Esquina. ....	84
Anexo n° 11: Discontinuidades en Junta en T con doble bisel, Doble filete en Junta asolapada. ....	85
Anexo n° 12: Códigos AWS y Contenido del Código ASME.....	86
Anexo n° 13: Tabla Fotográfica De Tipos De Porosidad. ....	87

Anexo n°14: Tabla Fotográfica De Discontinuidades Superficiales .....	88
Anexo n°15: Ensayo de dobles en Plancha- AWS D1.1/D1.1M:2010.....	89
Anexo n°16: Posición de probetas para dobles en cupones de tubería – ASME SECC. IX.....	90
Anexo n°17: Posición de probetas para dobles en cupones de tubería – API 1104 .....	91
Anexo n°18: Política Del Sistema De Gestión Integrado .....	92
Anexo n°19: Tabla 4.10 Calificación de soldadores y operadores- Posiciones.....	93
Anexo n° 20: Tabla Fotográfica De Proceso De Calificación De Soldadores .....	94
Anexo n° 21: Tabla Fotográfica De Proceso De Calificación De Soldadores .....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n° 1: Proceso SMAW .....	18
Figura n° 2: Partes del circuito de Soldadura por Arco Eléctrico. ....	19
Figura n° 3. Proceso GMAW.....	20
Figura n° 4. Representación de la transferencia de metal por corto circuito, globular y por roció del proceso GMAW.....	21
Figura n° 5. Proceso FCAW.....	22
Figura n° 6. Esquema del Circuito de Soldadura con Alambre Tubular.....	23
Figura n° 7. Proceso S AW .....	24
Figura n° 8. Vista Esquemática del Proceso SAW .....	25
Figura n° 9. Proceso GTAW .....	26
Figura n° 10. Efecto del tipo de corriente de soldadura en la penetración GTAW .....	26
Figura n° 11. Esquema de Posiciones de soldadura en Filete. ....	28
Figura n° 12. Esquema de Posiciones de soldadura a Tope. ....	29
Figura n° 13. Posiciones para Pruebas de Soldadura a Tope.....	30
Figura n° 14. Posiciones para Pruebas de Soldadura en filete. ....	31
Figura n° 15. Diagrama de las líneas de comunicación del Inspector de soldadura. ....	34
Figura n° 16. Determinación del Método de Calificación de Soldadores, Calificación por Cupón o Producción. ....	37
Figura n° 17. Ensayo Radiográfico. ....	39
Figura n° 18. Toma radiográfica a cupones de calificación de soldadores.....	39
Figura n° 19. Probetas de dobles y Machinas para dobles de probetas.....	40
Figura n° 20. Probetas de ensayo de desgarramiento y ensayo de desgarramiento. ....	40
Figura n° 21. Máquina de tracción y Probetas para ensayo de tracción.....	41
Figura n° 22. Probeta de Nick Breack y evaluación de prueba.....	41
Figura n° 23. Disposición de corte de cupones para Macrografía y cupón de ensayo Macro gráfico. ....	41
Figura n° 24. Política De Los Cinco Ceros. ....	45
Figura n° 25. Organigrama De Construcción.....	47
Figura n° 26. Diagrama del Proceso de calificación de Soldadores Antiguo .....	49
Figura n° 27. Diagrama de Proceso de Calificación de Soldadores del Procedimiento. .	51
Figura n° 28. RE-CON-CS-001 Solicitud De Soldadores.....	52
Figura n° 29. Probeta para calificación de soldadores correctamente identificada antes de la prueba.....	53
Figura n° 300. RE-CON-CS-002 Solicitud De Calificación De Soldadores.....	55
Figura n° 311. Proceso de Calificación de soldador en Obra. ....	56

Figura n° 32. RE-CON-CS-003 Ficha De Identificación Durante Prueba De Soldadores .....	57
Figura n° 33. RE-CON-CS-005 Registro De Envió De Cupones .....	59
Figura n° 34. RE-CON-CS-004 Lista De Verificación De Soldadores .....	60
Figura n° 35. RE-CON-CS-06 Registro De Calificación De Soldadores (WPQ) según AWS D1.1 .....	62
Figura n° 36. RE-CON-CS-07 - Registro De Calificación De Soldadores (WPQ) según ASME SECC. IX .....	63
Figura n° 37. RE-CON-CS-08 - Registro De Calificación De Soldadores (WPQ) según API 1104.....	64
Figura n° 38. RE-CON-CS-09 Registro De Calificación De Apuntaladores.....	65
Figura n° 39. RE-CON-CS-10 - Carnet De Soldador.....	67
Figura n° 40. Bitácora de Soldadores .....	69

## RESUMEN

El presente trabajo hace referencia al establecimiento del procedimiento de Calificación de Soldadores en la empresa SKANSKA del Perú. Trabajo que es un resumen de experiencias profesionales fundamentadas y basadas en normativa internacional, que busca generar un orden en un proceso tan importante como la calificación de soldadores.

Para lograr conformar el procedimiento se hace uso de términos, conceptos y simbología utilizados en la industria de la soldadura en el Perú.

Finalmente se presenta un orden a seguir en el proceso de calificación de soldadores, que se materializa en registros de control de calidad. Los registros consideran desde la solicitud del personal, evaluación y control del proceso de calificación de soldadores.

## ABSTRACT

This work refers to the establishment of the procedure of Qualification of Welders in the company SKANSKA of Peru. Work is a summary of professional experience founded and based on international norms, which seeks to create an order in a as important as welder qualification process.

To achieve shape the procedure use of terms, concepts and symbols used in the welding industry in Peru is done.

Finally an order to be followed in the process of qualification of welders, which is materialized in quality control records is presented. They consider records from application of staff, evaluation and control of welder qualification process.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El Perú al ser un país en vías de desarrollo, tiene gran demanda de personal calificado para cubrir las necesidades de las industrias y diferentes proyectos que se desarrollan a lo largo de país, y en algunos casos proyectos que empresas peruanas desarrollan en el extranjero. En este contexto, la empresa Skanska del Perú, viene desarrollando proyectos de construcción donde los trabajos metalmecánicos son los más abundantes acompañados de las obras civiles. Donde se emplea a gran cantidad de soldadores de diversas especialidades, para cubrir una constante demanda.

Dentro de este contexto las empresas metalmecánicas sufren retrasos por no contar con personal soldador correcto en el inicio de sus proyectos, además de una alta rotación de los mismos por despidos debido a baja productividad e incumplimiento con las normativas de calidad en el trabajo. Todo esto se refleja en penalidades económicas por poco avance de producción.

Dentro de la empresa SKANSKA del Perú, presentaba problemas en el proceso de calificación de soldadores, como soldadores de poca experiencia o sin certificación. Durante el proceso también se presentan otros problemas, como poca información sobre los requisitos, no todo el personal involucrado en el proceso entiende los términos técnicos de calificación, así como la falta de coordinación entre jefes y supervisores solicitantes.

Asimismo no se contaba con un procedimiento claro que involucre este proceso, ya que intervienen muchos factores como precios, certificaciones, tiempos de prueba, ensayos no destructivos, pruebas de habilidad, y calificaciones certificadas con presencia del cliente.

Cuando hablamos de calificaciones nos referimos a las evaluaciones que realizamos a un grupo humano teóricamente apto. Se procede con un proceso completo de calificación de habilidades, ensayos técnicos de laboratorio a las probetas que resultan de estas pruebas y un trámite documentario que demanda hasta semanas, todo toma aún más tiempo si hay una gran tasa de reprobados que es lo que más comúnmente ocurre. Además debemos considerar que estas pruebas suelen efectuarse en talleres alquilados y/o con ciertas restricciones, considerando que no siempre se cuenta con todos los equipos y consumibles apropiados.

Cuando evalúan soldadores con materiales especiales se deben hacer gestiones especiales con el cliente para contar con estos materiales, además de los mecanizados previos y la logística que ello implica.

Se hace de manera empírica y sin seguir un procedimiento que ordenen las características que necesite la obra. Esto agrava el problema pues al ser proyectos metalmecánicos se necesita de mano de obra especializada y calificada constantemente, esta situación elevan los costos de horas hombre.

Esta problemática requería generar un orden para la calificación de los soldadores, que debe empezar por los especialistas de construcción que controlan las diferentes áreas de los proyectos.

## 1.1. Antecedentes

Skanska LA es la unidad de negocios para América Latina del grupo Skanska, una de las compañías líderes de servicios de construcción y desarrollo de proyectos en el mundo.

- a) Construcción: plantas industriales; plantas químicas y petroquímicas; centrales termoeléctricas, hidroeléctricas y nucleares; refinerías; destilerías; gasoductos; oleoductos; poliductos; acueductos; obras para la minería; líneas de transmisión eléctrica y obras civiles y viales.
- b) Servicios de Operación y Mantenimiento (O&M): para la industria del petróleo y gas, la minería y la infraestructura en general.
- c) Servicios relacionados con la protección del Medio Ambiente: asesoramiento ambiental; instalaciones para la protección del medio ambiente, prevención de la contaminación, obras de saneamiento y manejo de residuos.

Skanska LA se ha convertido en una organización líder en América Latina en todas las corrientes de negocio y mercados donde actúa. Su liderazgo se erige y fundamenta en un inquebrantable compromiso con los valores y estándares mundiales de calidad, seguridad, salud y medio ambiente del grupo Skanska.

La ejecución integral de los proyectos y servicios abarca el diseño, la planificación y programación, la fabricación y suministro de productos, las inspecciones, mediciones y ensayos, la ejecución de construcciones, el montaje, la puesta en servicio, la

asistencia técnica, el gerenciamiento y los servicios de operación y mantenimiento. Todas estas actividades se realizan conforme a las necesidades particulares de cada cliente, asegurando resultados confiables, seguros y del más alto grado de calidad.

## 1.2. Justificación

El problema consistía en que la empresa no contaba con un procedimiento único de calificación de soldadores, ya que los procedimientos de reclutamiento y calificación anteriores no cumplían con las expectativas de los proyectos. Puesto que cada proyecto elaboraba sus propios procedimientos, los soldadores tenían que ser reevaluados en cada proyecto, a pesar que los requisitos eran los mismos, los formatos de calificación eran diferentes y no eran aceptados por el cliente.

En estos momentos las normas técnicas más utilizadas para calificación de soldadores en el Perú son; "ASME Boiler and Pressure Vessel Code- Sección IX – Qualification Standard of Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators" , la norma "AWS D1.1/D1.1M-Structural Welding Code- Steel", y "API Standard 1104 - Welding of Pipelines and Related Facilities" siendo la primera la más utilizada en fabricación de equipos y tuberías de acero, la segunda es la más aplicada en fabricaciones de estructuras de acero y la tercera es la más utilizada en tuberías de petróleo.

El procedimiento debe respetar la normativa internacional pero no limitarse a ella, de tal manera que los formatos se adapten y unifiquen los conceptos. De esta manera el procedimiento se podría utilizar en todos los proyectos de la empresa que involucren soldadura.

Se propuso contar con un procedimiento de calificación de soldadores que unifique los conceptos y requerimientos. Un procedimiento que materialice en formatos y registros la información a manejar para el pedido de personal soldador, solicitud de pruebas a soldadores, solicitud de ensayos y los registros de calificación correspondientes. Un procedimiento que indique a los responsables del proceso y que indique las pautas básicas del proceso.

Como beneficio directo se estableció un único procedimiento para la calificación de soldadores en los diferentes proyectos de la empresa Skanska del Perú.

### **1.2.1. Objetivo General**

Establecer un procedimiento de calificación de soldadores en la empresa Skanska del Perú, que unifique los conceptos y contribuya a reducir los tiempos de calificación.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Establecer responsabilidades de los involucrados en el proceso de calificación de soldadores
- Reutilizar soldadores en diferentes proyectos de la empresa, ahorrando tiempo y recursos recalificaciones.
- Establecer los pasos a seguir durante el proceso de calificación de soldadores.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

El trabajo de Marcia Soledad Espicel La paz y José Víctor Mansilla Carrasco (2008), presentan un manual de calificación de soldadores para acero estructural que hace referencia a la importancia de la calificación de soldadores, como una generación de ahorro en la ejecución de trabajos, ya que reduce costos excesivos causados por rechazos de soldaduras y por ende demoras en los trabajos. También indican que debido a que en la región de estudio existe la carencia de un ente que califique periódicamente a los soldadores, al igual que en el Perú. En nuestro caso se denominara "procedimiento", porque abarca el uso de formatos y siguiendo pautas de uso local en nuestra industria metalmeccánica.

El trabajo de Enrique E. Niebles y William G. Arnedo (2009), muestra un proyecto desarrollado en una empresa del sector de soldadura, dirigido al control y aseguramiento de uniones soldadas. Según indican vinculó a las empresas del sector con la Universidad Autónoma del Caribe. El trabajo hace referencia a actividades pedagógicas utilizadas por la universidad dentro de su proceso de formación por competencias, donde los alumnos van desarrollando propuestas para la elaboración y calificación de procedimientos de soldadura bajo norma internacionales. En nuestro caso no se profundizara en la elaboración de los procedimientos técnicos, sino más bien en el procedimiento a seguir en las empresas locales para calificar a los soldadores, implementando documentación trazable.

#### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

El trabajo de Leonardo Rodríguez Pino (2006), muestra una "Metodología para la Calificación de Operarios y procedimientos de Soldadura", donde hace énfasis la secuencia de pasos que deben seguir las empresas, tales como; selección del proceso de soldadura, selección del material de aporte, calificación del procedimiento de soldadura, calificación de los operarios de soldadura y la inspección (antes, durante y después de soldar). El autor vio conveniente trabajar en base al código AWS D1.1/D1.1M-2006- Structural Welding Code- Steel. El autor efectúa una

correcta interpretación del código, pero se limita a las determinaciones de este, desde un punto de vista netamente técnico. Para nuestro caso desarrollaremos el tema de proceso como empresa, no limitándonos a los requerimientos de un solo código.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. El Acero.**

Al mezclar el hierro con pequeñas cantidades de carbono estamos creando un nuevo material conocido como Acero. El Acero no es un metal puro, sino lo que conocemos como "aleación", que es una combinación de un metal con otros elementos químicos.

Entre los elementos que inevitablemente aparecen unidos al hierro en los productos siderúrgicos industriales, el de mayor significación es el carbono. Esto se debe a la influencia tan notable que su presencia ejerce sobre las propiedades de la aleación, hasta el punto de que, variaciones muy pequeñas en su contenido de carbono, modifican realmente esas propiedades. (C. Fosca, 2002)

### **2.2.2. La Soldadura.**

El soldeo es el proceso de unión por el que se establece la continuidad entre las partes a unir con o sin calentamiento, con o sin aplicación de presión y con o sin aportación de material.

Se denominará metal base al material que va a ser sometido a cualquier operación de soldeo o corte y metal de aportación al material que se aporta en cualquier operación o proceso de soldeo. (G. Hernández. 2006)

La soldadura es una de las tecnologías que más se ha desarrollado en los últimos años. En la primera década de este nuevo milenio se espera un avance aún mayor, por lo que se necesitará contar con soldadores calificados, inspectores preparados para ejecutar controles de calidad, ingenieros capaces de desarrollar nuevos procedimientos de soldadura, etc. Con el fin de garantizar un eficiente trabajo al respecto.

La soldadura de acero requiere de ciertas técnicas y procedimientos para producir una junta fuerte y de buena apariencia. Crear una buena soldadura sobre el acero tiene que ver con la composición del material, el espesor del mismo y el tipo de

procesos que ha atravesado. El acero de bajo carbono en general es muy soldable, pero otros tipos de aceros pueden no ser soldables en absoluto. El tipo de material que intentes soldar determinará las técnicas que debes utilizar para producir la unión más fuerte y eficiente respecto del costo para la función de la pieza. Según la "American Welding Society" existen 107 procesos de soldadura, pero en el Perú, los más usados son los siguientes:

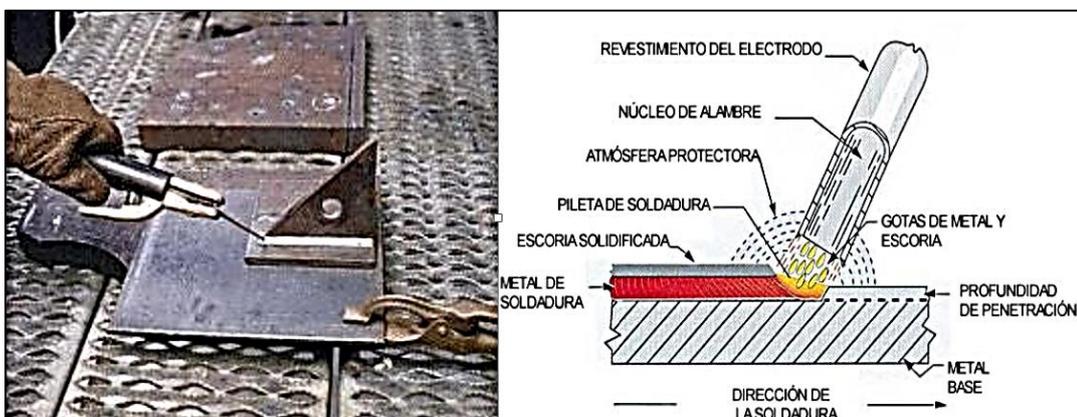
### a) Soldadura Por Arco Eléctrico con electrodo Revestido.

Es un proceso de soldadura en el que la fusión del metal se produce gracias al calor generado por un arco eléctrico establecido entre un electrodo revestido y el metal base. El material de aporte se obtiene por la fusión del electrodo en forma de pequeñas gotas. La protección se obtiene por la descomposición del revestimiento en forma de gases y en forma de escoria líquida que flota sobre el baño de fusión y, posteriormente solidificada. (G. Hernández. 2006)

Según Estándar AWS A3.0 *Welding Terms and Definitions* del 2001, la abreviatura SMAW significa; Shielded Metal- arc Welding.

Entre las ventajas más resaltantes de este proceso es que no es muy caro, relativamente sencillo y los equipos son portátiles. Además de que el metal de aporte y la protección durante la soldadura provienen del electrodo revestido. Se puede emplear en cualquier posición y es aplicable a partir de 2mm de espesor.

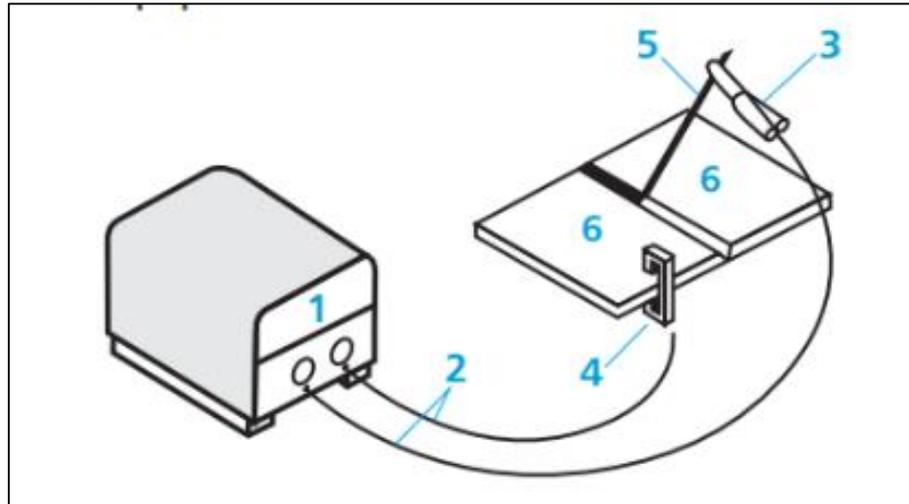
Figura n° 1: Proceso SMAW



Fuente: *Welding Inspection Technology*. 1998

Como limitaciones se sabe que es un proceso lento, requiere de gran habilidad para calificar por el soldador. No es aplicable a metales de bajo punto de fusión ni a metales de alta sensibilidad a la oxidación. El proceso no es ideal para espesores arriba de 38mm.

*Figura n° 2: Partes del circuito de Soldadura por Arco Eléctrico.*



*Fuente: SOLDEXA, Manual de Soldadura & Catálogo de productos. (7° Edición).*

Básicamente el equipo consta de los siguientes elementos:

- 1.- Generador de Corriente (Fuente de Poder)
- 2.- Cables de Soldadura.
- 3.- Porta Electrodo
- 4.- Masa o tierra.
- 5.- Electrodo.
- 6.- Pieza de Trabajo.

En el proceso SMAW se debe tener mucho cuidado de los electrodos debido a su fragilidad y el riesgo de algunos electrodos de absorber humedad (el revestimiento de los electrodos es higroscópico), La utilización de Electrodos en mal estado pueden producir discontinuidades y defectos. Para evitar estos problemas es fundamental entrenar y capacitar a los soldadores, almaceneros, ayudantes y todo el personal involucrado en el manejo de electrodos para el correcto cuidado de los mismos. En

el Anexo n° 1 se muestra la especificación técnica del electrodo E- 7018, producido por la empresa "Soldexa".

### **b) Soldadura Por Arco Eléctrico con Alambre Sólido y Gas.**

Según Estándar AWS A3.0 *Welding Terms and Definitions* del 2001, la abreviatura GMAW, Gas Metal Arc Welding, también conocida como MIG/MAG.

La fusión es producida por un arco eléctrico que se establece entre el extremo del alambre que se alimenta de forma continua y el metal base.

Es conocido como MIG al proceso que emplea un gas inerte, puro (helio, argón, etc.) para metales no ferrosos. El proceso MAG hace uso de dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, o mezcla de CO<sub>2</sub>+Argón como gas protector para metales ferrosos.

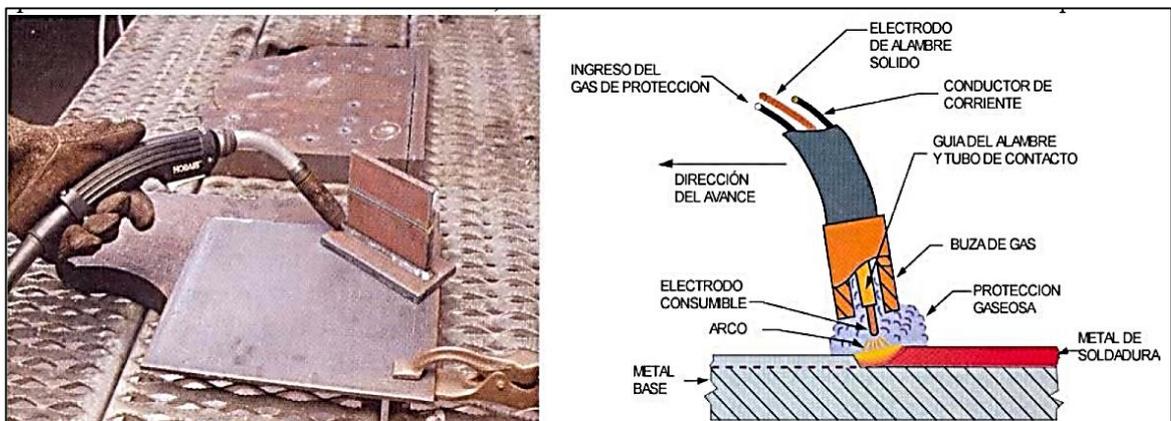
La función de los gases protectores es proteger el arco, al baño de fusión y al material de aporte contra los gases de la atmosfera.

El aporte utilizado en este proceso es un alambre solido que se provee de bobinas de alambres de distintos tamaños.

Como característica del proceso es su excelente calidad en casi todos los metales y aleaciones, buena calidad de soldadura, no se requiere eliminar escoria.

