

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**DISEÑO DE UN PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA
CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE VIGA CAJON
PARA PUENTE GRÚA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO**

WILFREDO PRADO TORRES

Callao, 2018

PERÚ

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el auditorio Ausberto Rojas Saldaña de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, sito Av. Juan Pablo II N° 306, Bellavista – Callao, siendo las 5.00 del día jueves 13 de diciembre de 2018, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador del I Ciclo de Tesis -Titulación por la modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis- de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao.

- Dr. Ing. Oscar Teodoro Tacza Casallo : Presidente
- Dr. Ing. Napoleón Jáuregui Nongrados : Secretario
- Dr. Ing. Pablo Mamani Calla : Vocal
- Mg. Ing. Yasser Hipólito Yarin Achachagua : Suplente

Designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 155-2018-CF-FIME de fecha 24 de noviembre de 2018 y Resolución de Consejo de Facultad N° 162-2018-CF-FIME a fin de proceder al acto de evaluación de la Tesis titulada: **"DISEÑO DE UN PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE VIGA CAJÓN PARA PUENTE GRÚA"**, presentada por el señor Bachiller **PRADO TORRES WILFREDO**.

Contando con la presencia del Supervisor General, Decano de la Facultad de Ciencias Administrativas Dr. Hernán Ávila Morales, Supervisor de la FIME, Dr. José Hugo Tezén Campos y el representante de la Comisión de Grados y Títulos Ing. Juan Adolfo Bravo Felix.

A continuación, se dio inicio a la sustentación de la Tesis de acuerdo a lo normado en los numerales del 10.1 al 10.4 del capítulo X de la Directiva para la Titulación Profesional por la modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis en la Universidad Nacional del Callao, aprobada por Resolución Rectoral N° 754-2013-R del 21 de agosto de 2013, modificada por la Resolución Rectoral N° 777-2013-R de fecha 29 de agosto de 2013 y la Resolución Rectoral N° 281-2014-R del 14 de abril de 2014 con la que se modifica el Art. 4.5 del capítulo IV de la organización del Ciclo de Tesis, así como lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018-CU de fecha 30 de octubre de 2018.

Culminado el acto de sustentación, los señores miembros del Jurado Evaluador procedieron a formular las preguntas al indicado bachiller.

Luego de un cuarto de intermedio, para la deliberación en privado del Jurado respecto a la evaluación de la Tesis, se **ACORDÓ: CALIFICAR** la tesis sustentada por el señor bachiller **PRADO TORRES WILFREDO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico por la modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se indica:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
<u>17</u>	<u>Muy Bueno</u>


Finalmente, se procedió a leer en público el acta de sustentación.

Siendo las 5.30 del día jueves trece de diciembre del dos mil dieciocho, el señor Presidente del Jurado Evaluador dio por concluido el acto de sustentación de Tesis.

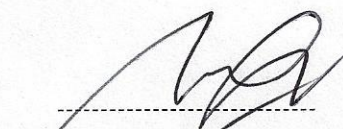
En señal de conformidad con lo actuado, se levanta la presente acta.



Dr. Oscar Teodoro Tacza Casallo
Presidente



Dr. Pablo Mamani Calla
Vocal



Dr. Napoleón Jáuregui Nongrados
Secretario



Mg. Yasser Hipólito Yarin Achachagua
Suplente

Dedicatoria

A mis padres, por su ejemplo,
sin ellos no hubiese podido conseguir
lo que hasta ahora he logrado.
Su tenacidad y su espíritu de trabajo,
han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir.

Agradecimiento

Este proyecto es el resultado, del esfuerzo y confianza de quienes me animaron a terminar la carrera, a volver a la universidad y completar mi formación. A quien me enseñó que no necesariamente tengo que hacer las cosas solo.

ÍNDICE

I	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.1	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.	8
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	9
1.2.1	Problema general.....	9
1.2.2	Problemas específicos.....	9
1.3	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
1.3.1	Objetivo general.....	9
1.3.2	Objetivos Específicos.....	9
1.4	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
1.4.1	Delimitación espacial.....	10
1.4.2	Delimitación temporal.....	10
1.4.3	Delimitación del universo.....	10
1.4.4	Delimitación del contenido.....	10
1.5	JUSTIFICACIÓN.....	11
1.5.1	Justificación tecnológica.....	11
1.5.2	Justificación económica.....	11
1.5.3	Justificación practica.....	11
II	MARCO TEÓRICO.....	13
2.1	ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	13
2.1.1	Antecedentes Nacionales.....	13
2.1.2	Antecedentes Internacionales.....	15
2.2	MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	16
2.2.1	Bases Teóricas.....	16
2.2.2	Marco Conceptual.....	27
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	36
III	HIPOTESIS Y VARIABLE.....	37
3.1	HIPÓTESIS.....	37
3.1.1	Hipótesis General.....	37

3.1.2	Hipótesis Específicas	37
3.2	DEFINICIÓN DE VARIABLES	37
3.3	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	38
IV	METODOLOGÍA	39
4.1	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	39
4.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	135
4.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN DOCUMENTAL	135
4.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO.....	135
4.5	ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	136
V	RESULTADOS	137
VI	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	139
6.1	CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	139
6.2	CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS CON ESTUDIOS SIMILARES.....	143
6.3	RESPONSABILIDAD ÉTICA.....	144
	Conclusiones.....	145
	Recomendaciones -----.....	146
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	147