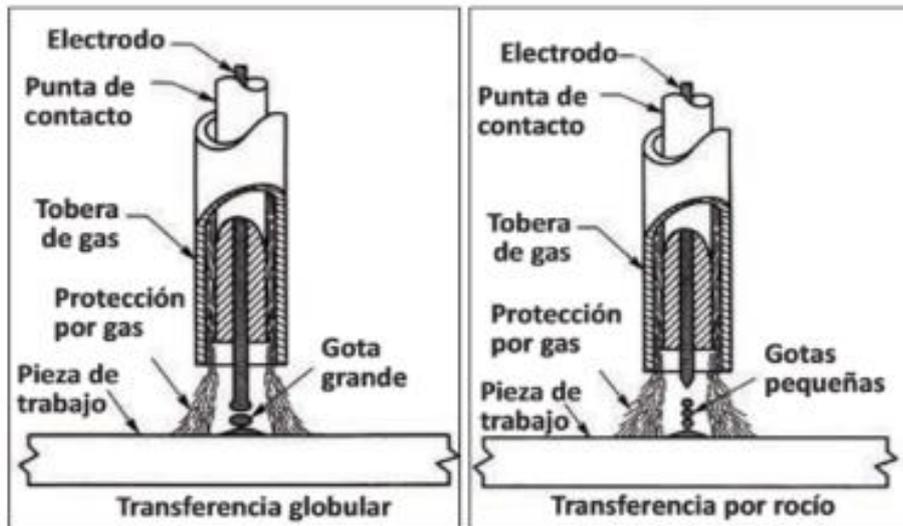
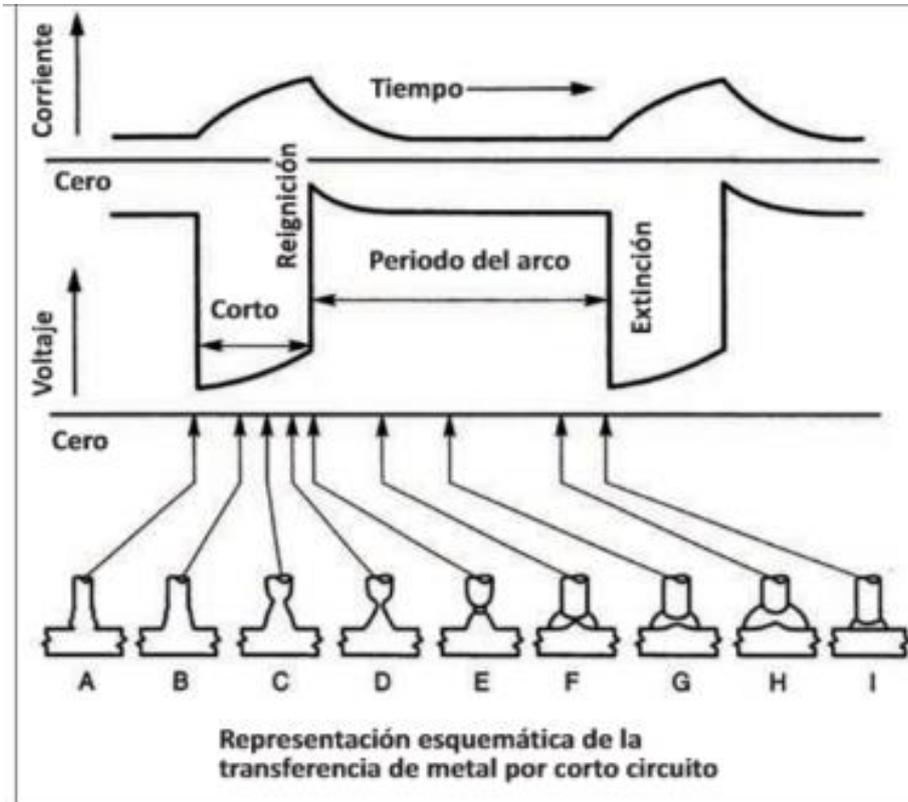
Como limitación se debe tener en cuenta que el equipo es más costoso, requiere de más espacio para utilizar, y es sensible al viento y a las corrientes de aire.

*Figura n° 3. Proceso GMAW*



Fuente: Welding Inspección Technology. 1998.

Figura n° 4. Representación de la transferencia de metal por corto circuito, globular y por rocío del proceso GMAW.



Fuente: AWS. Welding Journal. (Julio -2015). Miami, FL. American Welding Society.

### c) Soldadura Por Arco Eléctrico con Alambre Tubular.

Según Estándar AWS A3.0 Welding Terms and Definitions del 2001, la abreviatura FCAW-G, Gas Shielded Flux Cored Arc Welding y FCAW-S, Self Shielded Flux Cored Arc Welding.

- FCAW-S; (Self Shielded o Innershielded), que protege al baño de fusión gracias a la descomposición y vaporización del fundente.
- FCAW-G; (Gas-Shielded u outershielded), que suele ser CO<sub>2</sub> o mezclas de CO<sub>2</sub> y Argón, que se utiliza como gas de protección, además de la acción protectora del fundente.

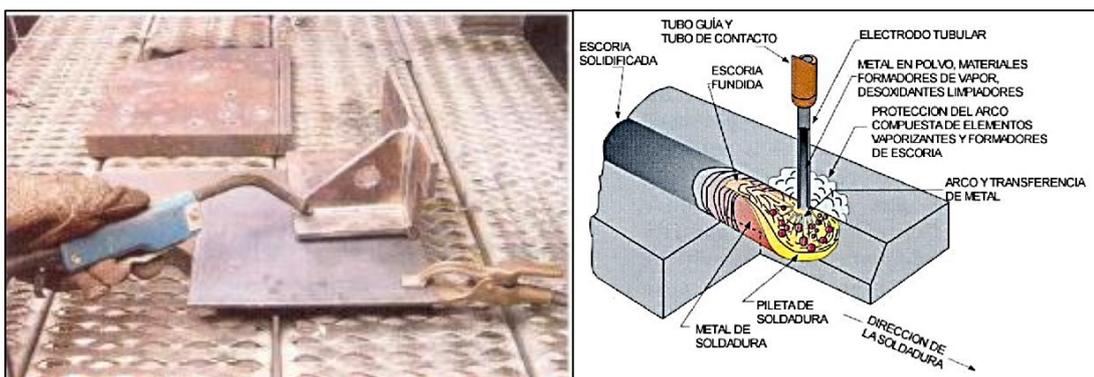
(G. Hernández. 2006)

Para ambos casos el electrodo forma una escoria que cubre y protege el metal de soldadura hasta que solidifica.

Es un proceso semiautomático, que también puede utilizarse en soldeo mecanizado y automatizado. Puede ser utilizado en cualquier posición. Cuenta con una gran productividad debido a su alta tasa de deposición.

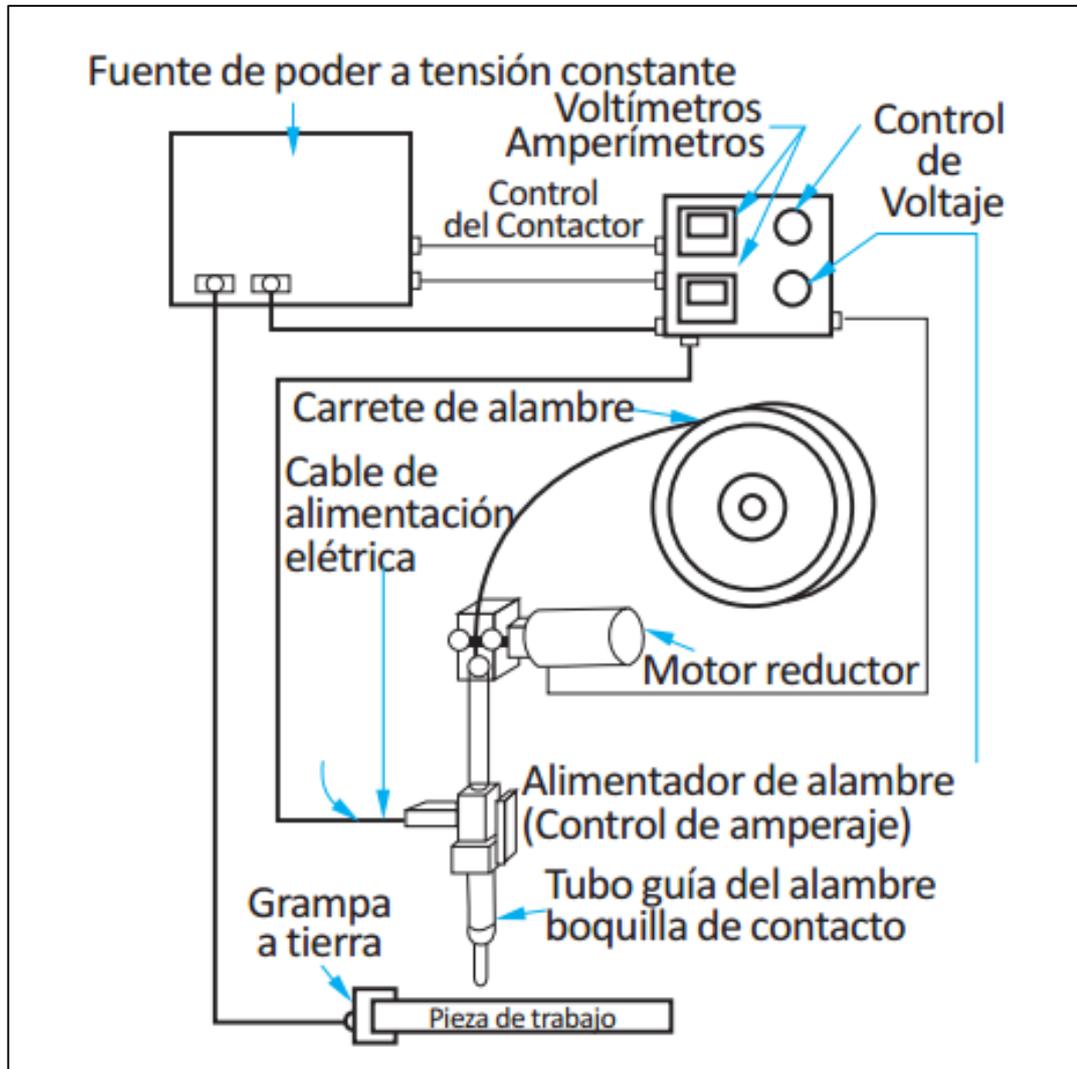
Como desventajas tenemos que siempre está presente la posibilidad de inclusiones de escoria, además de que el retiro de la escoria representa tiempo adicional.

Figura n° 5. Proceso FCAW



Fuente: Welding Inspection Technology. 1998.

Figura n° 6. Esquema del Circuito de Soldadura con Alambre Tubular



Fuente: SOLDEXA, Manual de Soldadura & Catálogo de productos. (7° Edición).

#### d) Soldadura Por Arco Eléctrico Sumergido.

El proceso de soldeo por arco sumergido consiste en la fusión de un alambre- electrodo continuo y desnudo protegido por la escoria generada por un fundente, granulado o en polvo, suministrado a través de una manguera desde el depósito de fundente. (G. Hernández. 2006).

Según Estándar AWS A3.0 *Welding Terms and Definitions* del 2001, la abreviatura SAW, Submerged Arc Welding.

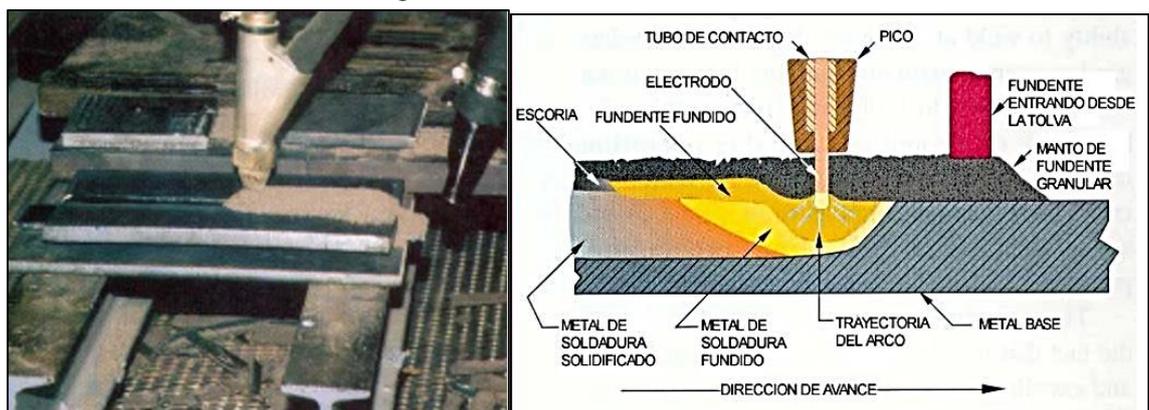
El fundente protege el arco y el material fundido, cubriéndolos totalmente, de esta manera no hay proyecciones de material y la junta termina con una capa de escoria.

La mayor ventaja del SAW es su alta relación de deposición. Debido a la falta de arco visible permite al operador controlar la soldadura sin la necesidad de lentes filtrantes y ropa adicional de seguridad. Genera menos gases que otros procesos.

Una de las limitaciones es que es necesario un dispositivo para el almacenamiento, suministro y recojo del fundente. Muchas veces se hace necesario en uso de respaldo.

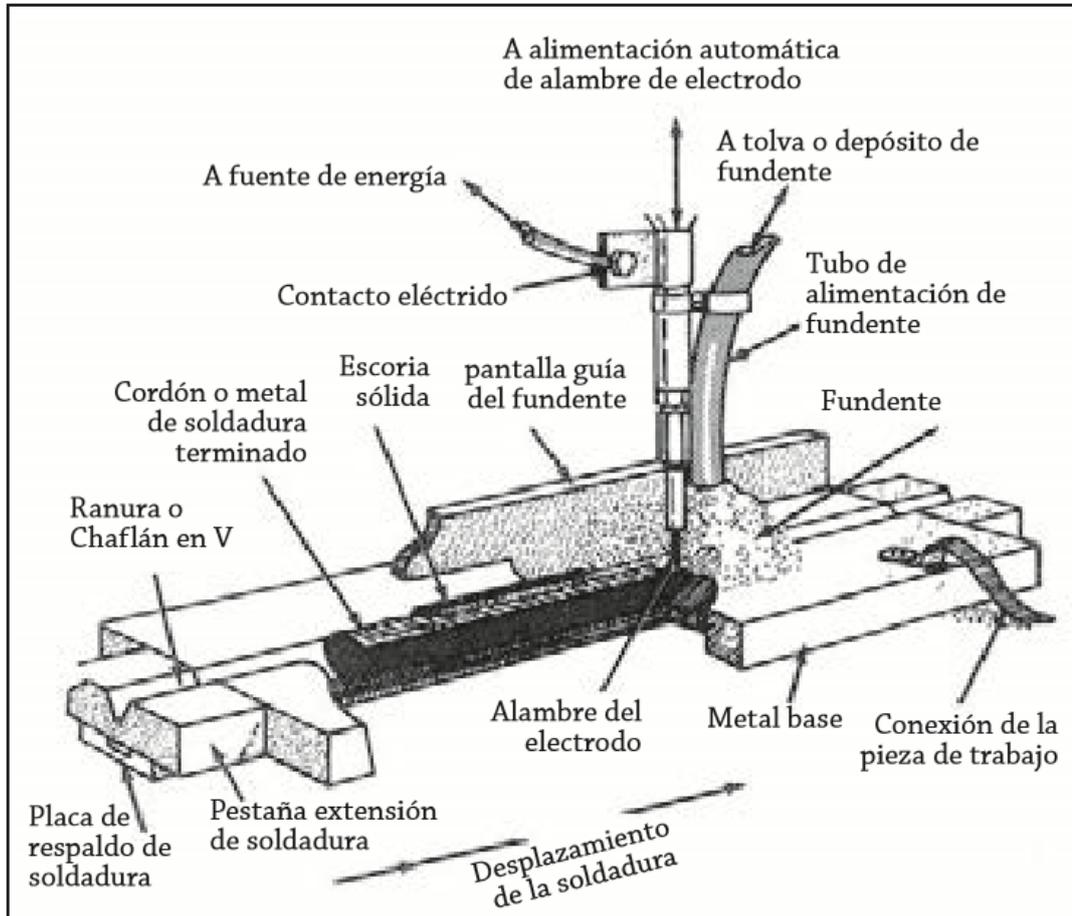
El fundente está sujeto a contaminación que puede generar defectos y/o discontinuidades. No es adecuado para materiales de pequeño espesor. Y solo se puede utilizar a tope en posición plana y en filete en posición 2F.

Figura n° 7. Proceso S AW



Fuente: *Welding Inspection Technology*. 1998.

Figura n° 8. Vista Esquemática del Proceso SAW



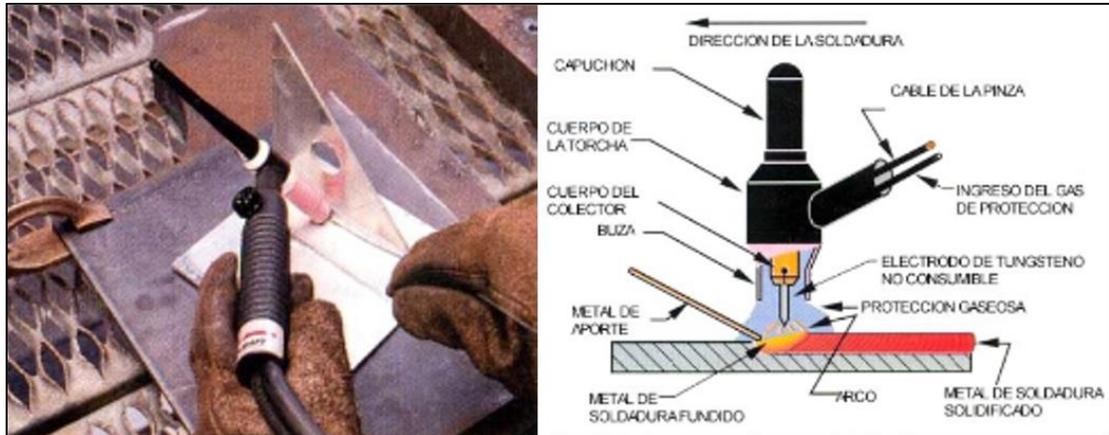
Fuente: AWS. *Welding Journal*. (Abril -2015). Miami, FL. American Welding Society.

### e) Soldadura Por Arco Eléctrico con Electrodo de Tungsteno y Protección Gaseosa.

Según Estándar AWS A3.0 *Welding Terms and Definitions* del 2001, la abreviatura GTAW, Gas Tungsten Arc Welding, también conocido como proceso TIG, Tungsten Inert Gas.

El proceso utiliza como fuente de energía el arco eléctrico que se establece entre un electrodo no consumible y la pieza a soldar, mientras un gas inerte protege el baño de fusión. El material de aporte, cuando se utiliza se aplica por medio de varillas. (G. Hernández. 2006).

Figura n° 9. Proceso GTAW



Fuente: Welding Inspection Technology. Miami, 1998

Figura n° 10. Efecto del tipo de corriente de soldadura en la penetración GTAW

CORRIENTE-TIPO	DC	DC	AC (Balanceada)
POLARIDAD DEL ELECTRODO	Negativa	Positiva	
FLUJO DE LOS ELECTRONES E IONES			
CARACTERISTICAS DE PENETRACION			
ACCION DE LIMPIEZA DE OXIDO	NO	SI	SI - Una vez cada medio ciclo
CALENTAMIENTO BALANCEADO EN EL ARCO	70% En el extremo de la pieza 30% En el extremo del electrodo	30% En el extremo de la pieza 70% En el extremo del electrodo	50% En el extremo de la pieza 50% En el extremo del electrodo
PENETRACION	Profunda, Estrecha	Poco profunda	media
CAPACIDAD DEL ELECTRODO	Excelente (e.g., 3.18 mm [1/8 in.]-400 <sup>a</sup> )	Pobre (e.g. 6.35 mm[1/4 in.]-120 <sup>a</sup> )	Buena (e.g. 3.18 mm [1/8 in.]-225 <sup>a</sup> )

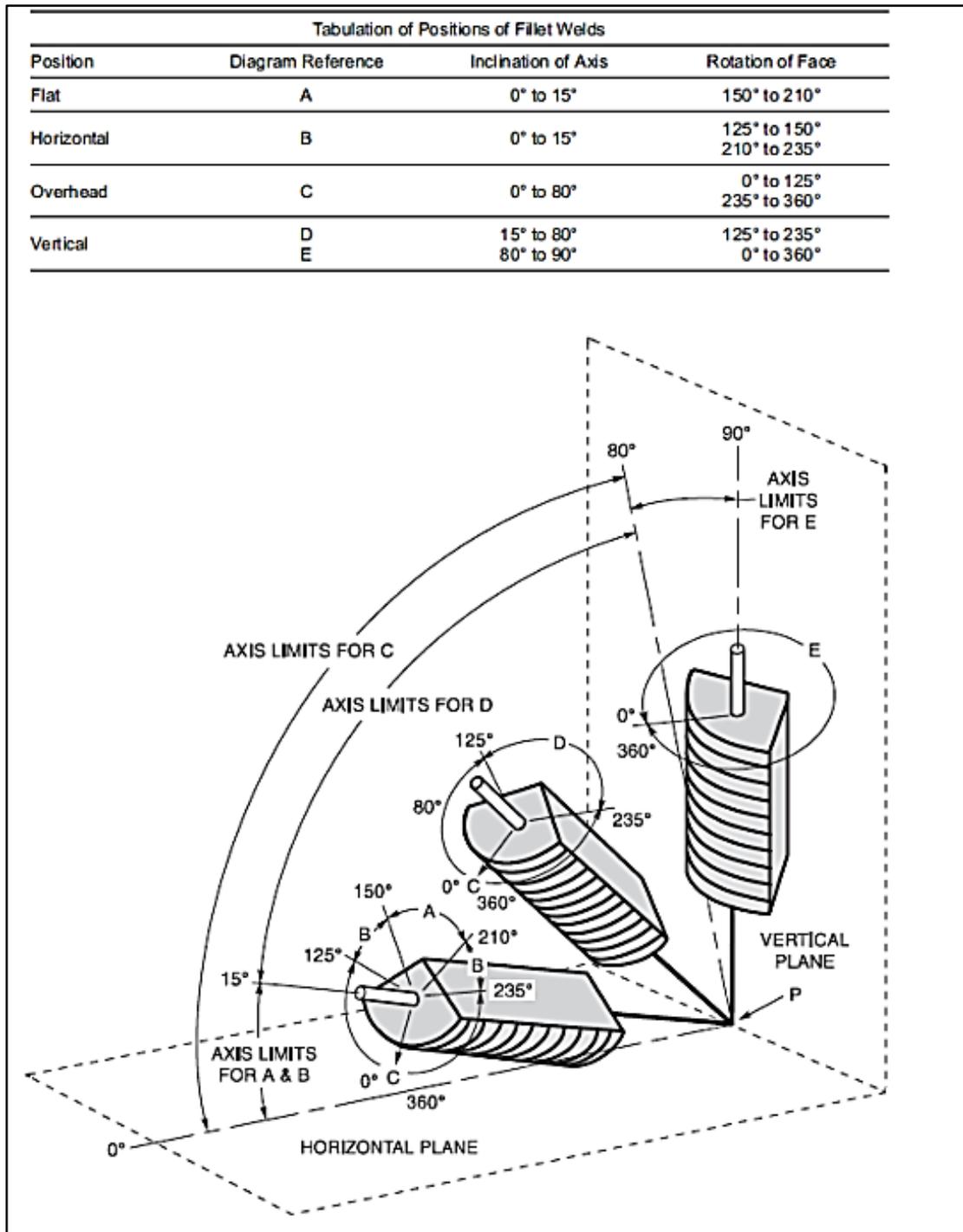
Fuente: Welding Inspection Technology. Miami, 1998

### 2.2.3. Las Posiciones de soldeo

Las soldaduras se clasifican de acuerdo a las posiciones en que se realizan. El rango de calificación para cada posición lo describe el "*AWS A3.0-01 – Standard Welding Terms and Definitions*", En las figuras, n° 11 y 12 se muestra cómo se definen técnicamente las posiciones y el Angulo que cubre cada una. En las figuras n° 13 y 14, mostramos las posiciones de calificación de soldadores según el "*AWS B2.1:2005 – Specification for Welding Procedure and Performance Qualification*".

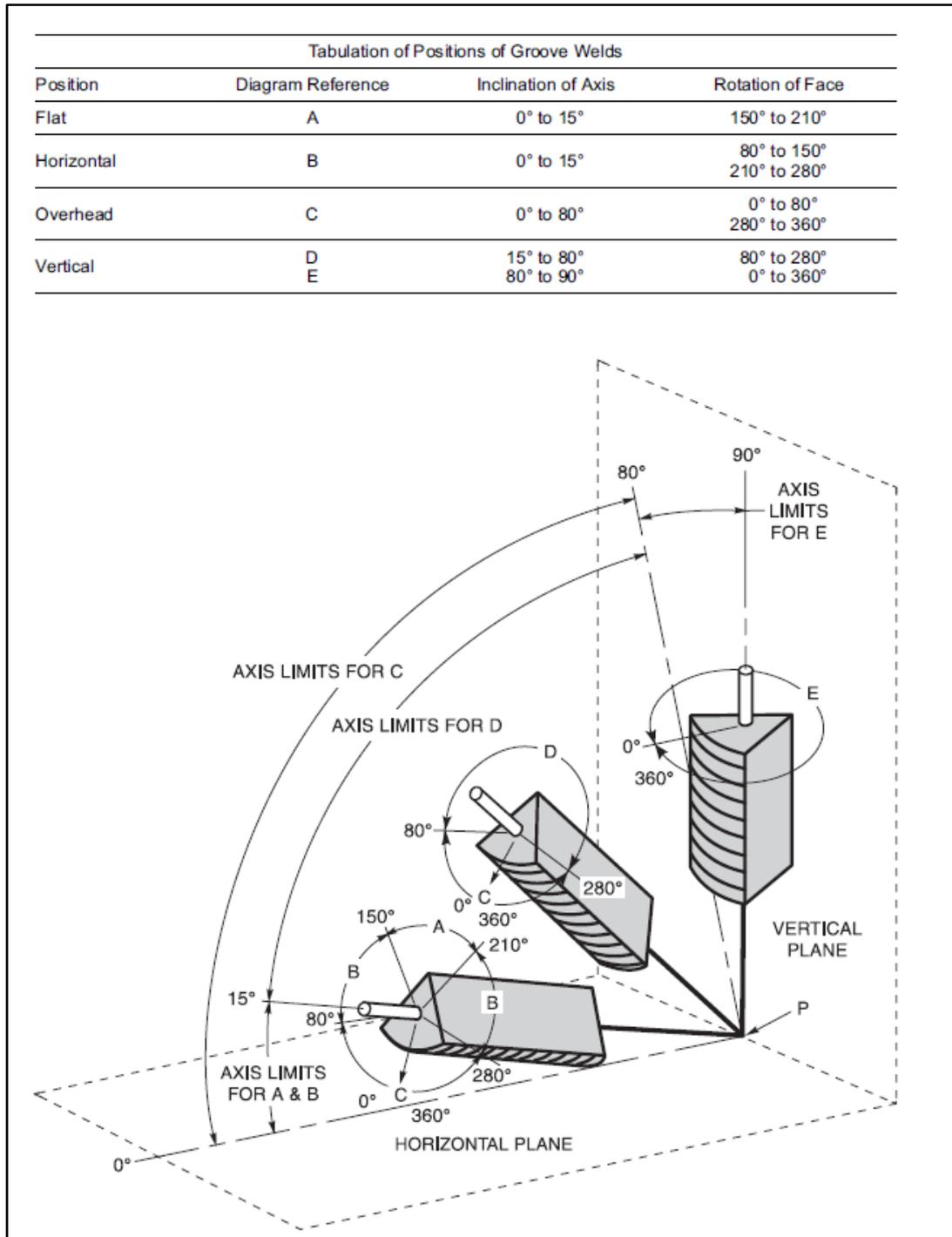
Las posiciones se diferencian con letras y números, las juntas a Filete se reconocen con "F" (del inglés Fillet), y las juntas a tope o bisel se reconocen como "G" (del inglés Groove).

Figura n° 11. Esquema de Posiciones de soldadura en Filete.



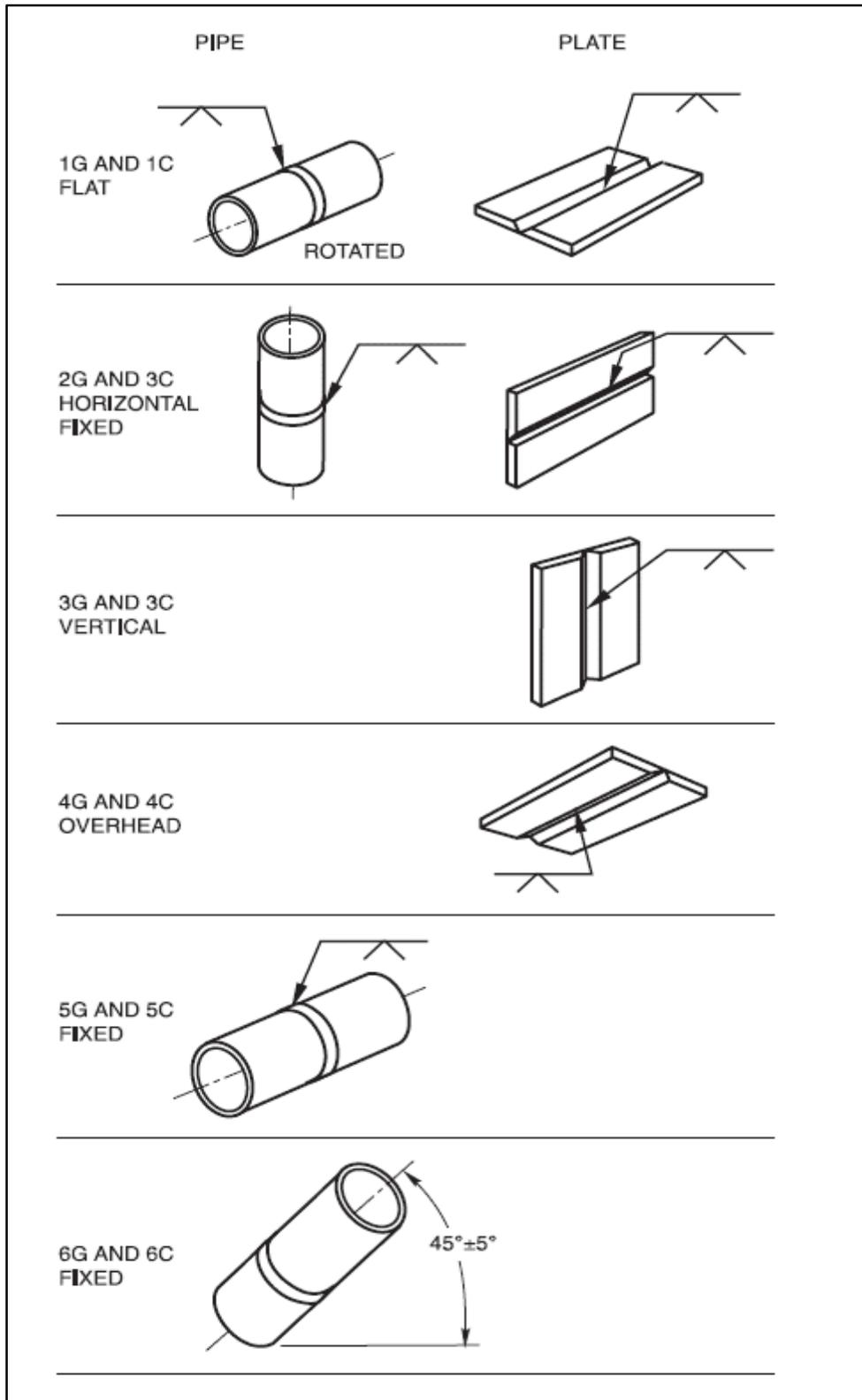
Fuente: - AWS A3.0-01 –Standard Welding Terms and Definitions, American  
Welding Society. Miami, 2001

Figura n° 12. Esquema de Posiciones de soldadura a Tope.



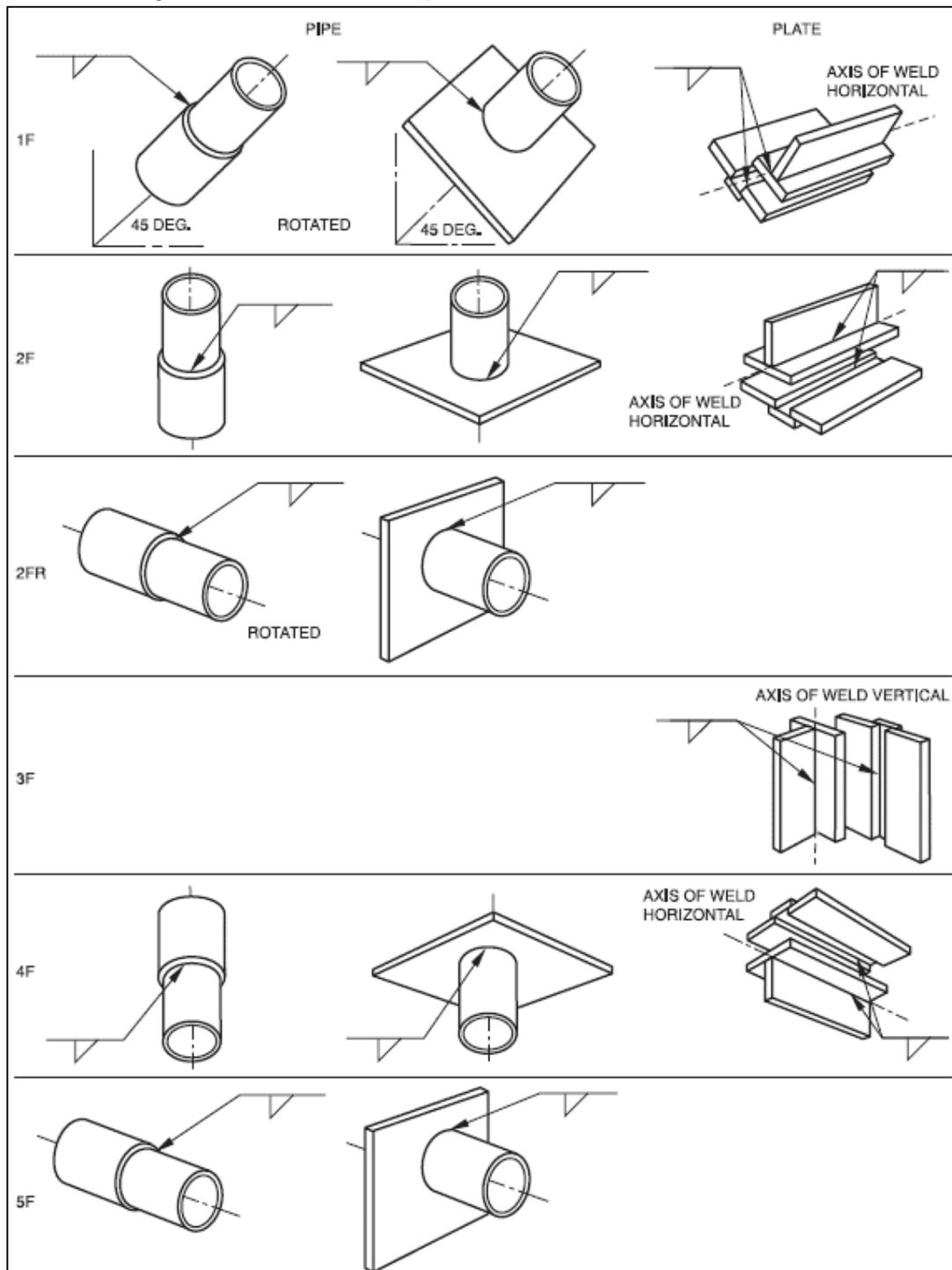
Fuente: - AWS A3.0-01 –Standard Welding Terms and Definitions, American Welding Society. Miami, 2001

Figura n° 13. Posiciones para Pruebas de Soldadura a Tope.



Fuente: AWS B2.1:2005 – Specification for Welding Procedure and Performance Qualification,  
 American Welding Society. Miami, 2001. Pág. 48.

Figura n° 14. Posiciones para Pruebas de Soldadura en filete.



Fuente: AWS B2.1:2005 – *Specification for Welding Procedure and Performance Qualification*,  
 American Welding Society. Miami, 2001. Pág. 50.

#### 2.2.4. Variables Esenciales y Rango de Calificación

La calificación de soldadores se basa en variables esenciales. Para cada variable esencial se define un rango de calificación. Todos los cupones de ensayo se soldarán utilizando las variables esenciales independientemente, excepto para las dimensiones del cupón de prueba y las posiciones de soldeo. Si el soldador tiene que soldar fuera del rango de calificación se tiene que realizar una nueva prueba de calificación. Las variables esenciales son:

- Procesos de Soldeo
- Tipo de Producto (Plancha o Tubo)
- Tipo de Soldadura.
- Grupo de Material.
- Consumible de Soldeo.
- Dimensión de Cupón.
- Detalle de soldadura (respaldo, soldeo por un lado, ambos lados, pasada única, pasada múltiple. Etc.)

(G. Hernández. 2006)

El cambio de estas variables esenciales en el proceso de soldadura, demanda la recalificación de los soldadores dependiendo de las especificaciones de los códigos y normas utilizados. En los Anexos n° 2, 3 y 4 se colocó las variables esenciales de los códigos más usados como referencia, en el siguiente orden; la norma "AWS D1.1/D1.1M-Structural Welding Code- Steel", "ASME Boiler and Pressure Vessel Code- Sección IX – Qualification Standard of Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators", y "API Standard 1104 - Welding of Pipelines and Related Facilities".

#### 2.2.5. Control de Calidad de soldadura

"La inspección de construcciones soldadas podría definirse como el conjunto de actividades encaminadas a asegurar un determinado grado de fiabilidad de un conjunto soldado, mediante la verificación del mismo por medios adecuados durante diferentes fases del proceso productivo" (G. Hernández. 2006; pág.582 - 583).

"Calidad en la soldadura es una unión soldada que cumple los criterios de aceptación de los documentos del contrato – además de los criterios que aparecen en la norma

que se utiliza. El dueño puede agregar otros criterios de aceptación" (Visual Inspección Workshop 2008).

La importancia del control de calidad de estructuras soldadas toma mayor énfasis por la responsabilidad de los equipos y construcciones que actualmente se fabrican por soldadura, los cuales en determinadas condiciones de fallo, afectan seria y directamente a la seguridad pública. Ejemplo de esto son: aviones, buques, trenes, plantas generadoras de energía (térmicas, hidroeléctricas y nucleares), complejos petroquímicos y transformadores de energía, puentes, estructuras metálicas, tuberías y transporte de gases y líquidos, etc.

El convencimiento de la importancia de la inspección de las construcciones soldadas ha dado origen en todos los países industrializados a la elaboración y publicación de códigos, especificaciones y normas relativas a la construcción e inspección.

### **2.2.5.1. El Inspector de soldadura**

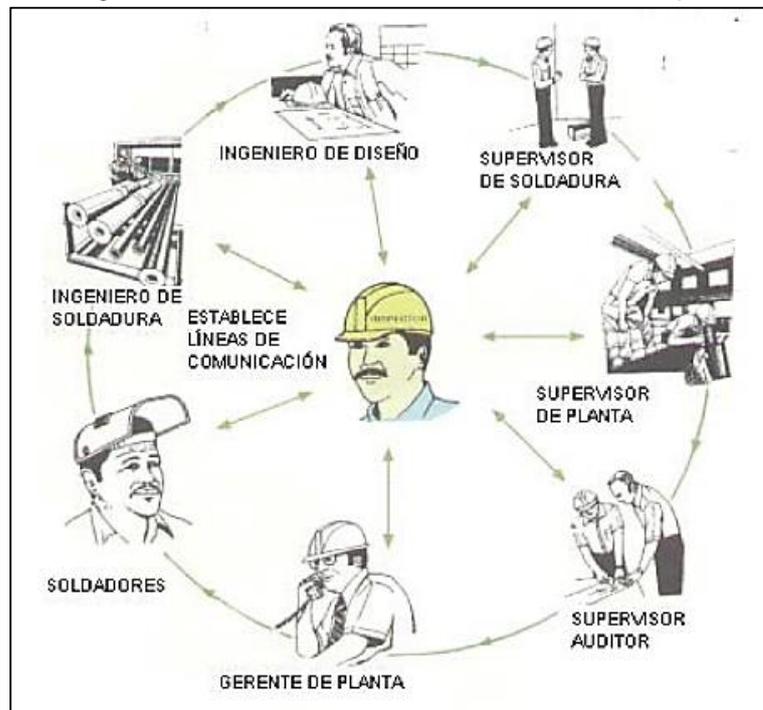
"El Inspector de Soldadura es una persona responsable, involucrada en la determinación de la calidad de la soldadura de acuerdo a los códigos y/o especificaciones aplicables" (Welding Inspección Technology. Miami, 1998).

Los Anexos n° 5 y 6 muestran las Capacidades del Inspector de Soldadura basada en el Nivel de Calificación según el "AWS B5.1:2003 Specification for the Qualification of Welding Inspectors".

Las cualidades más importantes de los inspectores de soldadura son:

- Conocimientos y habilidades.
- Manejo de documentación.
- Conocimiento de procedimientos de calificación
- Conocimiento de la producción
- Conocimientos de Inspección
- Conocimientos de Seguridad Industrial
- Conocimientos de Aseguramiento de Calidad

Figura n° 15. Diagrama de las líneas de comunicación del Inspector de soldadura.



Fuente: *Welding Inspection Technology*. Miami, 1998. Pág. 1-7.

Actualmente hay varios programas para certificarse como inspector de soldadura. Para Inspección Visual, la AWS ha desarrollado las certificaciones de CAWI (Inspector Certificado de Soldadura Asociado), CWI (Inspector Certificado de Soldadura) y SCWI (Inspector Senior Certificado de Soldadura)

En el Anexo n° 7 se muestra la una tabla fotográfica de equipos de inspección visual de soldadura.

### 2.2.5.2. Proceso Control de Calidad.

El proceso de control de calidad inicia mucho antes de efectuar la soldadura o la calificación de los soldadores. El proceso cubre desde la revisión de las especificaciones hasta la entrega del Dossier de soldadura.

“La forma de llevar a cabo una inspección, así como cómo y cuándo, deben quedar reflejados en documentos escritos, tal como una especificación redactada al respecto. No deben quedar a capricho de los inspectores o Clientes, pues en función de los conocimientos particulares de cada persona se inspeccionarían trabajos idénticos bajo diferentes puntos de vista, pudiendo darse el caso de efectuar las

inspecciones cuando posibles defectos no fuesen fácilmente localizados. De la misma forma, los criterios de aceptación y rechazo deben quedar establecidos y acordados previamente al comienzo del trabajo." (G. Hernández. 2006).

En el anexo n° 8 se muestra un ejemplo de la lista de Verificación de Inspección de Soldadura.

### **2.2.5.3. Discontinuidades y defectos de Soldadura.**

Según el AWS A3.0-01 –Standard Welding Terms and Definitions, "discontinuidad es una interrupción de la estructura típica de un material, tal como una falta de homogeneidad en su mecánica, metalúrgica, o características físicas. Una discontinuidad no es necesariamente un defecto"

Un defecto en soldadura es según el AWS A3.0-01 –Standard Welding Terms and Definitions, "Una discontinuidad o discontinuidades que por su naturaleza o el efecto acumulado rinde una parte o producto no puede cumplir con los estándares mínimos de aceptación aplicables o especificaciones. El término designa rechazo".

Las causas que pueden generar discontinuidades y/o defectos son:

- Preparación, disposición o limpieza de las piezas a unir.
- Ejecución de la soldadura.
- Soldabilidad del metal base.
- Elección de los consumibles (gases, metal de aporte)

Los principales defectos que se producen en el soldeo por fusión están clasificados en Los siguientes grupos:

- Fisuras
- Socavados
- Inclusiones Solidas, ( escoria, óxidos, tungsteno)
- Falta de fusión
- Falta de penetración

Los anexos n° 9, 10, 11 y 12 muestran los tipos comunes de discontinuidades según el AWS B1.10:1999. Guide for the Nondestructive Examination of Welds.

Los anexos n° 13 y 14 muestran una tabla fotográfica de tipos de poros y discontinuidades superficiales según el *Welding Inspección Technology* y el *Visual Inspección Workshop Reference Manual*.

### 2.2.6. Normas y Códigos

- **Códigos**

Según el Diccionario de la Lengua Española "Código", significa "conjunto de normas legales sistemáticas que regulan unitariamente una materia determinada". Debido a que el Código consiste en un conjunto de leyes que tiene un estatus legal, siempre será considerado mandatorio. Varias organizaciones como AWS y ASME tienen códigos desarrollados para distintas áreas de interés.

Por lo tanto dependiendo del tipo de soldadura a inspeccionar se elegirá los códigos correspondientes. El anexo n° 12 muestra el resumen de contenidos del código ASME y los código AWS.

- **Normas**

Según el Diccionario de la Lengua Española "Norma", significa "Regla que se debe seguir o a que se deben ajustar las conductas, tareas, actividades". Se debe tener en cuenta que el término Norma también se aplica a numerosos tipos de documentos, incluyendo códigos y especificaciones.

- **Especificaciones**

Dependiendo de una necesidad específica, una especificación es una descripción detallada o listado de los atributos requeridos de algún ítem u operación. La ASTM cuenta con volúmenes de especificaciones.

### 2.2.7. Calificación de soldadores

"La Calificación de Soldadores y operadores de soldadura requieren que una soldadura debe hacerse de acuerdo a la Especificación de un Procedimiento de Soldadura" (AWS B2.1:2005 – Specification for Welding Procedure and Performance Qualification).

Las pruebas de calificación se pueden hacer de dos maneras:

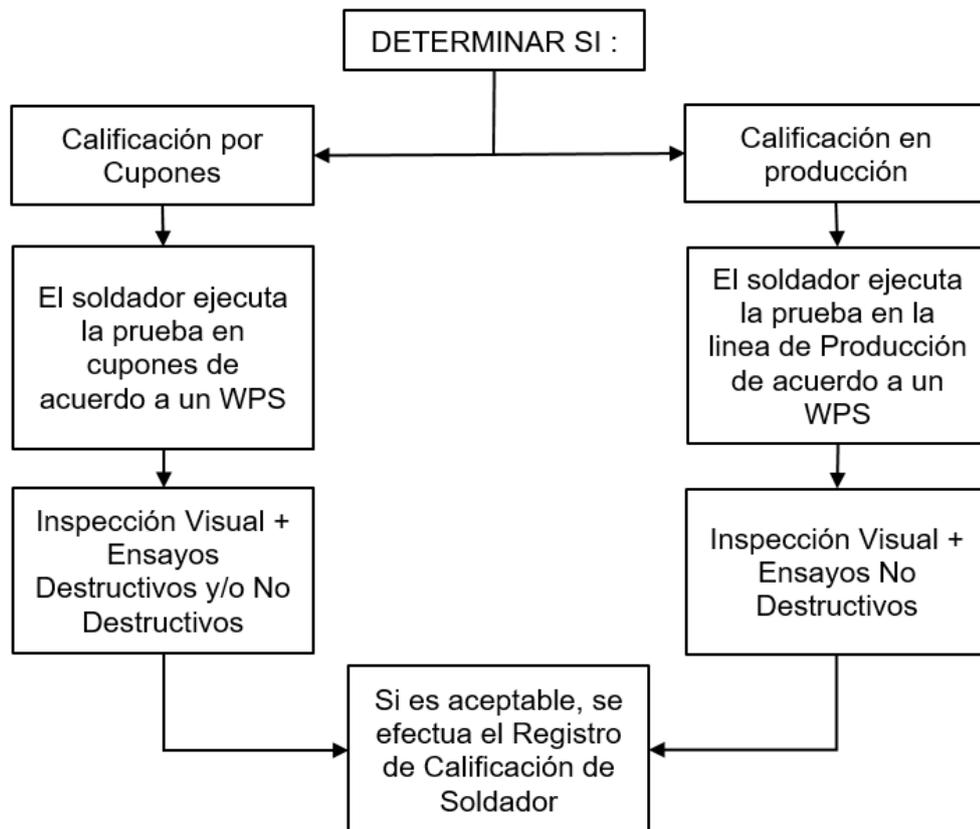
- Calificación en producción.
- Calificación en cupones.

La calificación en producción es más común cuando se conoce el trabajo del soldador con anterioridad, esto depende mucho de la Norma o Código con que se evaluara, así como el tipo de junta que realizara. El personal de construcción es el responsables de solicitar cuando se efectuara una prueba de este tipo. En esta prueba se utiliza una junta de soldadura de la línea de producción que es efectuada por el soldador a evaluar.

La calificación en cupones es la más utilizada, pues de esta manera no se compromete la integridad de la línea de producción, pues en este caso de reprobado el soldador no se correría el riesgo de afectar o reparar algún elemento.

Dependiendo del código o Norma, se decidirá el tipo de ensayo a realizar en la soldadura ya sea de los cupones de prueba o la junta soldada en producción.

Figura n° 16. Determinación del Método de Calificación de Soldadores, Calificación por Cupón o Producción.



Fuente: AWS B2.1:2005 – *Specificación for Welding Procedure and Performance Qualification*

El Registro de Calificación del Soldador es el documento donde se registran los datos del soldador calificado, los datos correspondientes a la calificación, parámetros, resultados de los ensayos realizados y firmas de los responsables de la calificación.

Se considera como periodo de validez de la calificación un periodo mínimo de 6 meses, y se mantendrá vigente siempre y cuando en los responsables de construcción demuestren que el soldador continúe trabajando bajo el mismo procedimiento de su calificación.

### **2.2.8. Ensayos Destructivos y No destructivos**

Parte del proceso de calificación de soldadores son los Ensayos No Destructivos y/o Destructivos. Los códigos y/o normas definen el tipo, cantidad, características, ubicación de la probeta, y criterios de aceptación y rechazo.