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.2.1 Definiciones de Calidad	17
Ilustración 2.2.2 Partes de un puente grúa	28
Ilustración 2.2.3 Grúa puente.....	29
Ilustración 2.2.4 Jib Crane	29
Ilustración 2.2.5 Viga cajón.....	30
Ilustración 2.2.6 Montaje de vigas cajón	31
Ilustración 2.2.7 Descripción de una junta	33
Ilustración 4.1.1 Criterio de aceptación soldadura filete.....	82
Ilustración 4.1.2 Criterio de aceptación soldadura a tope	82
Ilustración 4.1.3 Posición para la calificación de los procedimientos de soldadura a filete.....	109
Ilustración 4.1.4 Especificación de probetas para procedimientos de soldadura	110
Ilustración 4.1.5 Especificación de probetas para calificación de soldadores	110

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Operacionalización de variables	38
Tabla 4.1 Identificación, Revisión y Aprobación de Documentos Internos	45
Tabla 4.2 Siglas de Identificación de los Procesos	47
Tabla 4.3 Tipo de Documento y Siglas	47
Tabla 4.4 Estructura de Documento	47
Tabla 4.5 Tolerancia dimensional	93
Tabla 4.6 Tolerancia angular	93
Tabla 4.7 Tolerancia planitud y paralelismo.....	94
Tabla 4.8 Tipo y posición de los procedimientos de soldadura.....	108
Tabla 4.9 Posición para la calificación de los procedimientos de soldadura a tope	109

RESUMEN

La presente tesis surgió de la necesidad de poder desarrollar documentos que nos permitan controlar y asegurar la calidad tanto en las fabricaciones metalmecánicas, que cumplan las normas de fabricación internacionales. En este caso específico, la fabricación de vigas cajón que son la estructura principal de los puentes grúas, esto debido a que este equipo es requerido en todo tipo de industria tanto de manufactura, almacenamiento como mantenimiento.

Para su desarrollo se usó una metodología de comprensión e interpretación de las normas de fabricación D14.1, se tomó en cuenta la organización de la empresa, se agruparon las actividades que sigan las etapas de fabricación, en un plan de puntos de inspección en donde se indica las inspecciones a realizarse.

Se hizo un estudio a nivel descriptivo de los procesos de fabricación para poder establecer los puntos de inspección en cada actividad que se realiza durante la fabricación, estos puntos de inspección son fijados de acuerdo a normas como el AISC, ASTM, NACE, AWS.

Para la elaboración de los documentos se usó las recomendaciones de la norma ISO 9001:2015, requisitos de sistemas de gestión de calidad, así como ISO 9000 2015 - Sistemas de gestión de calidad fundamentos y vocabulario y UNE ISO 10005 Directrices para los planes de la calidad

Palabras clave:

Sistema de gestión de calidad, aseguramiento de la calidad, plan de puntos, de inspección, puente grúa.

ABSTRACT

The present thesis arose from the need of develop documents that allow us take correct control and quality assurance both in the metalworking fabrications, that follow the international fabrication policy. In this particular case, the fabrication of bridge girder that are the bridge crane's principal structure, this due to that this equipment is required in all types of industry in manufactures, storage and maintenance.

For it development, it was used a methodology of understanding and interpretation of policy D14.1, it was taken into account the organization of the company, it had grouped the activities in the follows phase of fabrication, in an inspection points program where the inspections to be carried out are indicated.

It was made a study of the fabrication process in a descriptive level to be able to establish the inspection points program in every activity that participate in the fabrication, the inspection points are pointes in agree with policies as AISC, ASTM, NACE, AWS.

For the built of the documents, it was used the recommendations of the ISO 9001:2015 policy, the requirements of the Quality Management System as ISO 9000 2015 - Quality Management System. Fundaments and vocabulary, and the UNE ISO 10005 – Guidelines for quality plans.

Keywords:

Quality managment system, quality assurance, inspection point plan, bridge crane, manufacturing.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mercado de empresas que ejecutan proyectos de fabricaciones metalmeccánicas ha aumentado, esto conlleva a que estas mismas se den cuenta que la calidad es un factor que afecta directamente a su desarrollo, haciendo este factor algo indispensable para poder ser competitivos.

La presente tesis propone el desarrollo de un plan de aseguramiento de la calidad en la fabricación de vigas cajón para puentes grúa, de este modo se busca implementar los procedimientos de trabajo, procedimientos de inspección, formatos de inspección para llevar un registro de los controles en las etapas de fabricación, los cuales puedan servir a la empresa metalmeccánica para que puedan realizar fabricaciones que cumplan con las normas técnicas aplicables.

Los objetivos planteados se basaron en establecer un sistema de aseguramiento y control de la calidad que a través de la elaboración de procedimientos de trabajo e inspección en las actividades involucradas en el control de la calidad y un plan de la calidad para asegurar el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de vigas cajón, se basó en analizar las no conformidades detectadas en las fabricaciones realizadas anteriormente, así como las normas de fabricación que se deben de cumplir, entrevistas realizadas al supervisor de producción, Gerente de producción así como la experiencia obtenida en la participación de proyectos metalmeccánicos, así como el montaje y puesta en marcha de puentes grúa.

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

CM Holland SAC es una empresa dedicada al rubro industrial de la fabricación de estructuras metalmecánicas, por encargo de un cliente tiene asignado un proyecto de fabricación de una viga cajón para puente grúa de 150 tn.

CM Holland SAC ya ha realizado proyectos de menores dimensiones realizando la fabricación de vigas cajón de puentes grúa de menor capacidad, en dichos proyectos a manera de control de interno ha contratado servicios de consultoría para la elaboración de dossier de calidad de las fabricaciones realizadas, sin embargo para el presente proyecto el cliente solicita que antes del inicio de la fabricación de la viga cajón, se presente un plan de aseguramiento de la calidad, para garantizar el correcto proceso de fabricación de la estructura, lo cual conllevara a que el producto final sea aceptado por el cliente.