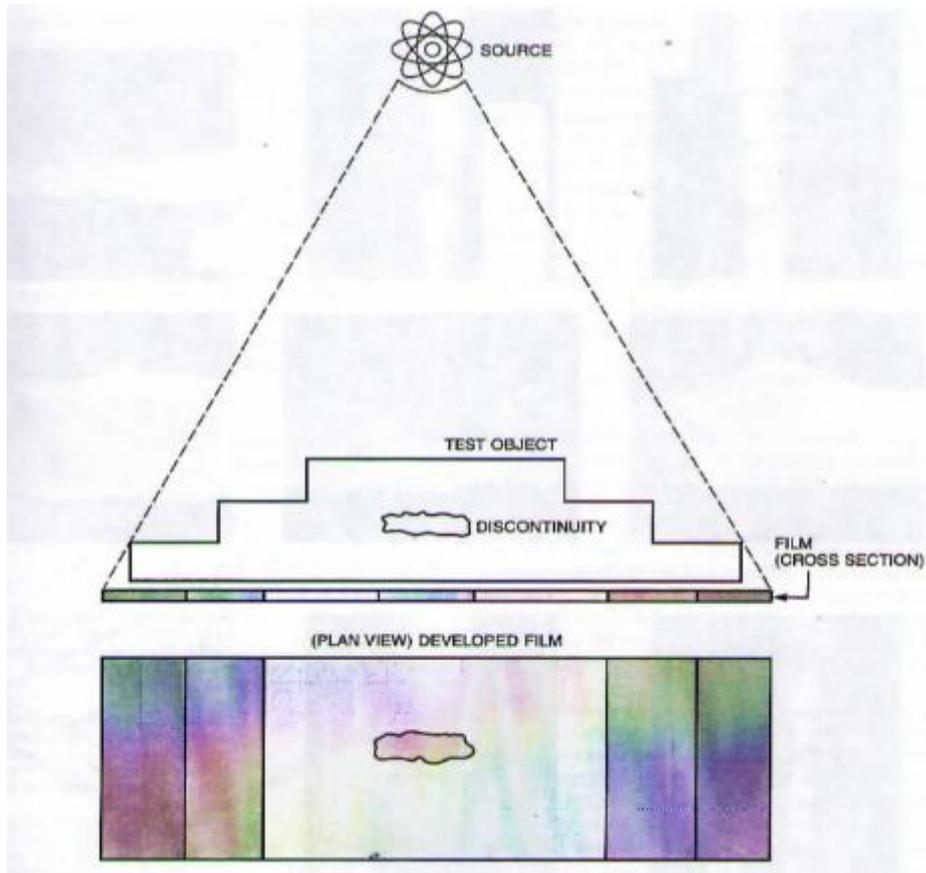
Los Ensayos No destructivos más utilizados son los siguientes:

- Ensayos de Ultrasonido (U.T.)
- Ensayos Radiográficos (R.T.)

La radiografía es el método más utilizado por los códigos y normas como respaldo para realizar la calificación de soldadores. La ejecución de este ensayo debe ser efectuado por inspectores certificados como mínimo Nivel II SNT TC-1A, según el estándar ASNT, además por una empresa con las licencias necesarias para el manejo de fuentes radiográficas. La empresa emitirá un registro donde indique los resultados de la prueba, como aprobatorio o no según la norma o código aplicado. Se puede apreciar una representación del principio de funcionamiento del ensayo radiográfico en la figura n° 17 y 18.

El ensayo por ultrasonido es muy poco usado en calificación de soldadores, pero viene tomando mayor presencia por el menor riesgo de salud que representa en comparación con el ensayo Radiográfico. La ejecución de este ensayo debe ser efectuado por inspectores certificados como mínimo Nivel II SNT TC-1A, según el estándar ASNT.

Figura n° 17. Ensayo Radiográfico.



Fuente: - AWS B1.10:1999. Guide for the Nondestructive Examination of Welds

Figura n° 18. Toma radiográfica a cupones de calificación de soldadores.



Fuente: Elaboración propia.

Los ensayos destructivos más utilizados en la calificación de soldadores son:

- Ensayos de Tracción.
- Ensayos de dobles Guiado.
- Ensayos de rotura.
- Ensayos de Tenacidad.
- Ensayos macro gráficos.
- Ensayo Nick Breack
- Ensayo de desgarramiento.

El ensayo de doblez guiado es el más usado, teniendo como alternativas, el dobles de cara, dobles de raíz y el dobles de lado. En los Anexos n° 15, 16 y 17 se muestran ejemplos de cortes de probetas para ensayos mecánicos según el código AWS D1.1, la norma ASME Secc. IX y el estándar API 1104

*Figura n° 19. Probetas de dobles y Machinas para dobles de probetas.*



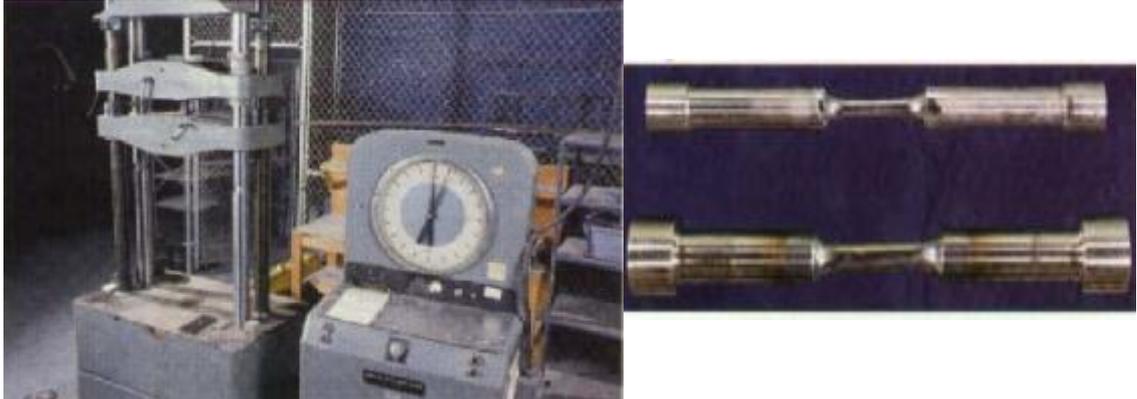
*Fuente: Welding Inspection Technology. Miami, 1998. Pág. 6-28*

*Figura n° 20. Probetas de ensayo de desgarramiento y ensayo de desgarramiento.*



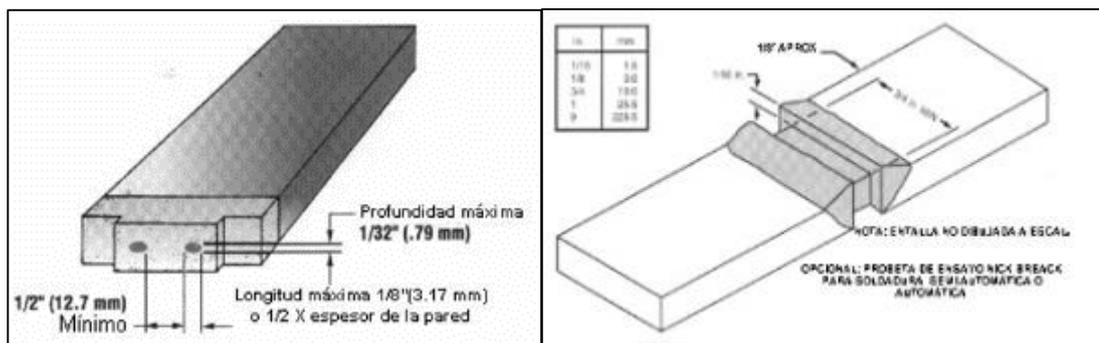
*Fuente: Welding Inspection Technology. Miami, 1998. Pág. 6-28*

Figura n° 21. Máquina de tracción y Probetas para ensayo de tracción.



Fuente: Welding Inspection Technology. Miami, 1998. Pág. 6-16.

Figura n° 22. Probeta de Nick Breack y evaluación de prueba.



Fuente: Welding Inspection Technology. Miami, 1998. Pág. 6-16.

Figura n° 23. Disposición de corte de cupones para Macrografía y cupón de ensayo Macro gráfico.



Fuente: Elaboración propia.

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Cupón de Prueba:** Piezas a soldar durante las pruebas de calificación. (G. Hernández. 2006).
- **Probeta de Ensayo:** Parte del cupón de prueba cortada para llevar a cabo los ensayos destructivos especificados. (G. Hernández. 2006).
- **Pruebas:** Series de operaciones que incluyen el soldeo del cupón de prueba y los consiguientes ensayos destructivos y/o destructivos, así como el informe de los resultados obtenidos. (G. Hernández. 2006).
- **Rango de Calificación:** Extensión de la aprobación para una variable esencial.
- **Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS, Welding Procedure Specification):** Documento que tiene en detalle las variables requeridas para asegurar la repetitividad en una aplicación específica.
- **Registro de Calificación de Procedimiento (PQR, Procedure Qualification Record):** Registros de los parámetros, pruebas y variables utilizadas en la calificación del procedimiento.
- **Registro de Calificación del soldador u operador de soldadura (WPQ, Welder Performance Qualification):** La demostración de la habilidad para aplicar soldadura por medio de un procedimiento específico que satisfaga los estándares escritos.
- **SMAW:** Shielded Metal- arc Welding. Soldadura Por Arco Eléctrico con electrodo Revestido. (AWS A3.0-01).

- **GMAW:** Gas Metal Arc Welding, Soldadura Por Arco Eléctrico con Alambre Sólido y Gas. (AWS A3.0-2001).
- **FCAW-G:** Gas Shielded Flux Cored Arc Welding, Soldadura Por Arco Eléctrico con Alambre Tubular. (AWS A3.0-2001).
- **SAW:** Submerged Arc Welding, Soldadura Por Arco Eléctrico Sumergido. (AWS A3.0-2001).
- **GTAW,** Gas Tungsten Arc Welding. Soldadura Por Arco Eléctrico con Electrodo de Tungsteno y Protección Gaseosa. (AWS A3.0-2001).
- **ASME:** American Society of Mechanical Engineers. Sociedad técnica que proporciona las directrices para recipientes de presión y equipos.
- **AWS:** American Welding Society. La sociedad técnica que proporciona las directrices y liderazgo en todas las fases de la soldadura.
- **ASNT:** American Society for Nondestructive Testing. La sociedad técnica que proporciona las directrices en Ensayos No Destructivos.
- **API:** American Petroleum Institute. La sociedad técnica que proporciona las directrices para la industria petrolera.

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO

### 3.1. Organización

La empresa Skanska del Peru es una de las compañías de servicios y desarrollo de proyectos líder a nivel mundial, con más de 60 años de experiencia.

Opera como contratista integral de obras y servicios, brindando prestaciones de diseño, construcción, y de mantenimiento, en proyectos de petróleo, gas, energía y de infraestructura.

Según su Política de Gestión Integrada, Skanska Latin America cuenta como primer compromiso permanente implementar, desarrollar y sostener un Sistema de Gestión Integrado basado en las normas, ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001, como un camino hacia las prácticas de calidad total en ciclos de mejora continua. Teniendo como segundo compromiso aumentar de manera sostenida su capacidad competitiva a través de una mejora en la eficiencia, alineando sus objetivos con la satisfacción de sus clientes.

El tercer compromiso considera la gestión integrada de la Calidad, Seguridad y Medio Ambiente, como herramienta esencial para el desarrollo de las actividades de la Unidad de Negocios en todos los ámbitos donde participa. (*Anexo n° 17 Política Del Sistema De Gestión Integrado*).

#### **Misión**

*“Desarrollar, diseñar, planificar, construir y brindar servicios que contribuyan al bien común de la sociedad y respeten los valores y objetivos que se definen en este Modelo de Gobierno de Skanska LA.”*

#### **Visión**

*“Ser líder y primera opción de los clientes en la contratación de los servicios de ingeniería, construcción, de operación y mantenimiento”.*

### **Política de Cinco Ceros**

Los Cinco Ceros representan, junto al Código de Conducta, los valores de Skanska.

- Cero Pérdidas
- Cero faltas de ética
- Cero defectos
- Cero incidentes Ambientales
- Cero accidentes

Figura n° 24. Política De Los Cinco Ceros.



Fuente: Metas SKANSKA, Cinco Ceros.

### **3.1.1. Estructura de la Empresa.**

Skanska LA ha estructurado sus actividades por medio de una organización moderna, flexible y descentralizada, que le permite adaptarse rápidamente a las necesidades de sus clientes. La empresa se agrupa en dos grandes divisiones: la División Norte y la División Sur, y en cada una de ellas funciona a su vez una Unidad Operativa.

Las Unidades Operativas son independientes entre sí, y cuentan con sus propios organismos de dirección, control y administración de acuerdo con las actividades que desarrollan.

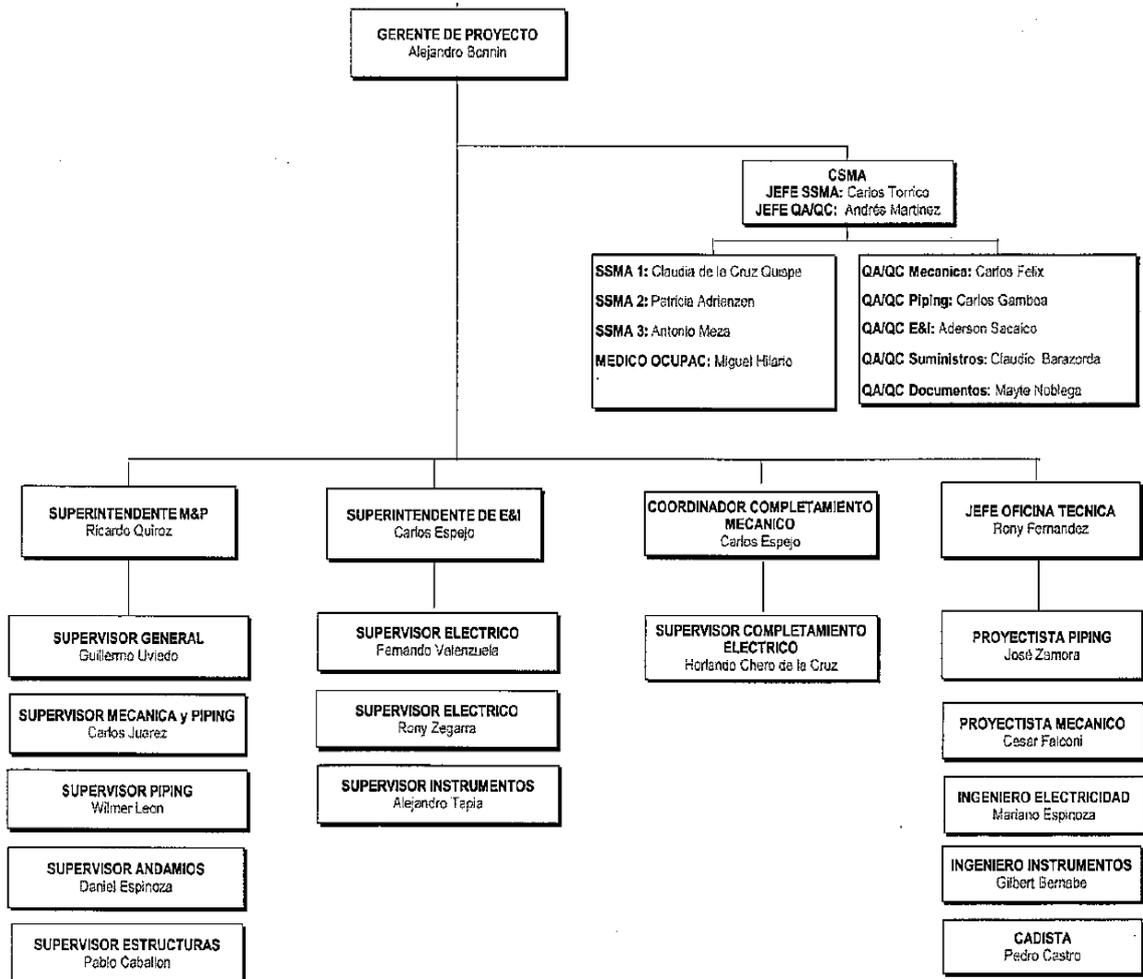
Las Unidades Operativas deben cumplir por medio de sus respectivos directorios, las políticas, reglas y procedimientos definidos por Skanska LA.

### **3.1.2. Estructura de las Obras**

Cada Obra es independiente, puesto que cuentan con un propio Centro de Costos y están dirigidas por un Gerente de Proyecto, en la figura n°25 se puede apreciar parte del organigrama del "Proyecto Quimpac 2".

Como se aprecia en organigrama, el área de calidad del proyecto es independiente de las otras áreas de construcción y se comunica directamente con la gerencia de proyecto. Debido a esta independencia, y bajo el concepto de que cada obra es distinta a otra, se realizan procedimientos independientes en cada proyecto. Estos procedimientos operativos dan las pautas a seguir según las especificaciones contractuales. Aun así al igual que el sistema de gestión integrado, el área de construcción busca formar procedimientos únicos a fin de integrar los conceptos de la empresa.

Figura n° 25. Organigrama De Construcción



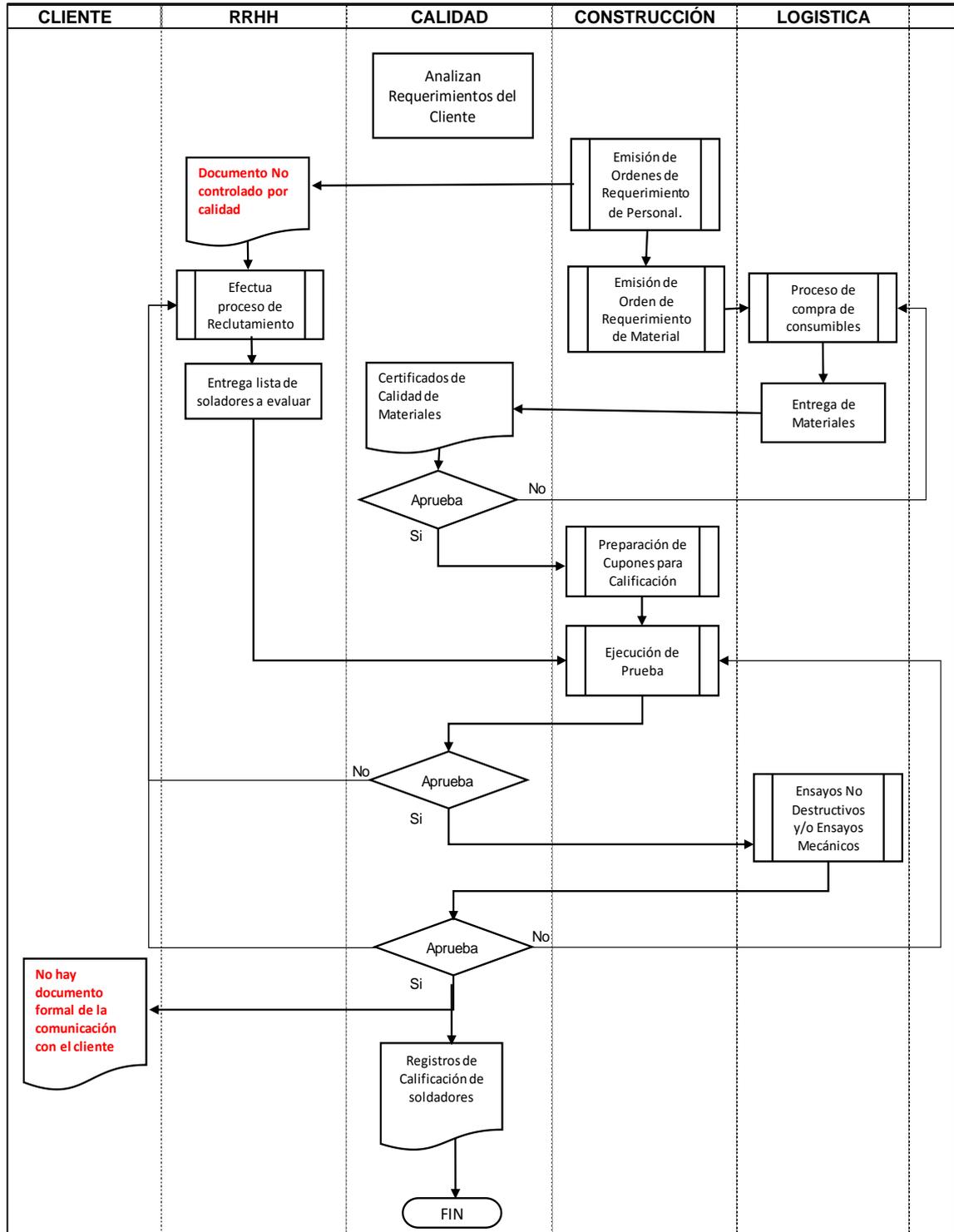
Fuente: Plan Operativo del Proyecto - "Ampliación de la Planta de Ácido Fosfórico  
Quimpac 2" – 2013.

### 3.2. Procedimiento de Calificación de Soldadores.

En la Figura n° 26 "Diagrama del Proceso de Calificación de Soldadores Antiguo", apreciamos la secuencia de cómo se calificaba a los soldadores antes de modificar el procedimiento.

- Si bien Calidad analizaba los requerimientos del Cliente. No ocurría lo mismo con Construcción, que se guiaba más por la experiencia, lo que solía incurrir en errores de interpretación o exceso de confianza.
- Construcción solicitaba los soldadores directamente a Recursos Humanos por medio de correos electrónicos o documentos que no eran reconocidos por el sistema de Gestión (Documentos No controlados), los mismos que no contenían información clara y manejaba términos sub estándar.
- Recursos Humanos procedía a reclutar el personal, valiéndose solo del requerimiento de Construcción. Por lo que no se responsabilizaban si el personal no pasaba las pruebas.
- Recursos Humanos enviaba la lista de candidatos a Construcción, sin antes enviar los Currículos Vitae al área de Calidad para verificar las certificaciones anteriores y el perfil de acuerdo a las especificaciones del proyecto.
- Construcción ejecutaba la prueba de soldadores sin notificar al cliente, solo comunicaba a Calidad, quienes debían ingéniase las para informar al cliente. Lo cual generaba desconfianza de los clientes sobre la realización de las pruebas.
- Como resultado se obtenía una baja tasa de aprobación de soldadores, ocasionado pérdidas de horas hombre, recursos, demoras en los inicios de trabajos y una mala imagen ante el cliente.

Figura n° 26. Diagrama del Proceso de calificación de Soldadores Antiguo



Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura n° 27 "Diagrama del Proceso de Calificación de Soldadores del procedimiento", se describe la secuencia de calificación de soldadores desde el análisis de los responsables, la secuencia de aprobación del área de Calidad del proyecto, y los registros respectivos para cada etapa del proceso.

### **3.2.1. Emisión de Ordenes de Requerimiento de Personal.**

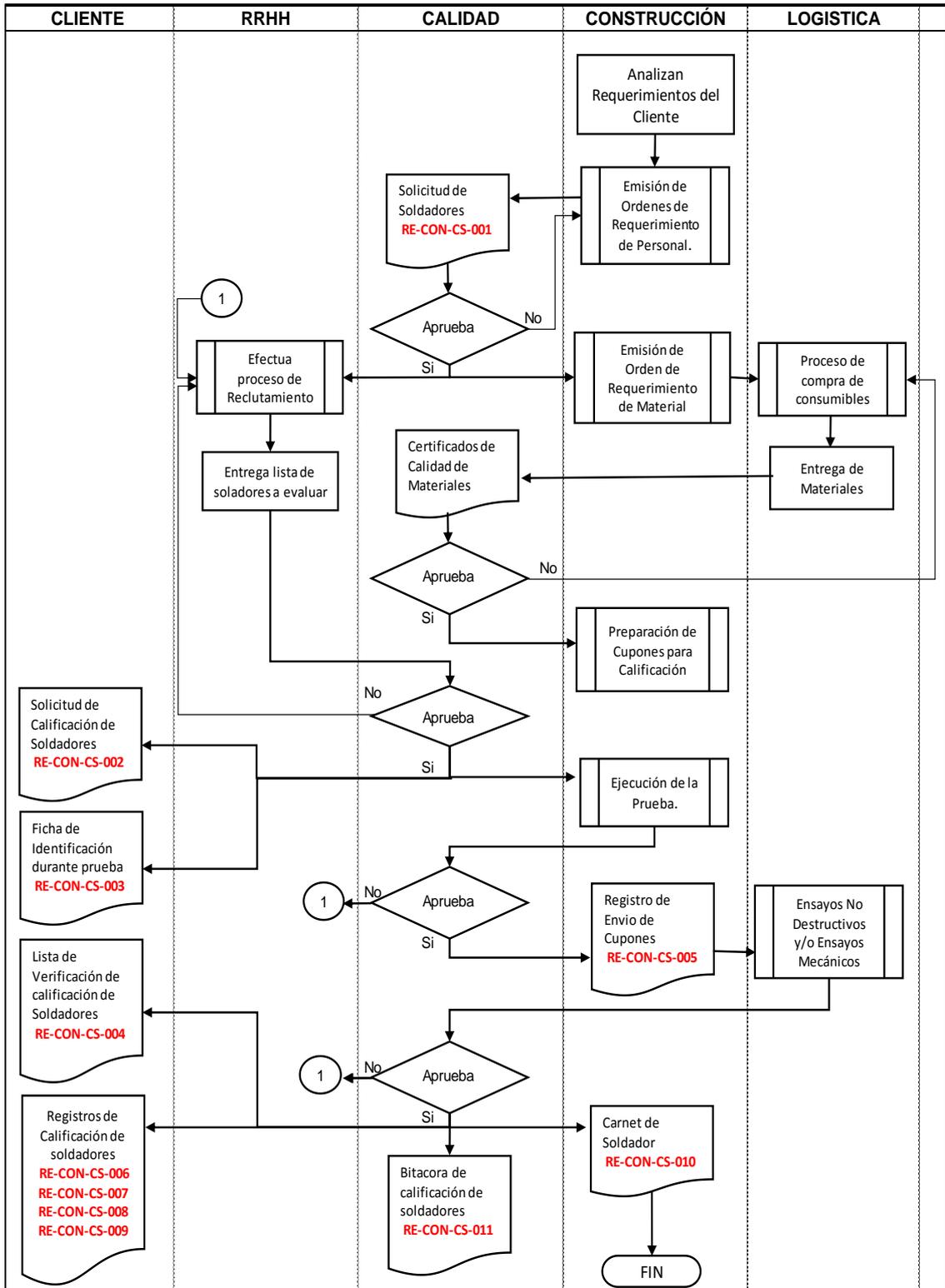
Los responsables de construcción son los encargados de solicitar al personal de soldadura, consumibles y equipos, además de definir si las calificaciones se efectuaran obra o fuera de obra. Todo esto debe planificarse en reuniones de inicio con Calidad y posteriormente debe ser informado al cliente.