En vista que la empresa viene realizando este tipo de fabricaciones, sería factible diseñar un plan de Aseguramiento de la calidad para la fabricación de vigas cajón para puente grúa y así no depender de consultores externos. Hasta el momento para realizar las actividades del Área de Aseguramiento y Control de Calidad se subcontrata una empresa externa que elabora los documentos que serán incluidos en el dossier de calidad, para lo cual se desarrollan procedimientos de inspecciones, formatos de inspección, procedimientos de soldadura, por cada proyecto, esto conlleva a que la empresa no tenga documentos propios para poder realizar los controles de calidad, estas condiciones de trabajo no permiten que la empresa cuente con un sistema de aseguramiento de la calidad propio.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema general.

¿Cómo el plan de aseguramiento de la calidad (PAC) garantiza la mejora en el proceso de fabricación de viga cajón para puente grúa?

1.2.2 Problemas específicos.

¿Cómo la ISO 13920 nos da los parámetros en el proceso de habilitado y armado en la fabricación de vigas cajón para puentes grúa?

¿Qué criterios nos dan las normas AWS A2.4, AWS D14.1 para elaborar y desarrollar procedimientos de soldadura y procedimiento de inspección de soldadura a aplicar en la fabricación de vigas cajón para puentes grúa?

¿Qué criterios nos proporciona las normas SSPC para la elaboración de los procedimientos de preparación superficial y pintado de estructuras de vigas cajón para puentes grúa?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Elaborar un plan de aseguramiento de la calidad (PAC) que garantice la mejora en el proceso de fabricación de viga cajón para puente grúa.

1.3.2 Objetivos Específicos

Objetivo específico

Elaborar los procedimientos para el habilitado y armado en la fabricación de vigas cajón para puentes grúa.

Elaborar y desarrollar procedimiento de soldadura, procedimiento de inspección de soldadura para la fabricación de vigas cajón para puentes grúa, de acuerdo a las normas AWS A2.4, AWS D14.

Elaborar y desarrollar el procedimiento de preparación superficial y pintado de estructuras.

1.4 Delimitación de la Investigación

1.4.1 Delimitación espacial

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la empresa metalmecánica Construcciones Metalicas Holland SAC localizada en el departamento de Lima, provincia de Lima, distrito de Villa el Salvador.

1.4.2 Delimitación temporal

El proyecto se desarrolló en el segundo semestre del año 2017, periodo en el cual se implementó el Plan de Aseguramiento de la Calidad y la documentación del área de control de calidad.

1.4.3 Delimitación del universo

La investigación estará dirigida al proceso de fabricación de una viga cajón para puente grúa de 150 tn.

1.4.4 Delimitación del contenido

La investigación estará centrada en desarrollar el plan de aseguramiento de la calidad que se usara en el proceso de fabricación de la viga cajón para puente grúa.

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación tecnológica

Según Espinoza (2010), enunció que: “Se justifica tecnológicamente una investigación cuando se satisface las necesidades sociales. Que pueden ser:

- Soluciones que permiten mejorar el sistema productivo.”

Este proyecto se justifica tecnológicamente debido a que la empresa metalmecánica una vez se diseñe el Plan de aseguramiento de la calidad en la fabricación de vigas cajón para puentes grúa, se tendrá un control en cada etapa del proceso de fabricación, esto conlleva a una mejora en tiempos ya que una vez concluida cada etapa, se procederá con las inspecciones planificadas, evitando así reproceso y tiempos muertos, así también el plan de aseguramiento permitirá que la estructura cumpla con las especificaciones técnicas de la norma de fabricación en este caso AWS D14.1.

1.5.2 Justificación económica

La finalidad de la evaluación económica es la de suministrar suficientes elementos de juicio sobre los costos y beneficios del proyecto, para que se pueda establecer la conveniencia al uso propuesto de los recursos económicos que se solicitan

Este proyecto se justifica económicamente debido a que la empresa metalmecánica contará con un Plan De Aseguramiento de la Calidad que cumple con los requisitos de la normas de fabricación esta podrá controlar la fabricación evitando reproceso y contratación de servicios externos.

1.5.3 Justificación practica

Según Bernal (2010), enunció que: “Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un

problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo.” (pag. 106)

El presente proyecto de tesis se justifica prácticamente porque propone disminuir los problemas de reproceso, no conformidades y observaciones a las fabricaciones realizadas por la empresa Construcciones Metálicas Holland.S.A.C.

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio.

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Coaguila Gonzales, A.F. (2017), en su tesis titulada “Propuesta de implementación de un modelo de Gestión por Procesos y Calidad en la empresa O&C Metals SAC” cuyo objetivo principal fue de realizar una propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C Metals S.A.C. para lograr cumplir con los requerimientos del cliente, en cuanto a calidad intrínseca, disponibilidad y precio/coste. En este estudio se aplicó un diseño descriptivo, el trabajo experimental se realizó en las oficinas y taller de la empresa O&C Metals S.A.C de Arequipa, enfocándose en el área de producción y las áreas con las que este interactúe, se utilizó como instrumento de recolección de datos a fuentes documentales, asimismo concluyó que a partir del análisis económico se evaluó la propuesta concluyendo que es viable, ya que se obtiene un VAN de S/. 73,477.99, asimismo el análisis costo-beneficio arrojó un ratio de 1.39, lo cual demuestra que la empresa se beneficiará con el desarrollo de la Gestión por procesos y la implementación del Sistema de Gestión de Calidad. Este trabajo se relaciona con la investigación planteada ya que brinda información de los documentos que se deben elaborar para el aseguramiento y control de la calidad en los procesos de fabricación.

Ampuero Huamani, H.R.(2018), en su informe de suficiencia profesional “Mejorar la eficiencia del proceso de certificación en equipos de izaje en la empresa SGS del Perú SAC” cuyo objetivo principal fue de Mejorar el proceso de certificación de equipos de izaje en la empresa SGS del Perú S.A.C. En este estudio se aplicó un diseño descriptivo, el trabajo experimental se realizó en las

oficinas de SGS del Perú S.A.C. en el Callao, se utilizó como instrumento de recolección de datos a fuentes documentales, asimismo concluyó que mejorando el proceso de certificación de equipos de izaje se redujo los costos del proceso en un 28.7%, logrando una rentabilidad mensual del proyecto de S/. 11 355.28; y que se generan los certificados de inspección en 0.5 horas y lograr aumentar la disponibilidad de los inspectores en un 75%. Este trabajo se relaciona con la investigación planteada ya que brinda referencia para determinar las maquinas, equipos y herramientas para los controles de inspección en la fabricación de la viga cajón para puente grúa.

Díaz Aguilar, C.M. (2015), en su tesis titulada “Programa de implementación de una sistema de Gestión de Calidad basado en la norma ISO 90001:2008, para la optimización de la producción en una empresa metalmecánica, Arequipa 2015” cuyo objetivo principal fue de proponer un programa de implementación de un sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001:2008 para la optimización de la producción en una Empresa Metalmecánica de Arequipa. En este estudio se aplicó un diseño descriptivo, el trabajo experimental se realizó en una empresa metalmecánica de Arequipa, se utilizó como instrumento de recolección de datos a fuentes documentales, asimismo concluyó que Se concluye que habiendo determinado los factores críticos en el área de producción, los puntos débiles de la situación actual de la organización, lo cual, nos permite demostrar, en el Capítulo Propuesta y Capítulo implementación y Evaluación, que con el Programa de implementación del SGC según la Norma ISO 9001:2008, se va a obtener resultado positivos, dejando a la organización dentro del mercado competitivo actual.

Este trabajo se relaciona con la investigación planteada debido a

que brinda información referente a la aplicación de la norma ISO 9001:2008 en los distintos procesos (Gestión de la Calidad, Aseguramiento de la Calidad y Control de Calidad), a su vez, diferentes lineamientos de la industria metalmecánica y términos relacionados a la norma.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Galarza Jaramillo, J.G. (2012), en su tesis titulada “Plan de Mantenimiento de un puente grúa con capacidad de 10 toneladas”, cuyo objetivo principal fue de enfoque el procedimiento para aumentar la capacidad de carga y transporte del puente grúa, mediante la repotenciación del mismo. En este estudio se aplicó un diseño descriptivo, se utilizó como instrumento de recolección de datos por fuentes documentales, asimismo concluyó que las inspecciones en la estructura metálica, el mantenimiento y la repotenciación de las mismas, implica la toma de decisiones de costos, diseño y reemplazo de miembros bases que involucran un mayor desafío.

Este trabajo se relaciona con la investigación planteada ya que da define los diferentes componentes de un puente grúa así como la importancia de cada uno de ellos.

Sandoval Corredor, J.M., Torres Parra, V.A. (2017), en su tesis titulada “Diseño de un puente grúa para el transporte de motores diésel para el taller L&G Diesel Truck”, cuyo objetivo principal fue diseñar un puente grúa para el transporte de motores diésel para el taller L&G Diesel Truck. En este estudio se aplicó un diseño descriptivo, se utilizó como instrumento de recolección de datos por fuentes documentales, asimismo concluyó que la mejor alternativa corresponde al carro polipasto soportado sobre las

aletas inferiores de la viga principal, debido a que cumple con los requerimientos de menor costo de fabricación, menor cantidad de mantenimiento, facilidad de operación y menor consumo de energía.

Este trabajo se relaciona con la investigación planteada ya que brinda información de los tipos de puente grúa, así como el tipo de acero para las fabricaciones de viga cajón.

Jiménez Hernández, C. (2017), en su tesis titulada “Planeación estratégica y calidad total en una industria metalmecánica de fabricación de equipos de proceso”, cuyo objetivo principal fue integrar y proponer un sistema estratégico de gestión de calidad total, utilizando la planeación estratégica como principal herramienta, que coadyuve a incrementar la competitividad de la empresa a través de la calidad de sus insumos, procesos y productos, orientados principalmente a la industria petrolera, incrementando los ingresos por ventas, las utilidades de la misma y una mayor participación en el mercado. En este estudio se aplicó un diseño descriptivo, se utilizó como instrumento de recolección de datos por fuentes documentales,

2.2 Marco Teórico y conceptual

2.2.1 Bases Teóricas

Reseña sobre calidad

Moses Juran (1990) menciona que “no es fácil alcanzar un acuerdo sobre lo que quiere decir calidad. Para los directivos, ninguna definición corta es exacta, pero una de estas definiciones ha sido bien acogida: la calidad es adecuación al uso.