El Supervisor de soldadura es el responsable de generar la solicitud de soldadores mediante el formato *REG-CON-CS-001*.

- Debe indicar la descripción de la calificación de soldadores Posiciones de Soldeo. (SMAW, FCAW, GTAW, SAW, Otro)
- Debe indicar la Norma Aplicable, (AWS D1.1, ASME Secc. IX, API 1104, Otro)
- Debe indicar las características del material base a utilizar en las pruebas.
- Debe indicar la posición a calificar.
- Debe indicar el detalle de Junta de soldadura para las pruebas.
- Y de ser necesario alguna nota y/o comentario.

(Ver figura n°28)

Figura n° 27. Diagrama de Proceso de Calificación de Soldadores del Procedimiento.



Fuente: Elaboración propia.

Figura n° 28. RE-CON-CS-001 Solicitud De Soldadores

LOGO DE LA EMPRESA	<b>REGISTRO</b>		<b>RE-CON-CS-0001</b>	
	ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCION		Hoja	1 de 1
	<b>SOLICITUD DE SOLDADORES</b>		Revisión	0
		Edición	25/07/2013	
<b>1.0 IDENTIFICACIÓN</b>				
OBRA :		C.C.:	Registro N°:	
<b>2.0 DESCRIPCION DE LA CALIFICACION DE SOLDADORES</b>				
<b>2.1 Proceso de Soldeo:</b>				
SMAW <input type="checkbox"/> GTAW <input type="checkbox"/> GMAW <input type="checkbox"/> FCAW <input type="checkbox"/> SAW <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>				
<b>2.2 Norma Aplicable:</b>				
AWS D11 <input type="checkbox"/> ASME SECC. IX <input type="checkbox"/> API 1104 <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>				
<b>2.3 Materiales Base:</b>				
(Especificar Material)			Esesor De: _____ a (Rango de espesores a soldar)	
<b>2.4 Posición:</b>				
1G <input type="checkbox"/> 2G <input type="checkbox"/> 3G <input type="checkbox"/> 4G <input type="checkbox"/> 5G <input type="checkbox"/> 6G <input type="checkbox"/> 1F <input type="checkbox"/> 2F <input type="checkbox"/> 3F <input type="checkbox"/> 4F <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>				
<b>2.5 WPS N° (de referencia):</b>				
<b>2.6 Cantidad de Soldadores:</b>				
Detalle de Junta				
<b>3. NOTAS / COMENTARIOS /OBSERVACIONES:</b>				
<b>4. APROBACIÓN</b>				
	Supervisor de Soldadura	Supervisor de Calidad	Jefe de Construcción	
Nombre y Apellidos				
Fecha				
Firma				

Fuente: Plan Operativo del Proyecto - "Ampliación de la Planta de Ácido Fosfórico  
Quimpac 2" – 2013

### 3.2.2. Preparación de Cupones para calificación.

El supervisor de Soldadura deberá realizar las gestiones necesarias para efectuar las calificaciones:

- Solicitar las máquinas de soldar, esmeriles, equipo de oxicorte, hornos, caballetes, mantas ignifugas y todo lo necesario para las pruebas.
- Solicitar soldadura según el procedimiento WPS, discos abrasivos, escobillas, gases, y accesorios correspondientes.
- Solicitar los equipos de protección personal correspondientes para los trabajos de soldadura.
- Habilitar un área para efectuar las pruebas de soldeo.
- Verificar y acondicionar las condiciones de seguridad para trabajos de soldeo (extintores, mantas ignifugas, tableros y conexiones eléctricas).
- De efectuarse las pruebas fuera de obra, (en instalaciones de terceros o subcontratos). Siguen siendo responsabilidad del supervisor de soldadura el gestionar, solicitar y habilitar los puntos anteriores.

Es responsabilidad del Jefe de Calidad en Obra velar por el cumplimiento del plan de calidad aplicado a las calificaciones, además de designar a un inspector de soldadura que efectuará lo siguiente:

- Verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas del contrato referente a la calificación de soldadores.
- Verificar los certificados de calidad de los consumibles a utilizar en las calificaciones (acero, consumibles y gases).
- Efectuar la inspección de los cupones de prueba antes de efectuarse la calificación, así como marcar sobre el cupón los siguientes datos; datos del soldador, estampa, WPS, fecha, dimensiones del cupón y norma de calificación como mínimo, de solicitarse datos adicionales, se deberá coordinar con la supervisión a fin de verificar condiciones en campo. (Figura N°29)
- Antes de la prueba el Inspector deberá revisar los currículos Vitae de los soldadores, a fin de garantizar experiencia certificada de acuerdo a las características de las pruebas.

*Figura n° 29. Probeta para calificación de soldadores correctamente identificada antes de la prueba.*



*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.2.3. Ejecución de la calificación.

El responsable de la calificación deberá utilizar el registro "*RE-CON-CS-002 Solicitud de Calificación de Soldadores*". Para comunicar y obtener la autorización del cliente, el mismo que deberá contener los siguientes datos:

- Responsable de la Prueba.
- Fecha y Hora de la prueba
- Fecha y Hora de la Notificación
- Estampa asignada a los soldadores (para la prueba).
- Nombres, apellidos y DNI de soldadores.
- Código aplicable
- Proceso
- Posición
- Metal Base y Aporte
- WPS de referencia.
- Dimensiones de cupones.

(Ver figura n°30)

Además se deberá generar el "*RE-CON-CS-003 Ficha de Identificación durante Prueba*". (Ver figura n°32) Para mantener un control de los soldadores en el taller de pruebas. Esto reduce la probabilidad de cambio de cupones entre los evaluados. El documento deberá incluir los siguientes datos:

- Foto del soldador en tamaño Jumbo.
- Numero de Estampa asignado para la prueba.
- Nombres y apellidos
- Proceso de Soldeo
- Posición de Soldeo
- Material Base.

La ficha será colocada en la espalda del postulante durante toda la prueba, como se muestra la figura n°31.



Figura n° 311. Proceso de Calificación de soldador en Obra.



Fuente: Elaboración propia.

Figura n° 32. RE-CON-CS-003 Ficha De Identificación Durante Prueba De Soldadores

LOGO EMPRESA	<b>REGISTRO</b>		<b>RE-CON-03-XXX</b>	
	ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN		Hoja	1 de 1
	<b>FICHA DE IDENTIFICACIÓN DURANTE PRUEBA DE SOLDADORES</b>		Revisión	1
		Edición	Jul. 2013	
Foto : 				
<b>ESTAMPA :</b>		<b>SK-001</b>		
<b>NOMBRE Y APELLIDO</b>		<b>CARLOS ALBERTO CEFERNO SANCHEZ</b>		
<b>PROCESO</b>		<b>SM AW</b>		
<b>POSICION</b>		<b>4G</b>		
<b>METAL BASE</b>		<b>P NO.1</b>		

Fuente: Plan Operativo del Proyecto - "Ampliación de la Planta de Ácido Fosfórico Quimpac 2" – 2013

Durante la prueba el inspector de soldadura deberá verificar los siguientes puntos:

- Se debe contar con el WPS en el lugar de la prueba, al alcance visual de los soldadores.
- Contar con galgas de inspección visual, cinta métrica flexible, termómetro laser, tizas térmicas, Amperímetro, y todo instrumento necesario para garantizar una prueba bajo condicione estándar. Todos los instrumentos deben contar con certificación vigente.
- De necesitar precalentamiento, el inspector verificara que la temperatura inicial del material base de acuerdo al WPS.
- Solo se iniciara la prueba si los Inspectores y supervisores responsables autorizan el inicio.
- Se verificara los parámetros de soldadura indicados en el WPS, tales como velocidad de soldeo, posición de soldeo, Amperaje, Voltaje, Temperatura entre pases, uso de amoladoras, etc.
- Es potestad del inspector detener la prueba si se aprecia poca habilidad del soldador.

Siendo responsabilidad del soldador los siguientes puntos:

- Toda prueba de calificación deberá ser presenciada por el Inspector de Soldadura.
- El tiempo de soldeo del cupón de prueba corresponderá con el tiempo de trabajo bajo las condiciones normales de producción.
- El soldador debe respetar la posición de soldeo durante toda la prueba, incluso durante la limpieza entre pases. (Ver Anexo n°21).
- Deberá haber una parada y un reinicio en el pase de raíz y en el de acabado, que serán identificadas en la zona a evaluar.
- El soldador debe mantener las normas de seguridad y buenas prácticas en manufactura, propias del proceso de soldadura.
- Se permite que el soldador retire pequeñas imperfecciones mediante esmerilado, exceptuando las indicaciones superficiales al terminar de soldar. Solo será autorizado por los inspectores examinadores responsables.

### 3.2.4. Procesos de Inspección Visual, aplicación de Ensayos no Destructivos y/o Ensayos Mecánicos.

Al finalizar la prueba, El inspector de soldadura efectúa la inspección visual de los cupones, según los siguientes puntos:

- Para proceder con la realización de los Ensayos No destructivos y Ensayos Mecánicos, se deberá llenar el registro "RE-CON-CS-005 Registro de Envío de Cupones", indicando los datos del soldador, el código de referencia y las características necesarias para que se efectúen los ensayos.
- Incluso en caso de que los ensayos se realicen en Obra, como es el caso de la Radiografía, se deberá generar el "Registro de Envío de Cupones", para mantener un control de cupones ensayados.
- Una vez culminado el proceso se debe llenar el registro "RE-CON-CS-006, Lista de Verificación de Soldadores",

Figura n° 33. RE-CON-CS-005 Registro De Envío De Cupones

LOGO DE LA EMPRESA		REGISTRO				Doc.:	RE-CON-CS-005-XXX	Rev.:	0	
		ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN				Envío N°	022	Hoja:	1 de 1	
		REGISTRO DE ENVIO DE CUPONES				Proyecto: Planta de Ácido Fosfórico - QUIMPAC II				
		AWS D1.1	X	ASME IX		Fecha: 03MAYO2014				
Item	Estampa	Nombres	DNI	Ensayo	Material	Espesor	Posición	WPS	Proceso	Aporte
1	SK-025	Fredy, Toribio Godiño	42275542	Doblez	ASTM A106 Gr.B	12	3G	002-2013	SMAW	E6010/E7018

PD: Emitir los resultados a:	
Nombres	Email
- Andres Martinez	<a href="mailto:andres.martinez@skanska.pe">andres.martinez@skanska.pe</a>
- Jhonatan Osores	<a href="mailto:jhonatan.osores@skanska.pe">jhonatan.osores@skanska.pe</a>
- Carlos Felix	<a href="mailto:carlos.felix@skanska.pe">carlos.felix@skanska.pe</a>



SKANSKA DEL PERU S.A.  
CARLOS FELIX OBREGON  
SUPERVISOR QAVOC

Fuente: Plan Operativo del Proyecto - "Ampliación de la Planta de Ácido Fosfórico Quimpac 2" – 2013

Figura n° 34. RE-CON-CS-004 Lista De Verificación De Soldadores

LOGO DE LA EMPRESA	REGISTRO														RE-CON-CS-004-XXX		
	ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN														Hoja	1 de 1	
	<b>LISTA DE VERIFICACIÓN DE CALIFICACIÓN DE SOLDADORES</b>														Revisión	1	
														Edición	Jul.2013		
OBRA					QUMPAC 2												
FECHA DE PRUEBA					22 de Set. 2013												
WPS					P-WPS-006												
CODIGO APLICABLE					ASME K												
No.	Welder Name	ESTAMPA	DNI	Posición	Proceso	Visual Examination					Ensayo de Rotura	Macrografía	Ensayo Radiográfico	Ensayo de Doblez	Resultado Final Pasa: P Falla: F	Obs. (Cupon No.)	
						Socavado	Refuerzo	Acabado Superficial	Fisuras								
1	Vignia Karina Cajiso Silva	W 48	41859250	6G	GTAW	v	v	v	v	N/A	N/A	v	N/A	P	18		
2	Jaimé Alberto Sulbn Medina	W 49	901819474	6G	GTAW	v	v	v	v	N/A	N/A	v	N/A	P	19		
Comentarios:																	
		Supervisor de Soldadura			Inspector de Soldadura												
Fecha																	
Nombre																	
Firma																	

Fuente: Plan Operativo del Proyecto - "Ampliación de la Planta de Ácido Fosfórico Quimpac 2" – 2013

### 3.2.5. Elaboración de WPQ.

Se elaboraron tres formatos para registrar las calificaciones de soldadores según lo indicaban los códigos AWS D1.1, ASME Secc. IX y el estándar API 1104. Adicionalmente se agregó un formato adicional para apuntaladores de soldadura según el código AWS D1.1.

La figura n°35 muestra el registro "RE-CON-CS-06 Welder, Welding Operator, Or Tack Wlder Qualification Test Record" (Calificación De Soldadores, operadores de soldadura o apuntaladores) Según el código AWS D1.1, el formato respeta los términos en ingles igual al formato original que propone el código. En el registro se hace referencia al Rango de calificación en función a las variables registradas durante la prueba. El formato permite el registro de los ensayos mecánicos, ensayo de rotura de filete ensayo radiográfico y ensayo macrografico según sea aplicable.

La figura n° 36 muestra el registro "RE-CON-CS-07 Registro De Calificación De Soldadores (WPQ) De acuerdo SECC. IX", particularmente este formato indica la opción de la calificación en probetas o en soldadura de producción. El formato fue traducido del inglés, basándose en el formato propuesto por la Norma ASME Secc. IX. El registro debe ser llenado indicando los parámetros de calificación según el procedimiento de soldadura. Se debe tomar en cuenta los espesores depositados por cada proceso de soldadura usado. Para el caso de los ensayos de dobles guiado se tienen tres alternativas. De ser el caso de ensayo radiográfico se debe colocar el número del informe para la trazabilidad respectiva.

Para las calificaciones bajo el estándar API 1104, se desarrolló un registro también basado en la norma. Este formato tiene como opción la colocación de la foto. Las calificaciones bajo esta norma toman más importancia en las variables de diámetro y espesor además del número de grupo del material. Se debe llenar los espacios concernientes a los ensayos mecánicos de dobles guiado, ensayo de tracción y/o Nick break. (Ver figura n°37).

Figura n° 35. RE-CON-CS-06 Registro De Calificación De Soldadores (WPQ)  
según AWS D1.1

VARIABLES		RECORD ACTUAL VALUES USED IN QUALIFICATION		QUALIFICATION RANGE							
Process / Type [Table 4.12, Item (1)]		SMAW		SMAW							
Electrode (single or multiple) [Table 4.12, Item (7)]		SINGLE									
Current / Polarity		DCEP									
Position [Table 4.12, Item (4)]		3G, 4G		Groove and Fillet: F, H, V, OH							
Weld Progression [Table 4.12, Item (5)]		UP		UP							
Backing (YES or NO) [Table 4.12, Item (6)]		NO		NO							
Material / Spec.											
Base Metal											
Thickness: (Plate)											
Groove		1/2"		1/8" - 1"							
Fillet				all thickness (see table 4.11)							
Thickness: (Pipe / tube)											
Groove											
Fillet											
Diameter: (Pipe)											
Groove											
Fillet											
Filler Metal (Table 4.12)											
Spec. N°		AWS 5.1									
Class		E6010 / E7018									
F-N° [Table 4.12, Item (2)]		F3, F4		F1, F2, F3, F4							
Gas / Flux Type (Table 4.12)											
Other											
<b>VISUAL INSPECTION (4.9.1)</b>											
Acceptable YES or NO: <u>YES</u>											
<b>GUIDED BEND TEST RESULTS (4.31.5)</b>											
TYPE		RESULT		TYPE		RESULT					
SK-003-3G-DL1		Acceptable		SK-003-4G-DL1		Acceptable					
SK-003-3G-DL2		Acceptable		SK-003-4G-DL2		Acceptable					
Inspected by: <u>Ing. Leonardo Rodriguez</u>		Test Number: <u>1017-13</u>		Organization: <u>Soldexa</u>		Date: <u>07/10/2013</u>					
<b>FILLET TEST RESULTS (4.31.2.3 and 4.31.4.1)</b>											
Appearance: <u>-</u>		Fillet Size: <u>-</u>		Fracture Test Root Penetration: <u>-</u>		Macroetch: <u>-</u>					
(Describe the location, nature, and size of any crack or tearing of the specimen)											
<b>RADIOGRAPHIC TEST RESULTS (4.31.3.2)</b>											
Film Identification Number		RESULT		REMARKS		Film Identification Number		RESULT		REMARKS	
-		-		-		-		-		-	
We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in conformance with the requirements of Clause 4 of AWS D1.1/D1.1M, 2010 Edition, Structural Welding Code-Steel.											
Firma:				Firma:				Firma:			
Fecha: <u>SUPERVISOR SKANSKA</u>				Fecha: <u>QA/QC SKANSKA</u>				Fecha: <u>JEFE DE OBRA</u>			

Fuente: Plan Operativo del Proyecto - "Ampliación de la Planta de Ácido Fosfórico  
Quimpac 2" - 2013

Figura n° 36. RE-CON-CS-07 - Registro De Calificación De Soldadores (WPQ)  
según ASME SECC. IX

<b>SKANSKA</b>	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADORES (WPQ)</b> <i>(De acuerdo ASME IX)</i>	<b>RE-CON-CS-07</b>	
		PAGE:	1 de 1
		EMISION:	27/09/2013
		REVISION:	0

REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQ)					
Nombre del Soldador: <b>Kilder Elbis Ramirez Shuan</b>		No. Estampa: <b>SK-038</b>		WPQ No.: <b>026-2014</b>	
DNI: <b>41103286</b>		<input checked="" type="checkbox"/> Probeta		<input type="checkbox"/> Soldadura Producción	
Identificación de WPS seguido por el soldador: <b>ASME/P1-P1/002</b>		Especificación de metal base: <b>ASTM A106 Gr.B</b>			
		Espesor: <b>5.49 mm</b>			
Variables de soldadura ( QW-350 )			Valor Usado en la Calificación	Rango Calificado	
Proceso de Soldadura:			GTAW+SMAW	GTAW+SMAW	
Metal Base No. P o S a No. P o S :			P-N*1	P-N*1	
Respaldo(metal, soldadura, soldadura doble) :			Sin Respaldo	Sin/Con Respaldo	
( ) Plancha ( X ) Tubería (ingrese diámetro, si es tubería):			88.9 mm	73 mm - ILIMITADO	
Especificación metal aporte (SFA) :			5.18/ 5.1	--	
Clasificación metal aporte			ER 70S-6 / E7018	--	
Metal de aporte No. F :			F6 / F4	Todos los F6 / F1~F4	
Inserto Consumible: (GTAW o PAW):			N/A	N/A	
Tipo de aporte (GTAW o PAW):			Sólido	N/A	
Espesor depositado por cada proceso :			2mm de F6 / 3.49mm de F4	4mm de F6 / 6.98mm de F4	
Posición calificada :			6G	Groove: Todas Filete: Todas	
Progresión vertical (ascendente/descendente):			Vertical Ascendente	Vertical Ascendente	
Tipo de gas combustible (OFW) :			N/A	N/A	
Gas Inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW):			Ar	Ar	
Modo de Transferencia (GMAW) :			N/A	N/A	
Corriente Tipo/Polaridad (GTAW):			GTAW DCE(-) / SMAW DCE(+)	GTAW DCE(-) / SMAW DCE(+)	
<b>Resultado de Inspección Visual:</b>					
<b>Resultado de prueba de doblez guiado</b>					
( ) Lado QW-462.2		( ) Cara y Raiz Transversal (QW-462.3(a))		( ) Cara y Raiz Longitudinal (QW-462.3(b))	
Estampa	Tipo	Resultado	Estampa	Tipo	Resultado
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
<b>Resultado de Ensayo:</b> APROBADO					
Informe de Ensayo N° : NDT-RT-001/14					
Otras Pruebas: _____ N/A					
Certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME Sección IX.					
Firma:		Firma:		Firma:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	
SUPERVISOR SKANSKA		QA/QC SKANSKA		JEFE DE OBRA	

Fuente: Plan Operativo del Proyecto - "Ampliación de la Planta de Ácido Fosfórico  
Quimpac 2" - 2013

Figura n° 37. RE-CON-CS-08 - Registro De Calificación De Soldadores (WPQ)  
según API 1104

<b>SKANSKA</b>	REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADORES (WPQ) (De acuerdo API 1104)	RE-CON-CS-08	
		PAGE:	1 de 1
		EMISION:	27/09/2013
		REVISION:	0

1.0 IDENTIFICACION			
Nombre de Soldador : <i>Martinez Zuñiga Luis Miguel</i>	WPQR N° :	<i>WPQ-2059-087</i>	
Estampa : <i>W 87</i>	DNI : <i>41884910</i>	Revisión : <i>0</i>	Fecha :
Evaluado por : <i>CWI Claudio Barazorda Villegas</i>	WPS Ref. N° :	<i>WPS-API /P1-P1/ 001</i>	
			(Foto opcional)

2.0 Variables de soldadura	VALORES ACTUALES	RANGO CALIFICADO
Proceso de soldadura / Tipo :	SMAW	SMAW
Material Base(Tubería y accesorios) :	API 5LX56 PSL2	Grupo b
Diámetro exterior :	24" (609.6mm)	Mayores a 12.750" (mayor a 323.85mm)
Espesor de la pared :	0.375" (9.525mm)	Mayor a 0.188" hasta 0.750" (mayor a 4.77mm hasta 19.05mm)
Diseño de la junta :	Ranura en V	Ranura en V
Material de aporte (Raíz) :	AWS 5.1 E6010	GRUPO 1
Metal de aporte (Relleno - scabado):	AWS 5.5 E7010	GRUPO 1
Numero de pases:	7 pases	Multipases
Tipo de corriente / Polaridad raíz DC (+ / -) :	DC(-)	---
Tipo de corriente / Polaridad otros pases DC (+ / -) :	DC(+)	---
Posición de calificación:	6G, fijo	Todas las posiciones, Fijo
Progresión de soldadura (Ascendente /Descendente)	---	---
Pase de raíz:	Descendente	Descendente
Pase de relleno y acabado:	Descendente	Descendente

Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del API 1104 Add. 2008.

3.0 INSPECCION VISUAL			
<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO	<input type="checkbox"/> DESAPROBADO	Prueba conducida por : <i>CWI Claudio Barazorda Villegas</i>	Fecha :
		Observaciones : ---	

4.0 ENSAYOS RADIOGRAFICOS			
<input type="checkbox"/> APROBADO	<input type="checkbox"/> DESAPROBADO	Prueba realizada por(compañía) :	Fecha : ---
		Prueba conducida por :	---
Evaluación guiada por :	---	Certificado N°:	---
Observaciones:	---		

5.0 ENSAYOS DESTRUCTIVOS			
<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO	<input type="checkbox"/> DESAPROBADO	Prueba conducida por :	Fecha :
		Informe N°: <i>CTSol-LCH-D341-</i>	
ENSAYO DE NICK BREAK :	<i>CONFORME</i>		
ENSAYO DE DOBLEZ DE CARA :	<i>CONFORME</i>		
ENSAYO DE DOBLEZ DE RAIZ :	<i>CONFORME</i>		
ENSAYO DE TRACCION : REEMPLAZADO POR NICK BREACK (6.5.2)	<i>CONFORME</i>		

6.0 APROBACION		
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:
SUPERVISOR SKANSKA	QA/QC SKANSKA	JEFE DE OBRA

Fuente: Plan Operativo del Proyecto - "Ampliación de la Planta de Ácido Fosfórico  
Quimpac 2" - 2013

Figura n° 38. RE-CON-CS-09 Registro De Calificación De Apuntaladores.