Esta definición proporciona una etiqueta breve y comprensible, pero no proporciona la profundidad que necesitan los directores para elegir líneas

de acción. Cuando la examinamos más de cerca descubrimos que la adecuación al uso se ramifica en dos direcciones bastante diferentes, tal como se muestra en la figura 2.2.1

Ilustración 2.2.1 Definiciones de Calidad

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO QUE SATISFACEN LAS NECESIDADES DEL CLIENTE	AUSENCIA DE DEFICIENCIAS
<p>Una mayor calidad capacita a las empresas para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la satisfacción del cliente • Hacer productos vendibles • Ser competitiva • Incrementar la participación en el mercado • Proporcionar ingresos por ventas • Obtener buenos precios <p>El efecto principal se acusa en las ventas Generalmente, la mayor calidad cuesta más</p>	<p>Una mayor calidad capacita a las empresas para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducir los índices de error • Reducir los reprocesos y desechos • Reducir los fallos post-venta y gastos de garantía • Reducir la insatisfacción del cliente • Acortar el tiempo para introducir nuevos productos en el mercado • Aumentar los rendimientos y la capacidad • Mejorar los plazos de entrega <p>El efecto principal se acusa en los costes Generalmente, la mayor calidad cuesta menos</p>

Fuente: Juran, 1990

Asimismo el autor hace indica que la satisfacción con el producto y la insatisfacción con el producto no son contrarias, con esto indica que la satisfacción con el producto tiene su origen en características del producto y es la razón por la cual los clientes la prefieren. La insatisfacción con el producto tiene su origen en las disconformidades y es la razón por la cual los clientes hacen reclamaciones. Hay muchos productos que producen poca o ninguna insatisfacción.”

Edwards Deming (1989) indica que “un sistema para mejorar la calidad es útil a cualquier persona que fabrique un producto o que se dedique a suministrar servicios, o a la investigación, y desee mejorar la calidad de su trabajo, y al mismo tiempo incrementar su producción, todo ello con menos

trabajo y a un coste reducido. El servicio necesita mejorar junto con la fabricación.

La ineficacia en una organización de servicios, como en la fabricación, eleva los precios al consumidor y disminuye su estándar de vida. Los principios y los métodos para mejorar son los mismos en los servicios que en la fabricación. Difiere la aplicación real, desde luego, de un producto a otro, y de un tipo de servicio a otro, al igual que todas las cuestiones de fabricación difieren de uno a otro.

El denominador común de la fabricación y de cualquier organización de servicios es que los errores y los defectos son caros. Cuanto más lejos llega un error sin ser corregido, tanto mayor es el coste para corregirlo. El coste de un defecto que llega al consumidor o receptor puede que sea el más costoso de todos.”

Deming aporta a la calidad sus 14 puntos que son la base para la transformación de la industria americana, en donde indica no es suficiente con tan sólo resolver los problemas, grandes o pequeños. La adopción y la actuación sobre los 14 puntos es una señal de que la dirección tiene la intención de permanecer en el negocio y apunta a proteger a los inversores y los puestos de trabajo.

Los 14 puntos sirven en cualquier parte, tanto en las pequeñas organizaciones como en las más grandes, en las empresas de servicios y en las dedicadas a la fabricación.

Ishikawa (1994) define que “el control de calidad, de acuerdo a la norma JIS (Normas Industriales Japonesas) sobre terminología el control de calidad se define de la siguiente forma:

"Sistema de metodos para la provisión coste-eficaz de bienes o servicios cuya calidad es adecuada a los requisitos del comprador."

La puesta en practica eficaz del control de calidad requiere la participación y la cooperación de todos los empleados de una empresa, desde la alta dirección, pasando por los directivos medios y los supervisores, hasta los trabajadores de base de todas las etapas de las actividades de la empresa.

Claro esta que la alta dirección de una empresa es totalmente responsable de los productos y servicios de esa empresa, pero los directores de fabrica, los de departamento, los de sección, los supervisores y los encargados son todos ellos responsables de la calidad de los productos y servicios producidos en sus respectivas fabricas, departamentos, secciones, grupos y equipos. Mientras tanto, el deber de los ingenieros y de los tecnicos especialistas es preparar, revisar y mejorar sistemática y metódicamente las normas que haran que sus empresas puedan suministrar productos a la sociedad lo mas baratos posible."

Concepto de Calidad.

La Norma Internacional elaborada por la International Organization for Standarization (ISO) promueve la adopción de un enfoque basado en los procesos de la empresa, "Una organización orientada la calidad promueva una cultura que da como resultado comportamientos, actitudes, actividades y procesos para proporcionar valor mediante el cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes y otras partes interesadas pertinentes.

La calidad de los productos y servicios de una organización está determinada por la capacidad para satisfacer a los clientes, y por el impacto previsto y el no previsto sobre las partes interesadas pertinentes.

La calidad de los productos y servicios incluye no solo su función y desempeño previstos, sino también su valor percibido y el beneficio para el cliente.”

En la práctica la mayoría coincide en aceptar que la mejora de la calidad tanto en los productos como en los servicios, es la única manera de ser competitivos para poder fidelizar a un cliente y por tanto permanecer en el mercado.

Siendo el fin de toda organización lograr productos y servicios de calidad, y que estos logren que el cliente quede satisfecho, entonces la calidad es ante todo satisfacción del cliente, esta satisfacción se logra cumpliendo las expectativas que el cliente tiene sobre el producto o servicio solicitado.

Calidad en los servicios.

Vertice, (2008) “El conjunto de prestaciones que el cliente espera (además del producto o del servicio básico) como consecuencia del precio, imagen y la reputación del mismo.

Así también en dicho libro indican que “los servicios se caracterizan por su inmaterialidad. En la mayoría de los casos esto comprende dos dimensiones propias:

- 1) La Prestación, que buscaba el cliente.
- 2) La experiencia que vive en el momento en que hace uso del servicio.”

A diferencia de las manufacturas, las industrias de servicios tienen características distintas en el proceso de control de calidad, ya que por lo general es las actividades depende de un área o persona, teniendo menos etapas de ejecución.

Calidad en la manufactura

De acuerdo a (Kalpakjian, y otros, 2002) “La calidad del producto es uno de los aspectos de mayor importancia de la manufactura, porque influye de manera directa en la capacidad de mercadeo del producto antes de su venta y en la satisfacción del cliente después. De manera tradicional, el aseguramiento de la calidad se ha obtenido al inspeccionar las piezas después de su manufactura. Estas son inspecciones para asegurarse que se apegan a las especificaciones detalladas y normas, tales como dimensiones, acabado superficial y propiedades mecánicas y físicas”

“ Aunque se puede describir de varias maneras la integridad del producto es un término que se puede utilizar para definir el grado en el cual un producto:

- a) Es adecuado para su propósito pretendido.
- b) Llena una necesidad del mercado
- c) Funciona de una manera confiable dentro de su vida esperada
- d) Puede ser mantenida con una finalidad relativa.

La integridad del producto también ha sido definida como la experiencia total del producto en relación con el cliente, o como la totalidad de las cualidades necesarias para concebir y poner en el mercado con éxito el producto”

Por tanto, al entender que el producto es la totalidad de las cualidades, es que las empresas se han visto en la necesidad de transformar su manera de enfocar los procesos como un conjunto y no como trabajos individuales, esto inicia identificando las necesidades y expectativas de los clientes, cuáles son los productos que estos realmente necesitan, y las características de dichos productos, la responsabilidad es la de todos en la organización, principalmente los responsables de área.

Para la presente tesis, se pone énfasis en el área de producción, encargado de los procesos de transformación de la materia prima en el producto final.

El área de aseguramiento y control de calidad, es el responsable de trabajar en conjunto con el área de producción para realizar las inspecciones de acuerdo al cronograma de fabricación, así también es responsable de realizar y documentar las inspecciones en cada etapa de fabricación y no al final.

Además, se debe contar con la documentación de soporte que permite llevar los controles establecidos en el plan de puntos de inspección para garantizar la calidad del producto, desde su proceso de producción, hasta que el producto terminado es puesto en manos del cliente.

Como se describe, el proceso de manufactura cuenta con todo un conjunto de procesos que son responsables de inspeccionar, documentar, informar las desviaciones encontradas para corregir las fallas que puedan producirse en el producto, antes de que este sea culminado y entregado al cliente.

ISO 9000

De acuerdo a ISO 9000.2015 (Organización Internacional de Normalización) "El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora

estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica”.

La serie de normas ISO 9000 es un conjunto de normas orientadas a guiarnos para establecer el sistema de gestión de la empresa, estas normas son reconocidas a nivel internacional, logrando que los requisitos establecidos en las mismas sean adoptados por la mayoría de empresas, Algunas de estas normas especifican requisitos para sistemas de calidad, son

ISO 9000, Sistemas de Gestión de la Calidad. Definiciones y Fundamentos.
Establece un punto de partida para comprender las normas y define los términos fundamentales utilizados en la familia de normas ISO 9000.

ISO 9001, Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.

Es la norma de requisitos que se emplea para cumplir eficazmente los requisitos del cliente y los reglamentarios, para así conseguir la satisfacción del cliente. Es la única norma de estas que es certificable.

ISO 9004, Sistemas de Gestión de la Calidad. Directrices para la mejora del desempeño.

Esta norma proporciona ayuda para la mejora del sistema de gestión de la calidad para beneficiar a todas las partes interesadas a través del mantenimiento de la satisfacción del cliente.

ISO 19011, Directrices para la auditoría ambiental y de la calidad.

Proporciona directrices para verificar la capacidad del sistema para conseguir objetivos de la calidad definidos. Esta norma se puede utilizar tanto internamente como para auditar a los proveedores de la organización.

Ventajas de la norma ISO 9001

El cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001 trae ventajas a nivel de la organización, las cuales sería bueno identificar ya que de esta manera podremos conocer los beneficios de establecer un sistema de gestión de calidad.

Algunos beneficios clave potenciales son:

- Incremento del valor para el cliente;
- Incremento de la satisfacción del cliente;
- Mejora de la fidelización del cliente;
- Incremento de la repetición del negocio;
- Incremento de la reputación de la organización;
- Ampliación de la base de clientes;
- Incremento de las ganancias y la cuota de mercado.

Sistema de gestión de la calidad.

De acuerdo a ISO 9000:2015, “Un SGC comprende actividades mediante las que la organización identifica sus objetivos y determina los procesos y recursos requeridos para lograr los resultados deseados. El SGC gestiona los procesos que interactúan y los recursos que se requieren para proporcionar valor y lograr los resultados para las partes interesadas pertinentes.

EL SGC posibilita a la alta dirección optimizar el uso de los recursos considerando las consecuencias de sus decisiones a largo y corto plazo.

Un SGC proporciona los medios para identificar las acciones para abordar las consecuencias previstas y no previstas en la provisión de productos y servicios”.

Requisitos Generales

Los requisitos generales para crear un sistema de gestión de la calidad son:

1. Se debe de establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente de acuerdo con los requisitos de la norma.
2. Identificar procesos.
3. Determinar la secuencia de los procesos.
4. Criterios y métodos.
5. Disponibilidad de recursos.
6. Seguimiento, medición y análisis de los procesos.
7. Acciones para alcanzar los resultados planificados.

Requisitos de la documentación

Los requisitos de cómo se debe manejar la información control de la información documentada, está indicado en la norma ISO 9001:2015, a continuación, se indican estos:

“7.5.3.1 La información documentada requerida por el sistema de gestión de la calidad y por esta Norma Internacional de debe controlar para asegurarse de que:

a) Este disponible y sea idónea para su uso, donde y cuando se necesite

b) Este protegida adecuadamente (por ejemplo, contra pérdida de la confidencialidad, uso inadecuado o pérdida de integridad).