VARIABLES	RECORD ACTUAL VALUES USED IN QUALIFICATION	QUALIFICATION RANGE
Electrode (single or multiple) [Table 4.12, Item (7)]	SINGLE	SMAW
Current / Polarity	DCEP	
Position [Table 4.12, Item (4)]	2F	Fillet: F, H
Weld Progression [Table 4.12, Item (5)]	UP	—
Backing (YES or NO) [Table 4.12, Item (6)]		NO
Material / Spec.	-	
Base Metal		
Thickness: (Plate)		
Groove		
Fillet	1/2"	all tickness (see table 4.11)
Thickness: (Pipe / tube)		
Groove		
Fillet	-	-
Diameter: (Pipe)	-	-
Groove	-	-
Fillet	-	-
Filler Metal (Table 4.12)		
Spec. N°	AWS 5.1	
Class	E6010	
F-N° [Table 4.12, Item (2)]	F3	F1, F2,F3, F4
Gas / Flux Type (Table 4.12)	-	
Other	-	-
<b>VISUAL INSPECTION (4.9.1)</b>		
Acceptable YES or NO: <u>YES</u>		
<b>FILLET TEST RESULTS (4.31.2.3 and 4.31.4.1)</b>		
Appearance :	-	Fillet Size : -
Fracture Test Root Penetration :	-	Macroetch : -
(Describe the location, nature, and size of any crack or tearing of the specimen)		
We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in conformance with the requirements of Clause 4 of AWS D1.1/D1.1M, 2010 Edition, Structural Welding Code-Steel.		
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
SUPERVISOR SKANSKA	QA/QC SKANSKA	JEFE DE OBRA

Fuente: Plan Operativo del Proyecto - "Ampliación de la Planta de Ácido Fosfórico  
Quimpac 2" - 2013

Es común que en las obras hayan otros operario o soldadores no especializados, pero que también efectúan trabajos importantes y requieren autorización para soldar, además de deben demostrar habilidad para efectuar soldaduras aceptables desde la perspectiva de un código.

Para este caso el código AWS D1.1 tiene la opción de calificar "apuntaladores", que están limitados solo a juntas de filete de un máximo de dos pulgadas. Ver Figura n° 38, "RE-CON-CS-09 Registro De Calificación De Apuntaladores".

### **3.2.6. Elaboración de Carnet de Soldador.**

Para el correcto control en campo del personal soldador, estos deben portar el carnet de soldador (Ver Figura n° 39. RE-CON-CS-10 - Carnet De Soldador). El carnet debe mostrar las principales variables de calificación, para una rápida determinación del alcance de la calificación del soldador, para los supervisores, inspectores y los mismos soldadores.

El documento deberá incluir los siguientes datos:

- Foto del soldador en tamaño carnet.
- Numero de Estampa.
- Norma de calificación.
- Firma del Jefe de Calidad
- El tipo(s) de material base permitido de soldar.
- El diámetro mínimo de tuberías autorizado para soldar.
- El espesor máximo de la materia autorizado para soldar.
- La posición calificada

Asimismo el soldador deberá portar el carnet siempre que vaya a efectuar trabajos de soldadura, No deberá prestarlo o entregarlo a otro soldador, deberá mostrarlo a sus supervisores cuando lo requieran y deberá respetar los rangos de su calificación.

Se consideraran los siguientes colores de acuerdo al tipo de Norma de calificación.

- ROJO; Estándar API 1104
- Verde; Norma ASME Secc. IX
- AMARILLO; Código AWS D1.1
- Blanco; Apuntalador según AWSD1.1

Para efectos de trazabilidad el soldador deberá firmar una copia del registro RE-CON-CS-10, que quedara como parte del Dossier de calidad. Es responsabilidad del Inspector de soldadura emitir, entregar y controlar los carnets de soldadores.

Figura n° 39. RE-CON-CS-10 - Carnet De Soldador

CARNET DE SOLDADOR		CALIFICACIONES													
	ESTAMPA No. SK-001	Material(P-No.)	P NO.1~P NO.11												
	Nombre Carlos Alberto Ceferino Sánchez	Diámetro min.	73mm												
Código Aplica.	ASME	Espesor máx.	ILIMITADO												
Proceso	GTAW	Position	Todas												
Fecha de Valid.	23.Set.2013	Obs.	P NO.8												
<p>Nosotros aseguramos de que el titular del carnet está calificado según los procedimientos del proyecto.</p> <p>SKANSKA Jefe de Calidad</p> <p>_____ (firma)</p>		<p><b>El dueño de este carnet deberá;</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deberá llevar el carnet mientras se suelda con el WPS.</li> <li>2. No deberá entregarlo a otro soldador.</li> <li>3. Mostrarlo a sus supervisores cuando lo requieran.</li> <li>4. Respetar los rangos de Calificación.</li> </ol>													
(Vista Frontal)		(Vista Posterior)													
<p><b>Dimensiones : 6.6Cm X 9Cm</b></p> <p><b>Color :</b></p> <table> <tr> <td>A TOPE</td> <td>ROJO</td> </tr> <tr> <td>- API 1104</td> <td>VERDE</td> </tr> <tr> <td>- ASME IX Excepto para P No. P5B</td> <td>AMARILLO</td> </tr> <tr> <td>- AWS D1.1/1.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Filete/ Apuntalado</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>-D1.1</td> <td>BLANCO</td> </tr> </table>				A TOPE	ROJO	- API 1104	VERDE	- ASME IX Excepto para P No. P5B	AMARILLO	- AWS D1.1/1.3		<i>Filete/ Apuntalado</i>		-D1.1	BLANCO
A TOPE	ROJO														
- API 1104	VERDE														
- ASME IX Excepto para P No. P5B	AMARILLO														
- AWS D1.1/1.3															
<i>Filete/ Apuntalado</i>															
-D1.1	BLANCO														
			<b>RE-CON-CS-10</b>												

Fuente: Plan Operativo del Proyecto - "Ampliación de la Planta de Ácido Fosfórico Quimpac 2" – 2013

### **3.2.7. Actualización de Bitácora de Calificaciones y publicación de documentos.**

Terminado el proceso se debe actualizar el registro "*RE-CON-CS-11- Bitácora de Calificación de Soldadores*", que viene a ser el historial de soldadores calificados durante el proyecto. (Ver figura n°40)

Este formato es parte fundamental del Dossier de Calidad, y deberá ser publicado y enviado en copia física y digital a todos los responsables del proceso de soldeo del proyecto, a fin de asegurar la correcta información del personal con calificación vigente.

Al referirnos como calificación vigente, también se debe tener en cuenta que si un soldador no evidencia haber efectuado trabajos de soldeo bajo las condiciones de su calificación por un periodo mayor a 6 meses, habrá perdido su calificación y deberá ser reevaluado.

El registro cuenta con los datos del soldador en una tabla de Excel que permite filtrar rápidamente los tipos de soldadores disponibles, así como la vigencia de las certificaciones. Debe indicarse los datos de las variables de calificación, rangos de ensayos para la calificación, así como los resultados y números de registros de ensayos aplicados.

Se debe cargar los datos de todos los soldadores que participaron en el proceso de calificación. De esta manera se podrá saber cuántos soldadores fueron reprobados varias veces y considerar si serán evaluados.

Por ultimo esta información es base para alimentar el control de alcance de soldadura en obra, Mapas de soldeo y demás controles que se llevaran a cabo a lo largo del proyecto con los soldadores.

Figura n° 40. Bitácora de Soldadores

ITEM		WELDER PERFORMANCE QUALIFICATIONS LOG - BITACORA DE CALIFICACIONES DEL DESEMPEÑO DE SOLDADORES																						
		DATOS DEL SOLDADOR		DATOS DEL WPS			DATOS DEL WPQ						RANGOS DE CALIFICACION					DATOS DE LOS ENSAYOS PARA WPQ						
NOMBRE		Estampa	DNI	Código o Norma	N° WPS	Proceso de Soldadura	N° WPQ	Fecha de Calif.	Mat. Base 1	Mat. Base 2	PL ó Diám.	Espesor (mm)	Posición	Diám.	F-N°	Espesor (mm)	Posición	Progresión	Entidad que condujo	Tipo Ensayo	N° Reporte	Fecha de Reporte	Result.	Estado
1	LEONARDO ROJAS FALCON	SK-001	41092601	ASME IX	ASME/P1-P1/002	GTAW+SMAW	001-2013	01/10/13	ASTM A106 Gr.B	ASTM A106 Gr.B	NPS 6 in.	7.1	6G	2 7/8" - llimit.	F-N°6 / F-N°1 al F-N°4	<= 14.2	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	122-1-RT	04/10/13	Aceptado	A
2	JUAN CARLOS, JUAREZ NUNJAR	SK-003	40919706	ASME IX	ASME/P1-P1/004	GTAW	027-2014	23/10/14	ASTM A106 Gr.B	ASTM A106 Gr.B	NPS 2 in.	3.91	6G	1.0" - llimit.	F-N°6	1.5 a 7.82	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	315-RT	23/10/14	Aceptado	A
3	EDISON DÍAZ PÉREZ	SK-005	25577639	ASME IX	ASME/P1-P1/002	GTAW+SMAW	002-2013	01/10/13	ASTM A106 Gr.B	ASTM A106 Gr.B	NPS 6 in.	7.1	6G	2 7/8" - llimit.	F-N°6 / F-N°1 al F-N°4	<= 14.2	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	122-2-RT	04/10/13	Aceptado	A
				ASME IX	ASME/P8-P8/003	GTAW	008-2014	21/12/13	ASTM A312 Tp.316L	ASTM A312 Tp.316L	NPS 1.5 in.	5.08	6G	1.0" - llimit.	F-N°6	<= 10.16	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	157-2-RT	26/12/13	Aceptado	A
4	LUIS DÍAZ PÉREZ	SK-006	25848805	ASME IX	ASME/P1-P1/002	GTAW+SMAW	003-2013	01/10/13	ASTM A106 Gr.B	ASTM A106 Gr.B	NPS 6 in.	7.1	6G	2 7/8" - llimit.	F-N°6 / F-N°1 al F-N°4	<= 14.2	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	122-3-RT	04/10/13	Aceptado	A
				ASME IX	ASME/P8-P8/003	GTAW	009-2014	21/12/13	ASTM A312 Tp.316L	ASTM A312 Tp.316L	NPS 1.5 in.	5.08	6G	1.0" - llimit.	F-N°6	<= 10.16	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	157-3-RT	26/12/13	Aceptado	A
5	CARLOS CORTEZ MÉNDEZ	SK-007	25759551	ASME IX	ASME/P1-P1/002	GTAW+SMAW	004-2013	01/10/13	ASTM A106 Gr.B	ASTM A106 Gr.B	NPS 6 in.	7.1	6G	2 7/8" - llimit.	F-N°6 / F-N°1 al F-N°4	<= 14.2	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	122-4-RT	04/10/13	Aceptado	A
				ASME IX	ASME/P8-P8/003	GTAW	010-2014	21/12/13	ASTM A312 Tp.316L	ASTM A312 Tp.316L	NPS 1.5 in.	5.08	6G	1.0" - llimit.	F-N°6	<= 10.16	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	157-4-RT	26/12/13	Aceptado	A
6	OMAR, LOPEZ CRUZ	SK-008	40495151	ASME IX	ASME/P8-P1/005	SMAW	014-2014	27/01/14	SA-240	SA-299	PL	12.5	3F	-	F-N°4, F-N°5	Todos	F, H, V	Ascend.	I&C Industriales	Macro Test	174-2-MET	29/01/14	Aceptado	A
7	VICTOR RAMOS PANTALEÓN	SK-010	25860263	ASME IX	ASME/P1-P1/002	GTAW+SMAW	005-2013	12/11/13	ASTM A106 Gr.B	ASTM A106 Gr.B	NPS 6 in.	7.1	6G	2 7/8" - llimit.	F-N°6 / F-N°1 al F-N°4	<= 14.2	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	133-1-RT	15/11/13	Aceptado	A
8	JUAN CAYCHO MONTALVO	SK-011	10169500	ASME IX	ASME/P1-P1/002	GTAW+SMAW	006-2013	12/11/13	ASTM A106 Gr.B	ASTM A106 Gr.B	NPS 6 in.	7.1	6G	2 7/8" - llimit.	F-N°6 / F-N°1 al F-N°4	<= 14.2	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	133-2-RT	15/11/13	Aceptado	R
				ASME IX	ASME/P8-P8/003	GTAW	011-2014	21/12/13	ASTM A312 Tp.316L	ASTM A312 Tp.316L	NPS 1.5 in.	5.08	6G	1.0" - llimit.	F-N°6	<= 10.16	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	157-5-RT	26/12/13	Aceptado	R
9	WALTER CHOQUE CHAVEZ	SK-012	25816872	ASME IX	ASME/P1-P1/002	GTAW+SMAW	007-2013	12/11/13	ASTM A106 Gr.B	ASTM A106 Gr.B	NPS 6 in.	7.1	6G	2 7/8" - llimit.	F-N°6 / F-N°1 al F-N°4	<= 14.2	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	133-3-RT	15/11/13	Aceptado	R
10	JUAN CARLOS, CARCAMO MONTERO	SK-013	25713531	ASME IX	ASME/P1-P1/002	GTAW+SMAW	012-2014	18/05/13	ASTM A53 Gr.B	ASTM A53 Gr.B	NPS 6 in.	7.11	6G	2 7/8" - llimit.	F-N°6 / F-N°1 al F-N°4	<= 14.2	All	Ascend.	SPI GAMA	RT	043/WPQ-RT/13	30/09/13	Aceptado	A
				ASME IX	ASME/P8-P8/003	GTAW	013-2014	18/05/13	ASTM A312 Tp.316L	ASTM A312 Tp.316L	NPS 1.0 in.	3.38	6G	1.0" - llimit.	F-N°6	<= 6.76	All	Ascend.	SPI GAMA	RT	056/WPQ-RT/13	14/10/13	Aceptado	A
11	PAUL, RUIZ LLAMOCTANTA	SK-017	43800132	ASME IX	ASME/P1-P1/004	GTAW	015-2014	30/01/14	ASTM A106 Gr.B	ASTM A106 Gr.B	NPS 2 in.	3.9	6G	1.0" - llimit.	F-N°6 / F-N°1 al F-N°4	1.5 a 7.8	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	177-RT	03/02/14	Aceptado	A
				ASME IX	ASME/P8-P8/003	GTAW	025-2014	24/02/14	ASTM A312 Tp.316L	ASTM A312 Tp.316L	NPS 2 in.	3.91	6G	1.0" - llimit.	F-N°6	1.5 a 7.8	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	187-RT	25/02/14	Aceptado	A
12	JOEL SANTIAGO, LARA QUISPE	SK-018	4193228	ASME IX	ASME/P1-P1/001	SMAW	016-2014	18/02/13	ASTM A106 Gr.B	ASTM A106 Gr.B	NPS 6 in.	7.11	6G	2 7/8" - llimit.	F-N°6 / F-N°1 al F-N°4	1.5 a 14.22	All	Ascend.	NDT ENGINEERING	RT	361-025-RT/13	18/02/13	Aceptado	A
				ASME IX	ASME/P1-P1/004	GTAW	021-2014	04/03/14	ASTM A106 Gr.B	ASTM A106 Gr.B	NPS 3 in.	5.49	6G	2 7/8" - llimit.	F-N°6 / F-N°1 al F-N°4	1.5 a 10.98	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	188-4-RT	04/03/14	Aceptado	A
				ASME IX	ASME/P8-P8/003	GTAW	023-2014	04/03/14	ASTM A312 Tp.316L	ASTM A312 Tp.316L	NPS 2 in.	3.91	6G	1.0" - llimit.	F-N°6	1.5 a 7.8	All	Ascend.	I&C Industriales	RT	188-1-RT	04/03/14	Aceptado	A
17	KILDER ELBIS RAMIREZ SHUAN	SK-038	41103286	ASME IX	ASME/P1-P1/002	GTAW+SMAW	026-2014	20/01/14	ASTM A106 Gr.B	ASTM A106 Gr.B	NPS 3 in.	3.49	6G	2 7/8" - llimit.	F-N°6 / F-N°4 al F-N°6 / F-N°4	1.5 a 6.98	All	Ascend.	NDT ENGINEERING	RT	NDT-RT-001 / 14	20/01/14	Aceptado	A

Fuente: Plan Operativo del Proyecto - "Ampliación de la Planta de Ácido Fosfórico Quimpac 2" – 2013

## CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- El “Establecimiento de un Procedimiento de Calificación de Soldadores” logro generar un orden en el proceso que la empresa venía desarrollando en independientemente en cada una de sus obras.
- La elaboración del procedimiento ayudo a definir a los responsables directos y participantes del proceso de calificación de soldadores. Los mismos que ahora cuentan con registros prácticos para efectuar el requisito del personal. Cabe resaltar que los registros se deberán ir alineándose a las nuevas actualizaciones de las normas mencionadas en el capítulo 2.
- Debemos tener en cuenta que el punto de partida de todo proceso de calificación son los datos, la información y las especificaciones de los puestos, pues su finalidad es proporcionar mayor objetividad y precisión en la calificación del personal. Bajo esta premisa, el orden generado se reflejó en el trabajo de campo, pues al contar con los soldadores en los tiempos solicitados, el proceso productivo no se vio afectado, y se cumplió con lo planificado por las obras.
- Respecto al segundo objetivo “Se logró utilizar a los mismos soldadores en diferentes proyectos de la empresa, ahorrando tiempo y recursos recalificaciones”, La implementación del registro “RE-CON-CS-10; Carnet De Soldador” y de los formatos de calificación de soldadores, definió una única manera de identificar a los soldadores en la empresa. De esta manera cuando un soldador era enviado a otro proyecto de la empresa, podía trabajar de inmediato, sin necesidad de un nuevo examen de calificación. Cabe aclarar que esto siempre debía ser aprobado por la supervisión del cliente. Que en la mayor parte de los casos aceptaba a los nuevos soldadores.
- Haciendo referencia a las conclusiones 1 y 2, podemos indicar que se produjo una significativas mejoras al reclutamiento de soldadores, debido a la

reducción de pruebas innecesarias, a la unificación de conceptos, a la definición de responsables y la generación de registros únicos que tenían valides en todos los proyectos. Además del ahorro de recursos económicos tales como espacios a tener mejor planificado el tipo de prueba y la cantidad de personal a requerir, ahorro de horas hombre de supervisores de mando medio que evaluaban y generaban la documentación.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Se debe revisar y actualizar anualmente este procedimiento debido a lo cambiante de la información técnica referente a las normas internacionales que cubren la calificación de soldadores. Este trabajo es responsabilidad de la Jefatura de Calidad y Construcción respectivamente.
- Es imprescindible poseer un control de la documentación durante los proyectos, debido a que la finalidad del procedimiento es la reducción de trámites burocráticos y desaparecer la repetividad de calificaciones a fin de acelerar el proceso.
- Finalmente a título personal lo ideal es contar con un programa de capacitación de personal y desarrollo tecnológico, lo primero es para generar un fidelización del personal a la empresa, que se reflejara en una reducción de rotación de personal y un incremento de calidad en la producción. Lo ayudara a alinearse a los nuevos fenómenos de la industria de la soldadura.

### 4.3. Referencias

- ASME Boiler & Pressure Vessel Code. (2013). *Section IX – Qualification Standard for Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazer, and Welding and Brazing Operators*. New York. The American Society of Mechanical Engineers.
- API STANDARD 1104. (2013). *Welding of Pipelines and Related Facilities*. (21° Edición). Washington. American Petroleum Institute.
- AWS A3.0-01. An American National Standard. (2001). *Standard Welding Terms and Definitions*. Miami, FL. American Welding Society.
- AWS B1.10:1999. An American National Standard. (1999). *Guide for the Nondestructive Examination of Welds*. Miami, FL. American Welding Society.
- AWS B2.1:2005. An American National Standard. (2005). *Specification for Welding Procedure and Performance Qualification*. Miami, FL. American Welding Society.
- AWS B5.1: 2003. An American National Standard. (2003). *Specification for the Qualification of Welding Inspectors*. (2° Edición). Miami, FL. American Welding Society.
- AWS D1.1/D1.1M:2010. An American National Standard. (2010). *Structural Welding Code-Steel, (22nd Edition)*. Miami, FL. American Welding Society.
- AWS. (1998). *Welding Inspection Technology*. Miami, FL. American Welding Society.
- AWS (2015). *Welding Journal. (Abril -2015)*. Miami, FL. American Welding Society.

- AWS (2015). *Welding Journal*. (Julio -2015). Miami, FL. American Welding Society.
- C. Fosca. (2002). *Introducción a la Metalurgia de la soldadura*. (3° Edición). Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hernández Riesco G. (2006). *Manual del Soldador*. (15° Edición). Madrid. CESOL.
- Idalberto Chiavenato. (2011). *Administración de Recursos Humanos* (9° Edición). Mexico. McGRAW-HILL / Interamericana Editores.
- Alegría Alegría A. & Cerna Luján F. (2014) *Manual de Redacción Académica*. Lima, Universidad Privada del Norte.
- Metas SKANSKA, Cinco Ceros. Recuperado el 04 de Febrero del 2016.  
<http://www.la.skanska.com/es/sobre-skanska3/nuestras-metas/>
- Niebles E. y Arnedo W. (2009). Información Tecnológica Vol.-20 N°3-2009. *Procedimiento y Calificación de Soldadores: una Enseñanza y Guía de Aplicación para la Industria*. Colombia. Universidad Autónoma del Caribe. doi:10.1612/inf.tecnol.4064it.08.
- Plan Operativo del Proyecto (2013). *Ampliación de la Planta de Ácido Fosfórico Quimpac 2*. Lima. SKANSKA del Perú.
- Rodríguez Pino L. (2006), *Metodología para la Calificación de Operarios y Procedimientos de Soldadura*. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Soledad Espicel La Paz M. y Mansilla Carrasco V. (2008). *Generación de un Manual de Calificación de Soldadores para Acero Estructural*. Punta Arenas, Chile. Universidad de Magallanes.

- SOLDEXA, *Manual de Soldadura & Catálogo de productos*. (7° Edición).  
Recuperado el 04 de Febrero del 2016.  
[http://www.soldexa.com.pe/soldexa/sp/support/documentation/upload/manual\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.soldexa.com.pe/soldexa/sp/support/documentation/upload/manual_de_bolsillo.pdf)
- Skanska Latin América. (2013). *Política del Sistema de Gestión Integrado Calidad, Seguridad y Medio Ambiente*. Buenos Aires. Skanska Latin América.
- VIW-M: 2008. American Welding Society. (2008). *Visual Inspección Workshop Reference Manual*, (3° Edición). Miami, FL. American Welding Society Education Services.

## CAPÍTULO 5. ANEXOS

### Anexo n° 1: Especificaciones técnicas del electrodo E-7018, SOLDEXA

Aceros al Carbono y Baja Aleación

**OERLIKON**

SUPERCITO 100 PLUS

Electrodo revestido del tipo básico, el metal depositado contiene un bajo nivel de hidrógeno difusible, presenta excelente apariencia, arco muy estable, con bajos niveles de salpicaduras. Sus excelentes propiedades mecánicas hacen que este electrodo sea apropiado para aplicaciones críticas en las industrias como la off-shore, energía nuclear, recipientes criogénicos y de alta presión, así como en la industria de la construcción. Dentro de su categoría presenta la máxima resistencia a la absorción de humedad, aún estando expuesto a la intemperie hasta por 9 horas mantiene sus bajos niveles de hidrógeno difusible.

Clasificación	
AWS A5.1 / ASME-SFA 5.1	E7018-1 H4R

**Análisis Químico de Metal Depositado (valores típicos) [%]**

C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Otros
0,06	1,56	0,33	máx. 0,020	Imáx. 0,020	-	0,12	0,02	0,025	-

**Propiedades Mecánicas del Metal Depositado**

Tratamiento Térmico	Resistencia a la Tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía Absorbida ISO-V [°C (°F)] [J (Ft-Lbf)]
Sin tratamiento	mín. 500 (72 500)	mín. 400 (58 000)	mín. 23	[-45°C (-50°F)] mín. 100 (74)

Conservación del Producto
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener en un lugar seco y evitar humedad.</li> <li>Almacenamiento en horno: 125 - 150°C.</li> <li>Resecado de 400°C a 450°C por 2 horas.</li> </ul>

Posiciones de Soldadura
P, H, Va, Sc, Vd. 