7.5.3.2 Para el control de la información documentada, la organización debe abordar las siguientes actividades, según corresponda.

- a) Distribución, acceso, recuperación y uso
- b) Almacenamiento y preservación, incluida la preservación de la legibilidad
- c) Control de cambios (por ejemplo, control de versión)
- d) Conservación y disposición.”

Plan de aseguramiento de la calidad

UNE ISO 10005:2005, “Esta Norma Internacional fue preparada para atender a la necesidad de orientación sobre los planes de la calidad, ya sea en el contexto de un sistema de gestión de la calidad establecido o como una actividad de gestión independiente. En cualquier caso, los planes de la calidad proporcionan un medio de relacionar requisitos específicos del proceso, producto, proyecto o contrato con los métodos y prácticas de trabajo que apoyan la realización del producto. El plan de la calidad debería ser compatible con otros planes asociados que pudieran ser preparados”

De acuerdo a UNE ISO 10005:2005 “Entre los beneficios de establecer un plan de la calidad están:

- a) El incremento de confianza en que los requisitos serán cumplidos,
- b) Un mayor aseguramiento de que los procesos están en control y la motivación que esto puede dar a aquellos involucrados.
- c) También puede permitir conocer mejor las oportunidades de mejora.

En términos del modelo de proceso, la planificación del sistema de gestión de la calidad se aplica a todo el modelo. Sin embargo, los planes de la calidad se aplican principalmente a la trayectoria que va desde los requisitos del cliente, a través de la realización del producto y el producto, hasta la satisfacción del cliente”

2.2.2 Marco Conceptual

Estructuras metalmecánicas

Urban Brotons, 2010, “Las estructuras metálicas, al igual que los prefabricados de hormigón, presentan un buen porvenir, ya que a medida que aumenta el nivel de vida de un país, van siendo más económicas las técnicas que requieren menor cantidad de mano de obra.

Las construcciones ejecutadas con estructuras metálicas permiten luces mayores, especialmente interesantes para locales comerciales, industrias, donde se requieran edificios sin pilares intermedios, así como para edificios de grandes alturas, sin pilares excesivamente gruesos, evitando ocupar espacios importantes.

El mercado de estructuras está muy diversificado, siendo muy importantes los capítulos de edificación en altura, naves industriales y cubiertas, estructuras para los grandes bienes de equipo (centrales térmicas y nucleares, soportes de hornos y de silos), etc.”

En nuestro país las estructuras metálicas son las más usadas en el sector metalmecánico, tanto por las características que poseen para su construcción, el ser productos comerciales y su bajo costo.

Puente grúa

Larrode Pellicer, y otros, 1996, “El puente grúa es un tipo de aparato de elevación compuesto por una viga, simple o doble, bipoapoyada sobre dos carriles elevados sobre unos postes, dispuestos a tal efecto o componentes de la estructura resistente de la nave o edificación.

El movimiento longitudinal se lleva a cabo mediante la translación de la viga principal o puente a través de los carriles elevado. En la práctica totalidad

de los casos, la rodadura es por ruedas metálicas sobre carriles metálicos también.”

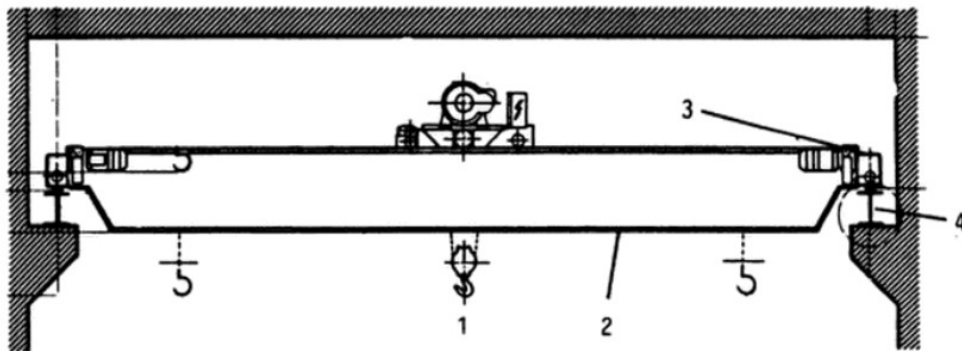
“El movimiento transversal se realiza mediante el desplazamiento de un polipasto o carro sobre uno o dos carriles dispuestos sobre la viga principal. Como en el caso anterior la rodadura es para todos los casos de tipo acero-acero”

El movimiento vertical se ejecuta a través del mecanismo de elevación; polipasto o carro.

Un puente grúa se compone de las siguientes partes, figura 2.2.2

- 1.- Mecanismo de elevación
- 2.- Viga principal
- 3.- Viga testero
- 4.- Camino de rodadura

Ilustración 2.2.2 Partes de un puente grúa



En nuestro país los puentes grúa son usados para elevación y transporte de cargas, ya sean equipos, materiales, etc., tanto interior como exterior, de uso muy difundido tanto en naves industriales, almacenes, talleres. Los más usados son del tipo Bridge Crane (grúa de puente) tal como se muestra en la figura 2.2.3 que corresponde a una nave industrial y Jib Crane

(grúa de brazo articulado o móvil) la cual se puede observar en la figura 2.2.4

Ilustración 2.2.3 Grúa puente



Fuente: Abus-levage

Ilustración 2.2.4 Jib Crane



Fuente: Machines4u

Vigas cajón

Es la estructura de viga principal utilizada habitualmente, esto es debido fundamentalmente a la sencillez del proceso de fabricación. Por otra parte,

los progresos realizados en las técnicas de soldadura han permitido la construcción de vigas de alta resistencia ante esfuerzos de flexión y cortadura.