**Hidrógeno Difusible**  
Menor a 4,00ml/100g.

**Parámetros de Soldeo Recomendados**

Para corriente continua (DC): Electrodo al polo positivo DCEP							
Diámetro	[mm]	1,60	2,50	3,25	4,00	5,00	6,30
	[pulgadas]	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4
Amperaje mínimo	-	60	90	110	-	-	-
Amperaje máximo	-	85	150	210	-	-	-

**Aplicaciones**

- Soldadura recomendable para aceros de alta resistencia sometidas a condiciones extremas de baja temperatura.
- Materiales ASME tipo: SA 516 Gr. 60; SA 516 Gr. 70; SA 106 Gr. B; SA 537 Cl 1, etc.
- Fabricación de estructuras en las industrias off-shore, energía nuclear, recipientes a bajas temperaturas y de alta presión.
- En la fabricación de construcciones navales, tanques, reservorios y uniones de tubos de acero de bajo carbono.

Nota: El precalentamiento está en función al tipo y espesor del material a soldar.

Fuente: SOLDEXA, Manual de Soldadura & Catálogo de productos. (7° Edición).

**Anexo n° 2: Tabla 4.12 Variables esenciales que requieren  
recalificación de soldadores. Según código AWS D1.1/D1.1M:2010**

<b>Table 4.12 Welding Personnel Performance Essential Variable Changes Requiring Requalification (see 4.23)</b>			
Essential Variable Changes to WPQR Requiring Requalification	Welding Personnel		
	Welders <sup>b</sup>	Welding Operators <sup>b,c</sup>	Tack Welders
(1) To a process not qualified (GMAW-S is considered a separate process)	X	X	X
(2) To an SMAW electrode with an F-number (see Table 4.13) higher than the WPQR electrode F-number	X		X
(3) To a position not qualified	X	X	X
(4) To a diameter or thickness not qualified	X	X	
(5) To a vertical welding progression not qualified (uphill or downhill)	X		
(6) The omission of bucking (if used in the WPQR test)	X	X	
(7) To multiple electrodes (if a single electrode was used in the WPQR test) but not vice versa		X <sup>a</sup>	

<sup>a</sup> Not for ESW or EGW.  
<sup>b</sup> Welders qualified for SAW, GMAW, FCAW, or GTAW shall be considered as qualified welding operators in the same process(es) and subject to the welder essential variable limitations.  
<sup>c</sup> A groove weld qualifies a slot weld for the WPQR position and the thickness ranges as shown in Table 4.11.

Notes:  
1. An "x" indicates applicability for the welding for the welding personnel; a shaded area indicates nonapplicability.  
2. WPQR = Welding Performance Qualification Record.

*Fuente: AWS D1.1/D1.1M:2010. Structural Welding Code-Steel, 22nd Edition.  
Miami, 2010. Pág. 155.*

### Anexo n° 3: Tablas QW-353, QW-354, QW-355, QW-356; Variables esenciales para soldadores- Según ASME Secc. IX.

QW-353 SHIELDED METAL-ARC WELDING (SMAW)  
Essential Variables

Paragraph		Brief of Variables
QW-402 Joints	.4	- Backing
QW-403 Base Metals	.16	$\phi$ Pipe diameter
	.18	$\phi$ P-Number
QW-404 Filler Metals	.15	$\phi$ F-Number
	.30	$\phi$ $\epsilon$ Weld deposit
QW-405 Positions	.1	+ Position
	.3	$\phi$ $\uparrow \downarrow$ Vertical welding

QW-354 SEMIAUTOMATIC SUBMERGED-ARC WELDING (SAW)  
Essential Variables

Paragraph		Brief of Variables
QW-403 Base Metals	.16	$\phi$ Pipe diameter
	.18	$\phi$ P-Number
QW-404 Filler Metals	.15	$\phi$ F-Number
	.30	$\phi$ $\epsilon$ Weld deposit
QW-405 Positions	.1	+ Position

QW-355 SEMIAUTOMATIC GAS METAL-ARC WELDING (GMAW)  
[This Includes Flux-Corded Arc Welding (FCAW)]  
Essential Variables

Paragraph		Brief of Variables
QW-402 Joints	.4	- Backing
QW-403 Base Metals	.16	$\phi$ Pipe diameter
	.18	$\phi$ P-Number
QW-404 Filler Metals	.15	$\phi$ F-Number
	.30	$\phi$ $\epsilon$ Weld deposit
	.32	$\epsilon$ Limit (S. Cir. Arc.)
QW-405 Positions	.1	+ Position
	.3	$\phi$ $\uparrow \downarrow$ Vertical welding
QW-408 Gas	.8	- Inert backing
QW-409 Electrical	.2	$\phi$ Transfer mode

QW-356 MANUAL AND SEMIAUTOMATIC GAS TUNGSTEN-ARC WELDING (GTAW)  
Essential Variables

Paragraph		Brief of Variables
QW-402 Joints	.4	- Backing
QW-403 Base Metals	.16	$\phi$ Pipe diameter
	.18	$\phi$ P-Number
QW-404 Filler Metals	.14	$\pm$ Filler
	.15	$\phi$ F-Number
	.22	$\pm$ Inserts
	.23	$\phi$ Solid or metal-cored to flux-cored
	.30	$\phi$ $\epsilon$ Weld deposit
QW-405 Positions	.1	+ Position
	.3	$\phi$ $\uparrow \downarrow$ Vertical welding
QW-408 Gas	.8	- Inert backing
QW-409 Electrical	.4	$\phi$ Current or polarity

Fuente: ASME Boiler & Pressure Vessel Code - Section IX, 22nd Edition. New York. 2013. Pág. 78 y 79.

## Anexo n° 4: Tabla 4.12 Variables esenciales para soldadores- Según API 1104.

### 6.2.2 Scope

A welder who has successfully completed the qualification test described in 6.2.1 shall be qualified within the limits of the essential variables described below. If any of the following essential variables are changed, the welder shall be requalified using an applicable qualified procedure.

- a) A change from one welding process to another welding process or combination of processes, as follows:
  - 1) a change from one welding process to a different welding process; or
  - 2) a change in the combination of welding processes, unless the welder has qualified on separate qualification tests, using each of the welding processes that are to be used for the combination of welding processes.
- b) A change in the direction of welding from vertical uphill to vertical downhill or vice versa.
- c) A change of filler metal classification from Group 1 or 2 to any other group or from any Group 3 through 9 to Group 1 or 2 (see Table 1). A change of filler metal classification not listed in Table 1 to any other filler metal classification or vice versa.
- d) A change from one specified OD group to another. These groups are defined as follows:
  - 1) specified OD less than 2.375 in. (60.3 mm),
  - 2) specified OD from 2.375 in. (60.3 mm) through 12.750 in. (323.9 mm),
  - 3) specified OD greater than 12.750 in. (323.9 mm).
- e) A change from one specified wall thickness group to another. These groups are defined as follows:
  - 1) specified pipe wall thickness less than 0.188 in. (4.8 mm),
  - 2) specified pipe wall thickness from 0.188 in. (4.8 mm) through 0.750 in. (19.1 mm),
  - 3) specified pipe wall thickness greater than 0.750 in. (19.1 mm).
- f) A change in position from that for which the welder has already qualified (e.g. a change from rolled to fixed or a change from vertical to horizontal or vice versa). A welder who qualifies in the fixed position shall also be qualified to perform rolled welds within the essential variables qualified. A welder who qualifies on a butt weld shall also be qualified to make lap fillet welds within the essential variables qualified. A welder who successfully passes a butt weld qualification test in the fixed position with the axis inclined 45° from horizontal shall be qualified to do butt welds and lap fillet welds in all positions.
- g) A change in the joint design (e.g. the elimination of a backing strip or a change from V bevel to U bevel).

*Fuente: API STANDARD 1104. TWENTY-FIRST EDITION, Washington 2013. Pág.  
25 y 26.*

## Anexo n° 5: Capacidades del Inspector de Soldadura basada en el Nivel de Calificación- 1° Parte.

**Table 1**  
**Welding Inspection Capabilities Based on Qualification Level**

<b>Knowledge and Skills</b>	<b>AWI</b>	<b>WI</b>	<b>SWI</b>
(1) prepare reports	X	X	X
(2) communicate effectively orally and written	X	X	X
(3) understand the fundamentals of SMAW, SAW, OFW, RW, GTAW, FCAW, GMAW, PAW, SW, ESW and Thermal Spraying, Soldering, Mechanical Cutting, Thermal Cutting/Gouging, Brazing/ Braze Welding	X	X	X
(4) understand the fundamentals of VT, MT, AET, UT, PT, ET, RT, LT, quality procedures and quality audits/surveillance	X	X	X
(5) understand the fundamentals of welding metallurgy		X	X
(6) understand welding symbols and drawings	X	X	X
(7) interpret drawings		X	X
<b>Standards</b>	<b>AWI</b>	<b>WI</b>	<b>SWI</b>
(1) verify base material compliance	X	X	X
(2) verify filler metal compliance	X	X	X
(3) verify filler metal storage/handling compliance	X	X	X
(4) verify inspection records compliance	X	X	X
(5) verify proper documentation compliance	X	X	X
(6) verify base material and filler metal compatibility		X	X
(7) certify documented results compliance		X	X
(8) verify procedure qualification records compliance		X	X
(9) verify welding procedure compliance		X	X
(10) verify NDE procedures compliance		X	X
<b>Procedure Qualification</b>	<b>AWI</b>	<b>WI</b>	<b>SWI</b>
(1) verify welding equipment appropriateness	X	X	X
(2) verify edge preparation compliance	X	X	X
(3) verify joint geometry compliance	X	X	X
(4) witness procedure qualification		X	X
(5) verify welding procedure qualification compliance		X	X
(6) review and approve welding procedures		X	X
(7) develop welding procedures			X
<b>Performance Qualification</b>	<b>AWI</b>	<b>WI</b>	<b>SWI</b>
(1) witness welder performance qualification		X	X
(2) verify welder qualification compliance		X	X
(3) verify welder qualification records compliance		X	X
(4) request welder performance requalification		X	X
<b>Production</b>	<b>AWI</b>	<b>WI</b>	<b>SWI</b>
(1) verify welder qualification appropriateness		X	X
(2) verify production welding compliance		X	X
(3) verify personnel qualifications		X	X

*Fuente: AWS B5.1: 2003. Specification for the Qualification of Welding Inspectors. Second Printing. Miami 2003. Pág. 3.*

## Anexo n° 6: Capacidades del Inspector de Soldadura basada en el Nivel de Calificación- 2° Parte.

Table 1 (Continued)

Inspection	AWI	WI	SWI
(1) perform visual examinations	X	X	X
(2) verify examination procedure compliance		X	X
(3) review examination results compliance		X	X
(4) develop visual inspection procedures (before, during, and after welding)		X	X
(5) provide NDE inspection planning and scheduling (before, during, and after a project)		X	X
(6) review welding inspection reports		X	X
(7) verify implementation of nondestructive and destructive evaluation methods		X	X
(8) prepare visual inspection requirements			X
(9) prepare NDE requirements			X
(10) report investigation results of quality inspection disputes			X
(11) prepare destructive testing requirements			X
Safety	AWI	WI	SWI
(1) verify safety requirements compliance	X	X	X
(2) develop safety procedures and policies			X
Quality Assurance	AWI	WI	SWI
(1) perform audits and surveillance		X	X
(2) develop quality assurance plans			X
(3) prepare base material control requirements			X
(4) prepare weld consumable control requirements			X
(5) prepare audit and surveillance plans			X
(6) prepare documentation control requirements			X
Project Management	AWI	WI	SWI
(1) review contract requirements		X	X
(2) review vendor proposal compliance		X	X
(3) prepare weld inspection bid specifications			X
(4) prepare purchase specifications			X
(5) determine vendor capacity and capability			X
(6) select vendor			X
Training	AWI	WI	SWI
(1) develop and provide a training program for the AWI		X	X
(2) develop visual inspection training		X	X
(3) verify implementation of visual inspection training		X	X
(4) develop and provide a training program for the WI			X
(5) provide technical leadership for welding inspectors			X
(6) develop quality assurance training program			X
(7) verify implementation of quality assurance training			X
(8) provide guidance and direction to inspectors for maintaining and upgrading their individual qualifications			X
Evaluation	AWI	WI	SWI
(1) evaluate AWIs performance		X	X
(2) evaluate WIs performance			X
(3) perform inspection results trend analysis			X

Fuente: AWS B5.1: 2003. Specification for the Qualification of Welding Inspectors. Second Printing. Miami 2003. Pág. 4.

**Anexo n° 7: Tabla Fotográfica De Equipos De Inspección Visual De Soldadura.**


<p>Herramientas de Inspección Visual; Cinta métrica flexible, lupas de aumento, galgas, micrómetros, vernieres y reglas</p>

<p>Dispositivos típicos de Medición Cinta métrica flexible, compas, reglas, escuadra de tope, escuadras de combinación, micrómetros y galgas.</p>

<p>Pirómetro digital para medición de Temperatura</p>
<p><i>Fuente: Welding Inspection Technology. Miami, 1998</i></p>

## Anexo n° 8: Lista de Verificación de Inspección de Soldadura.

<b>Antes de la Soldadura</b>
– Revisar la Documentación Aplicable
– Verificar los procedimientos de soldadura
– Verificar las calificaciones de cada soldador
– Establecer los puntos de espera
– Desarrollar el plan de inspección
– Desarrollar el plan para los registros de inspección y el mantenimiento de esos registros
– Desarrollar el sistema de identificación de rechazos
– Verificar el estado del equipo de soldadura
– Verificar la calidad y el estado del metal base y los materiales de aporte a ser usados
– Verificar los preparativos para la soldadura
– Verificar la presentación de la junta
– Verificar la limpieza de la junta
– Verificar precalentamiento si se requiere
<b>Durante la Soldadura</b>
– Verificar que las variables de soldadura estén de acuerdo con el procedimiento de soldadura
– Verificar la calidad de cada pasada de soldadura
– Verificar la limpieza entre pasadas
– Verificar la temperatura entre pasadas
– Verificar la secuencia y ubicación de las pasadas de soldadura individuales
– Verificar las superficies repeladas
– Si se requiere, verificar los ensayos NDE durante el proceso
<b>Después de la Soldadura</b>
– Verificar el aspecto final de la soldadura terminada
– Verificar el tamaño de la soldadura
– Verificar la longitud de la soldadura
– Verificar la precisión dimensional del componente soldado
– Si se requiere, verificar los ensayos NDE adicionales
– Si se requiere verificar el tratamiento térmico posterior a la soldadura
– Preparar los reportes de inspección

Fuente: *Welding Inspection Technology. Miami, 1998. Pag. 10-2*

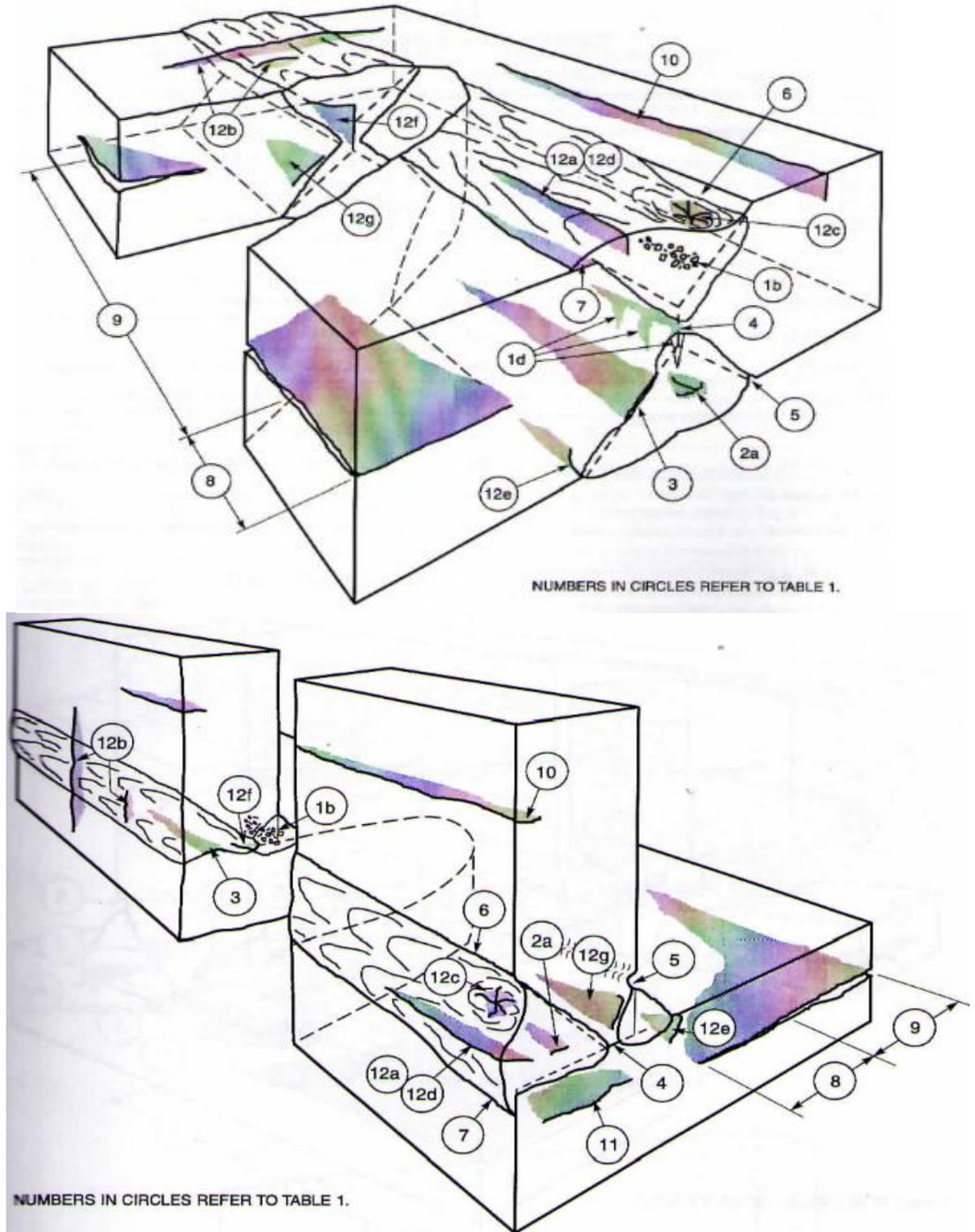
## Anexo n° 9: Tabla 1 - Tipos de Discontinuidades Comunes.

Type of Discontinuity	Section	Location	Remarks
(1) Porosity	2.3	WM	Porosity could also be found in the BM and HAZ if the base metal is a casting.
(a) Uniformly scattered	2.3.1		
(b) Cluster	2.3.2		
(c) Piping	2.3.3		
(d) Aligned	2.3.4		
(e) Elongated	2.3.5		
(2) Inclusion	2.4	WM, WI	
(a) Slag	2.4.1		
(b) Tungsten	2.4.2		
(3) Incomplete fusion	2.5	WM/WI	WM between passes.
(4) Incomplete joint penetration	2.6	BM	Weld root.
(5) Undercut	2.7	WI	Adjacent to weld toe or weld root in base metal.
(6) Underfill	2.8	WM	Weld face or root surface of a groove weld.
(7) Overlap	2.9	WI	Weld toe or root surface.
(8) Lamination	2.10	BM	Base metal, generally near midthickness of section.
(9) Delamination	2.11	BM	Base metal, generally near midthickness of section.
(10) Seam and lap	2.12		Base metal surface generally aligned with rolling direction.
(11) Lamellar tear	2.13	BM	Base metal, near HAZ
(12) Crack (includes hot cracks and cold cracks described in text)	2.14		
	2.14.1		
(a) Longitudinal	2.14.2, 2.14.3	WM, HAZ, BM	Weld metal or base metal adjacent to WI.
(b) Transverse	2.14.2, 2.14.4	WM, HAZ, BM	Weld metal (may propagate into HAZ and base metal).
(c) Crater	2.14.5	WM	Weld metal at point where arc is terminated.
(d) Throat	2.14.6	WM	Parallel to weld axis. Through the throat of a fillet weld.
(e) Toe	2.14.7	WI, HAZ	
(f) Root	2.14.8	WI, HAZ	Root surface or weld root.
(g) Underbead and HAZ	2.14.9	HAZ	
(13) Concavity	2.15	WM	Weld face or fillet weld
(14) Convexity	2.16	WM	Weld face of a fillet weld
(15) Weld reinforcement	2.17	WM	Weld face of a groove weld

Legend:  
WM—weld metal zone  
BM—base metal zone  
HAZ—heat-affected zone  
WI—weld interface

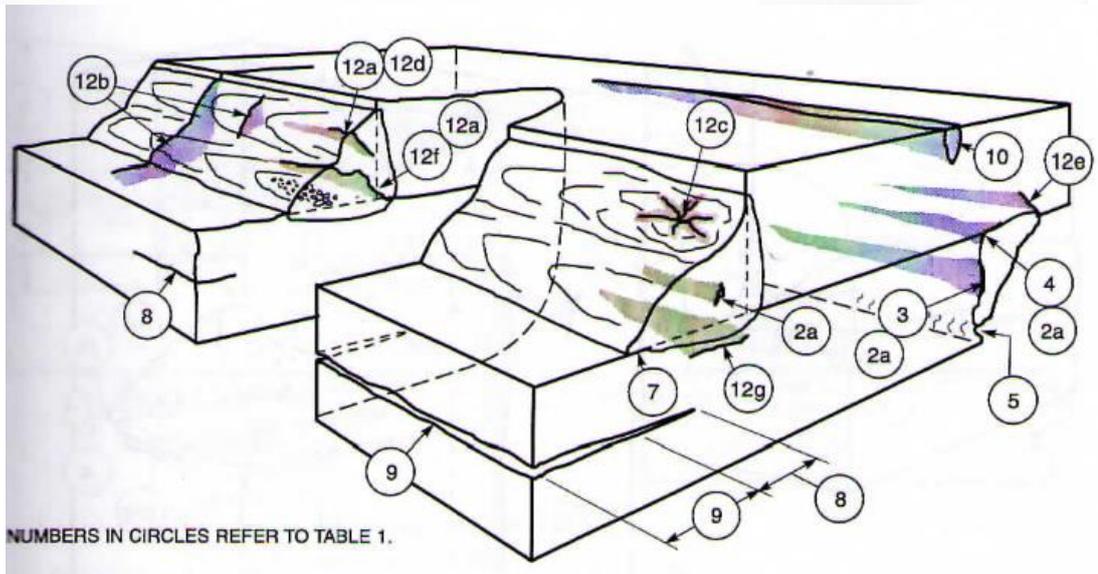
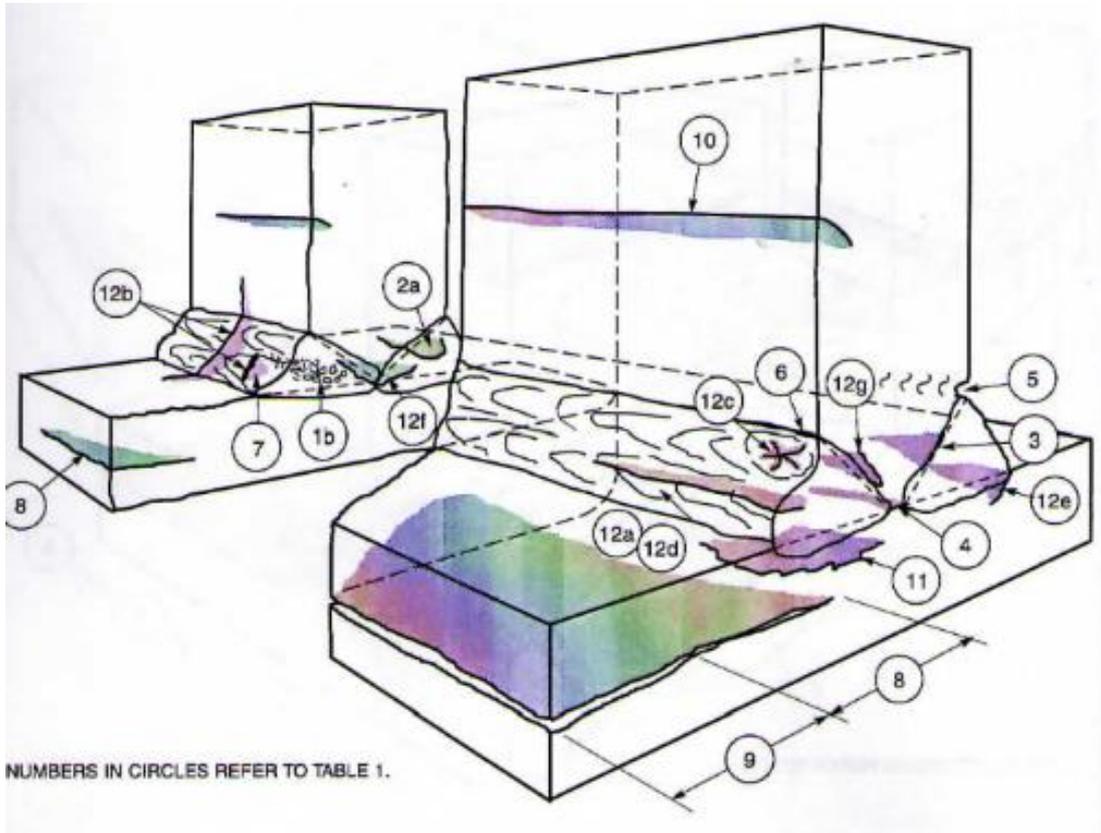
Fuente: AWS B1.10:1999. Guide for the Nondestructive Examination of Welds.

**Anexo n° 10: Discontinuidades en Junta a Tope de doble Bisel, Junta  
de Bisel simple y soldadura de filete en Junta de Esquina.**



*Fuente: AWS B1.10:1999. Guide for the Nondestructive Examination of Welds.*

**Anexo n° 11: Discontinuidades en Junta en T con doble bisel, Doble filete en Junta asolapada.**



*Fuente: AWS B1.10:1999. Guide for the Nondestructive Examination of Welds.*

## Anexo n° 12: Códigos AWS y Contenido del Código ASME

- AWS D1.1 Structural Welding Code-Steel
- AWS D1.2 Structural Welding Code-Aluminium
- AWS D1.3 Structural Welding Code-Sheet Steel
- AWS D1.4 Structural Welding Code-Reinforcing Steel
- AWS D1.5 Bridge Welding Code
- AWS D9.1 Sheet Metal Welding Code

### SECCIONES DEL CODIGO ASME

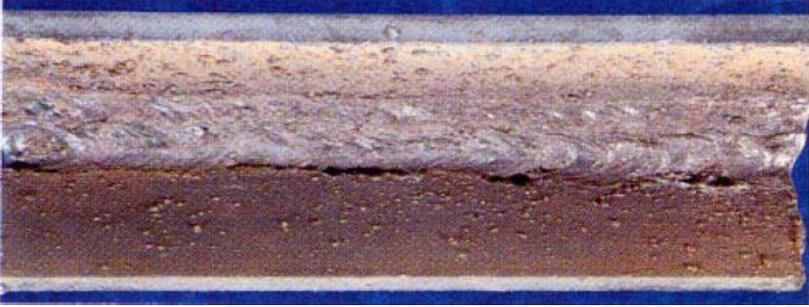
- Section I Rules for Construction of Power Boilers
- Section II Materiales
- Section III Subsection NCA – General Requirements formulario Division 1 and Division 2
- Section IV Rules for Construction of Heating Boilers
- Section V Nondestructive Examination
- Section VII Recommended Guidelines for the Care of Power Boilers
- Section VIII Rules for Construction of Pressure Vessels
- Section IX Welding and Brazing Qualifications
- Section X Fiber-Reinforced Plastic Pressure Vessels
- Section XI Rules formulario Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components

*Fuente: Welding Inspection Technology. Miami, 1998. Pag. 5-5*

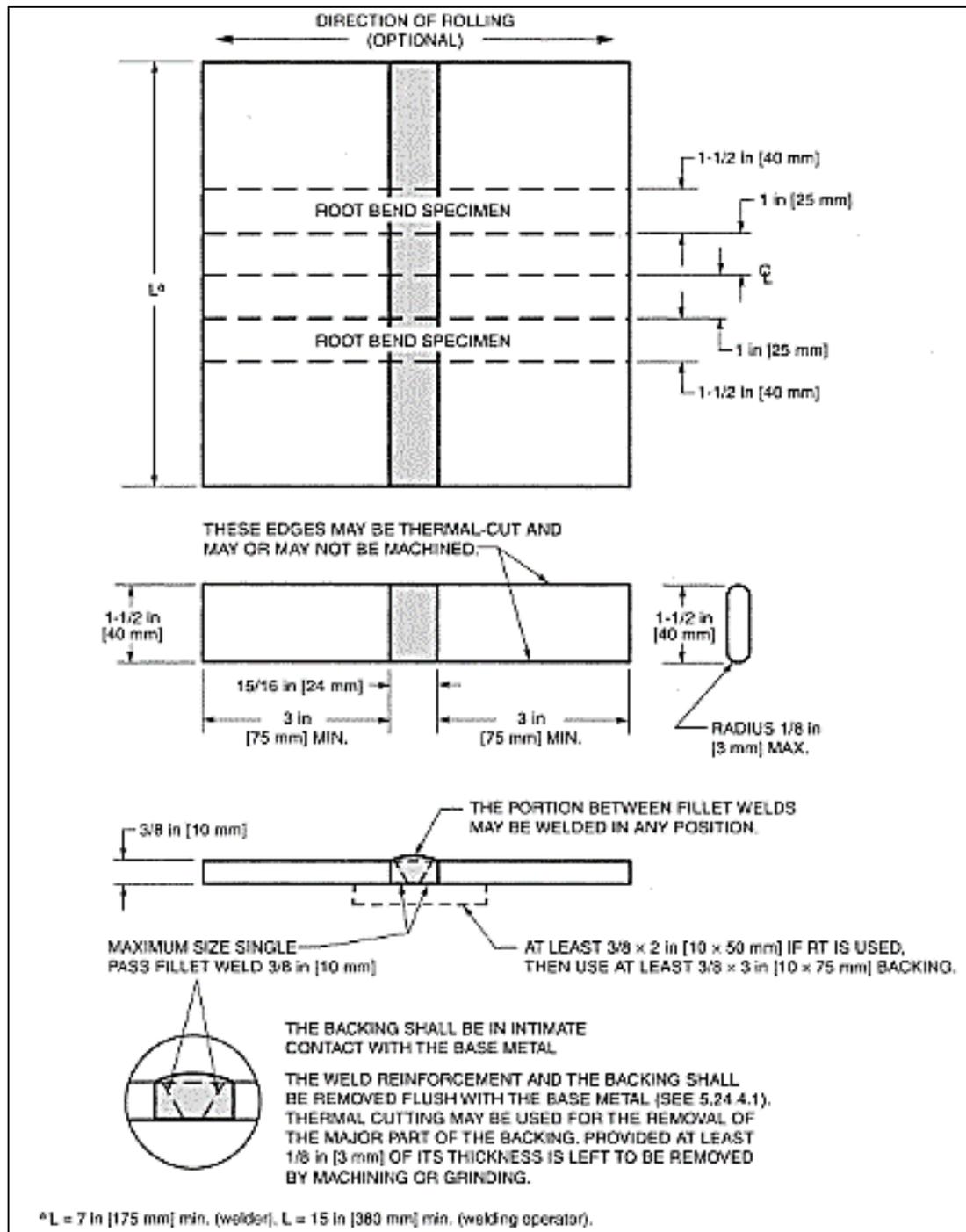
**Anexo n° 13: Tabla Fotográfica De Tipos De Porosidad.**

<p><b>Porosidad Dispersa</b></p>		
<p><b>Porosidad Alineada</b></p>		
<p><b>Porosidad Aislada</b></p>		
<p><b>Porosidad Alargada</b></p>		
<p><i>Fuente: Welding Inspection Technology. Miami, 1998          Visual Inspección Workshop Reference Manual. 2008.</i></p>		

**Anexo n°14: Tabla Fotográfica De Discontinuidades Superficiales**

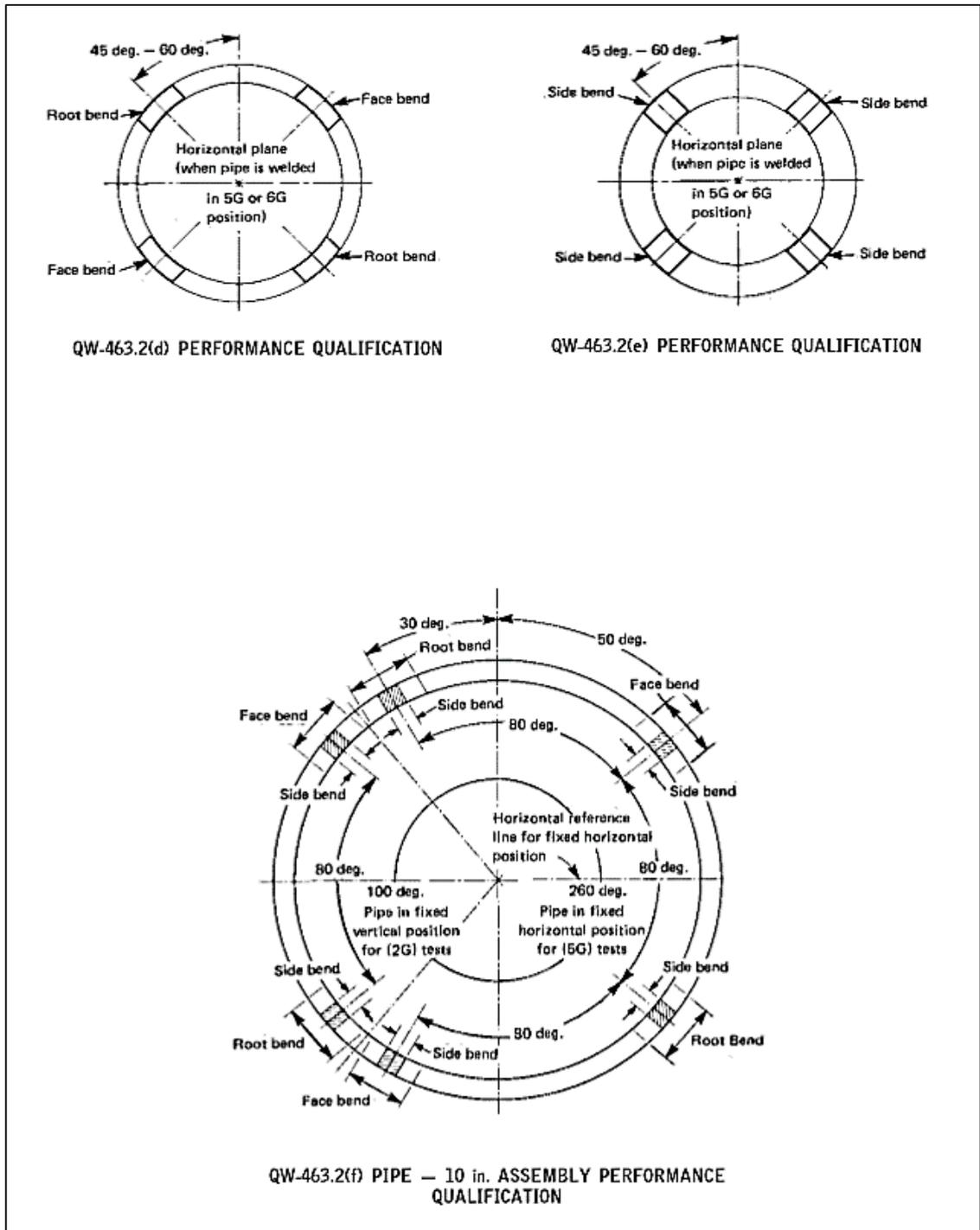
<p><b>Socavación Adyacente</b></p>		
<p><b>Fusión incompleta entre cordón de soldadura y Metal Base</b></p>		
<p><b>Cordón Solapado</b></p>		
<p><b>Cordón Solapado en Filete.</b></p>		
<p> <i>Fuente: Welding Inspection Technology. Miami, 1998. Visual Inspección Workshop Reference Manual. 2008.</i> </p>		

**Anexo n°15: Figura 4.33 - Cupón de calificación de soldador – Ensayo  
de dobles en Plancha- Según código AWS D1.1/D1.1M:2010**



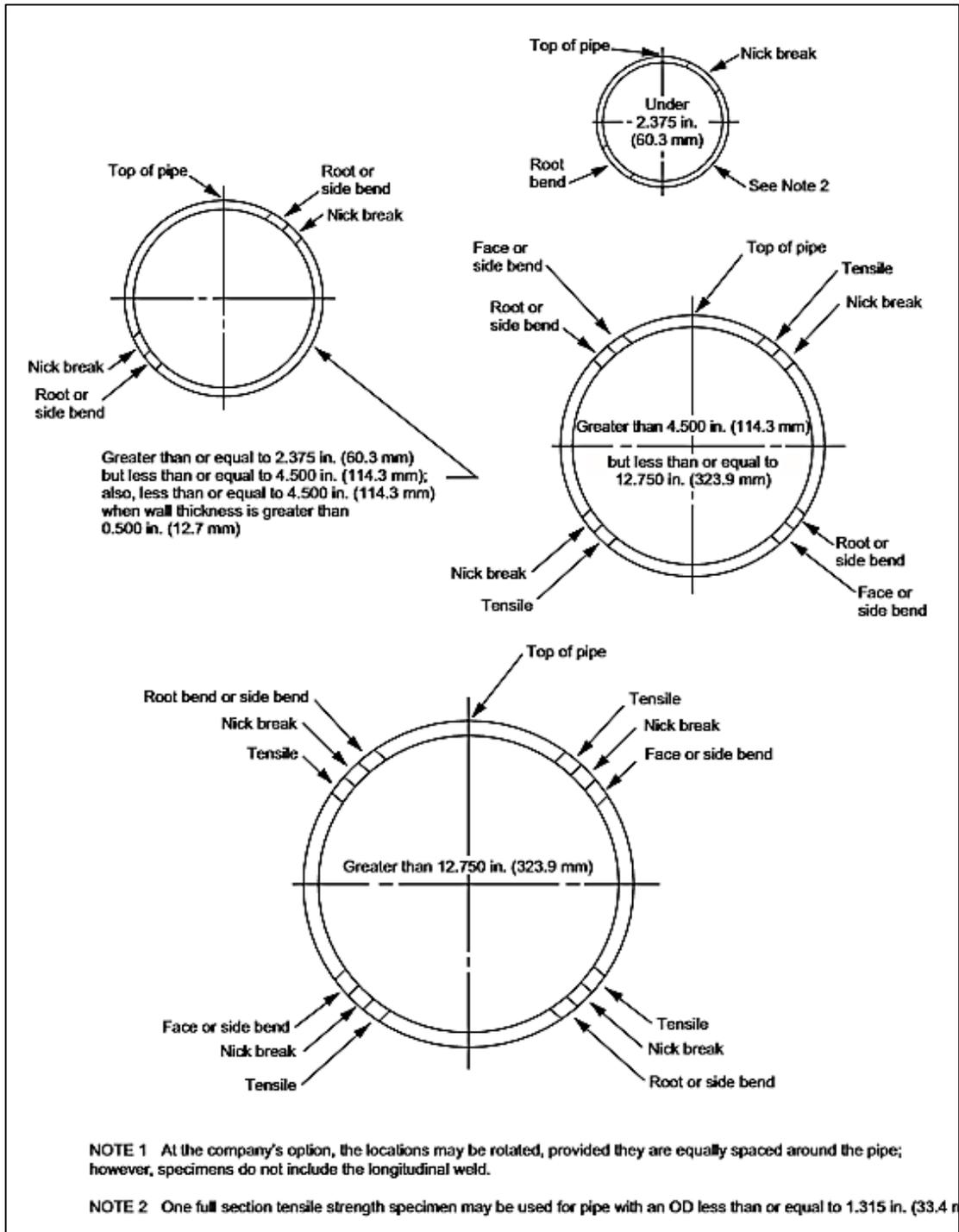
Fuente: AWS D1.1/D1.1M:2010. Structural Welding Code-Steel. Pág. 186

**Anexo n°16: Posición de probetas para dobles en cupones de tubería –  
Según Norma ASME SECC. IX**



Fuente: ASME Boiler & Pressure Vessel Code - Section IX. Pág. 165

### Anexo n°17: Posición de probetas para dobles en cupones de tubería – Según Estándar API 1104



Fuente: API STANDARD 1104. TWENTY-FIRST EDITION, Washington 2013. Pág. 25 y 26.

## Anexo n°18: Política Del Sistema De Gestión Integrado

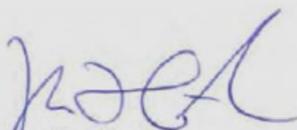
### Política del Sistema de Gestión Integrado Calidad, Seguridad, Salud y Medio Ambiente

En Skanska LA somos responsables por los resultados de nuestras actividades. La forma de comprometer a todos los niveles de la organización con la cultura y valores de nuestra compañía es a través de la adopción de una única política, igual para todos nuestros Proyectos, Servicios, Empleados y Clientes. A través de ésta, nos comprometemos de forma diferenciada, protegiendo a nuestros valores y estándares de Calidad, Seguridad, Salud y Medio Ambiente, asegurándonos su comunicación interna y a terceras partes interesadas.

Nuestro permanente compromiso reside en:

1. Implementar, desarrollar y sostener un Sistema de Gestión Integrado basado en las normas, ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001, como un camino hacia la aplicación de prácticas de Calidad Total, en ciclos de mejora continua.
2. Aumentar de manera sostenida nuestra capacidad competitiva a través de una mejora en la eficiencia, objetivo alineado con la satisfacción de nuestros Clientes.
3. Considerar la Gestión Integrada de Calidad, Seguridad, Salud y Medio Ambiente como herramienta esencial para el desarrollo de las actividades de la Unidad de Negocios en todos los ámbitos adonde participa.
4. Garantizar un manejo responsable de los residuos y emisiones generadas por nuestras actividades, previniendo la contaminación en el origen.
5. Prevenir la ineficiencia y el derroche mediante el uso racional y responsable de los recursos naturales y de la energía.
6. Cumplir con la legislación, derechos aplicables y con todo otro compromiso voluntariamente asumido.
7. Según la filosofía de Skanska, todos los incidentes/accidentes laborales y/o ambientales pueden y deben ser prevenidos. Preservar la salud ocupacional y el medio ambiente laboral es una prioridad en todos los ámbitos de trabajo. Consecuentemente, la prevención de riesgos es responsabilidad de todos los integrantes de la Unidad de Negocios, constituyéndose en una Condición de Empleo y Contratación.

Por medio de estos compromisos adherimos también a las Políticas Corporativas relacionadas, los principios de nuestro Código de Conducta, directrices y reglas de buenas prácticas, siendo su fiel cumplimiento una obligación de todos los niveles de la empresa.

  
Johan Henriksson  
Presidente / CEO Skanska LA

Octubre de 2014 – Rev.8

*Fuente: Skanska Latin América. (2013). Política del Sistema de Gestión Integrado  
Calidad, Seguridad y Medio Ambiente. Buenos Aires. Skanska Latin América.*

Anexo n°19: Tabla 4.10 Calificación de soldadores y operadores-  
Posiciones

**Table 4.10  
Welder and Welding Operator Qualification—Production Welding Positions Qualified by Plate, Pipe, and Box Tube Tests (see 4.19.1)**

Weld Type	Production Plate Welding Qualified				Production Pipe Welding Qualified				Production Box Tube Welding Qualified				
	Positions <sup>a</sup>	Groove CJP	Groove PJP	Fillet	Butt Joint		T, Y, K-Connections		Fillet	Butt Joint		T, Y, K-Connections	
					CJP	PJP	CJP	PJP		CJP	PJP	CJP	PJP
Groove <sup>b</sup>	1G	F	F	(F, H) <sup>b</sup>	F <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>b</sup>	F <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>b</sup>
	2G	F, H	F, H	(F, H) <sup>b</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>b</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>b</sup>
	3G	F, H, V	F, H, V	(F, H, V) <sup>b</sup>	(F, H, V) <sup>c</sup>	(F, H, V) <sup>c</sup>	(F, H, V) <sup>c</sup>	(F, H, V) <sup>c</sup>	(F, H, V) <sup>b</sup>	(F, H, V) <sup>c</sup>	(F, H, V) <sup>c</sup>	(F, H, V) <sup>c</sup>	(F, H, V) <sup>b</sup>
	4G	F, OH	F, OH	(F, H, OH) <sup>b</sup>	(F, OH) <sup>c</sup>	(F, OH) <sup>c</sup>	(F, OH) <sup>c</sup>	(F, OH) <sup>c</sup>	(F, H, OH) <sup>b</sup>	(F, OH) <sup>c</sup>	(F, OH) <sup>c</sup>	(F, OH) <sup>c</sup>	(F, H, OH) <sup>b</sup>
P	3G + 4G	All	All	All <sup>b</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>b</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>b</sup>	
L													
A	1F			F <sup>b</sup>					F <sup>b</sup>				F <sup>b</sup>
T	2F			(F, H) <sup>b</sup>					(F, H) <sup>b</sup>				(F, H) <sup>b</sup>
E	3F			(F, H, V)					(F, H, V) <sup>b</sup>				(F, H, V) <sup>b</sup>
	4F			(F, H, OH) <sup>b</sup>					(F, H, OH) <sup>b</sup>				(F, H, OH) <sup>b</sup>
	3F + 4F			All <sup>b</sup>					All <sup>b</sup>				All <sup>b</sup>
Plug													
Groove <sup>b</sup> (Pipe or Box)	1G Rotated <sup>d</sup>	F	F	(F, H) <sup>b</sup>	F <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>b</sup>	F <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>b</sup>
	2G <sup>e</sup>	F, H	F, H	(F, H) <sup>b</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>b</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>c</sup>	(F, H) <sup>b</sup>
	5G <sup>f</sup>	F, V, OH	F, V, OH	(F, V, OH) <sup>b</sup>	(F, V, OH) <sup>c</sup>	(F, V, OH) <sup>c</sup>	(F, V, OH) <sup>c</sup>	(F, V, OH) <sup>b</sup>	(F, V, OH) <sup>c</sup>	(F, V, OH) <sup>c</sup>	(F, V, OH) <sup>c</sup>	(F, V, OH) <sup>c</sup>	(F, V, OH) <sup>b</sup>
	6G <sup>g</sup>	All	All	All <sup>b</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>b</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>b</sup>
(2G + 5G) <sup>h</sup>	All	All	All <sup>b</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>b</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>b</sup>	
T	6GR (Fig. 4.27)	All	All	All <sup>b</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>b</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>b</sup>	
U													
B													
U													
L	6GR (Fig. 4.27 & 4.29)	All	All	All <sup>b</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>b</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>c</sup>	All <sup>b</sup>
A													
R	1F Rotated			F <sup>b</sup>					F <sup>b</sup>				F <sup>b</sup>
	2F			(F, H) <sup>b</sup>					(F, H) <sup>b</sup>				(F, H) <sup>b</sup>
	2F Rotated			(F, H) <sup>b</sup>					(F, H) <sup>b</sup>				(F, H) <sup>b</sup>
	4F			(F, H, OH) <sup>b</sup>					(F, H, OH) <sup>b</sup>				(F, H, OH) <sup>b</sup>
	5F			All <sup>b</sup>					All <sup>b</sup>				All <sup>b</sup>

Qualifies Plug and Slot Welding for Only the Positions Tested

CJP—Complete Joint Penetration; PJP—Partial Joint Penetration  
<sup>a</sup> See Figures 4.3, 4.4, 4.5, and 4.6.  
<sup>b</sup> Groove weld qualification shall also qualify plug and slot welds for the test positions indicated.  
<sup>c</sup> Only qualified for pipe equal to or greater than 24 in (600 mm) in diameter with backing, backgouging, or both.  
<sup>d</sup> Not qualified for joints welded from one side without backing, or welded from two sides without backgouging.  
<sup>e</sup> Not qualified for welds having groove angles less than 30° (see 4.12.4.2).  
<sup>f</sup> Qualification using box tubing (Figure 4.27) also qualifies welding pipe over 24 in (600 mm) in diameter.  
<sup>g</sup> Pipe or box tubing is required for the 6GR qualification (Figure 4.27). If box tubing is used per Figure 4.27, the macroetch test may be performed on the corners of the test specimen (similar to Figure 4.29).  
<sup>h</sup> See 4.25 and 4.28 for dihedral angle restrictions for plate joints and tubular T, Y, K-connections.  
<sup>i</sup> Qualification for welding production joints without backing or backgouging shall require using the Figure 4.24(A) joint detail. For welding production joints with backing or backgouging, either the Figure 4.24(A) or Figure 4.24(B) joint detail may be used for qualification.  
<sup>j</sup> The qualification of welding operators for electroslag welding (ESW) or electrodeless welding (EGW) shall only apply for the position tested.

Fuente: AWS D1.1/D1.1M:2010. Structural Welding Code-Steel, 22nd Edition.  
Miami, 2010. Pag 150.

**Anexo n° 20: Tabla Fotográfica De Proceso De Calificación De Soldadores**

<p><b>Verificación de preparación de bisel en cupón de prueba.</b></p>				
<p><b>Verificación de dimensiones de cupón de prueba.</b></p>				
<p><b>Proceso de calificación de soldador en posición 3G, según AWS D1.1.</b></p>				

*Fuente: Elaboración Propia.*

### Anexo n° 21: Tabla Fotográfica De Proceso De Calificación De Soldadores



Proceso de calificación de soldadores en posición 6G, según ASME Secc. IX, con temperatura controlada y gas de respaldo. Material PN° 15E.



Proceso de calificación de soldadores en posición 2G, según ASME Secc. IX, con temperatura controlada y gas de respaldo. Material PN° 15E.

*Fuente: Elaboración Propia.*