Se muestran ejemplos de viga cajón en la figura 2.2.5, el montaje de vigas cajón en la figura 2.2.6

Ilustración 2.2.5 Viga cajón



(Fuente: fotografía propia)

Ilustración 2.2.6 Montaje de vigas cajón



Fuente: fotografía propia

Materiales estructurales

Los materiales usados en las diferentes fabricaciones son elementos de acero al carbono o acero estructural, siendo estas planchas, canales, barras cuadradas, ángulos, etc.

Acero A36

De acuerdo a la norma ASTM A36/ A36M “Es un acero estructural al carbono, utilizado en construcción de estructuras metálicas, puentes, torres de energía, torres para comunicación y edificaciones remachadas, atornilladas o soldadas y para propósitos estructurales en general.

Se establecen requisitos complementarios para su uso en restricciones o ensayos adicionales cuando sean solicitados por el comprador. Se deben aplicar solamente cuando lo especifique el comprador en la orden de compra

Cuando el acero se vaya a soldar se debe utilizar un proceso de soldadura apropiado para el grado del acero y el uso o servicio propuesto. Para información sobre soldabilidad, véase el apéndice de la norma ASTM A6/A6M.

Para productos estructurales producidos a partir de rollos y suministrados sin tratamiento térmico o con alivio de la tensión únicamente, los requisitos adicionales, incluyendo requisitos de pruebas adicionales y el informe de los resultados de las pruebas adicionales, serán de acuerdo a la norma ASTM A6/A6M”

De acuerdo a la norma ASTM A36/ A36M “ Los productos suministrados bajo esta norma deben cumplir con los requisitos de la presente edición de la norma ASTM A 6/A 6M aplicable al producto estructural específico pedido. En caso de que exista un desacuerdo, esta norma prevalecerá.

Los rollos están excluidos de la calificación a esta especificación hasta que sean procesados en un producto estructural acabado. Los productos estructurales producidos a partir de un rollo significan que son productos estructurales que han sido cortados a las longitudes individuales de un rollo. El procesador controla directamente, o es responsable de las operaciones involucradas en el procesamiento de un rollo en un producto estructural acabado. Tales operaciones incluyen desenrollado, nivelación o de enderezamiento, conformación en caliente o en frío (si aplica), corte a medidas, pruebas, inspección, acondicionamiento, tratamiento térmico (si aplica), embalaje, etiquetado, carga para su envío, y la certificación.”

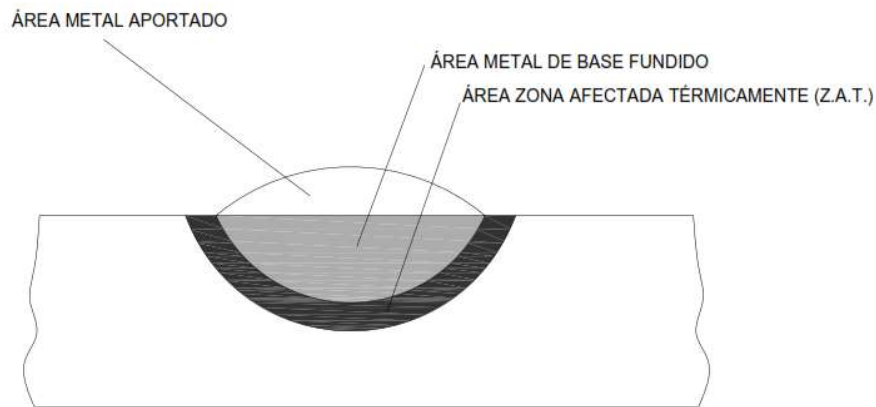
Soldadura

Según la Asociación americana de Soldadura – AWS (1994) en su guía de definiciones “AWS A3.0-94: Términos y definiciones estándar de soldadura”

indica que la soldadura es “un proceso de unión de materiales por calentamiento de los mismos a la temperatura de soldadura, con o sin la aplicación de presión, y con o sin el uso de un metal de relleno.”

Urban Brotons, 2010 “Un acero se considera soldable según un grado, un procedimiento determinado y para una aplicación específica, cuando mediante la técnica apropiada se puede conseguir la continuidad metálica de la unión y ésta cumpla con las exigencias requeridas.

Ilustración 2.2.7 Descripción de una junta



Fuente: Urban Broston 2010

Calibración

Según el Comité Conjunto para las Guías en Metrología – JCGM (2012) en su guía de definiciones “Vocabulario Internacional de Metrología” indica que la metrología es “ciencia de las mediciones y sus aplicaciones.

A su vez indica que la calibración es “operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus

incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.”

Control dimensional

Gomez Gonzalez, 2012 “Mediante el control de las medidas de una pieza pueden determinarse el valor numérico de una magnitud lineal o angular (medición) y puede determinarse que la magnitud se encuentra dentro de unos márgenes terminados (verificación)”

En el presente estudio el control dimensional se documentara en un protocolo de control dimensional, en donde se indicara las mediciones realizadas al producto fabricado, permitiendo determinar su aptitud para el uso y garantizando que es conforme a las especificaciones técnicas indicadas en los planos. Es fundamental en el proceso de producción pues determina la aceptación o rechazo de las piezas en función de tolerancias admitidas en la fabricación.

Cumplimiento de la normativa aplicable en la fabricación de vigas cajón

Las vigas cajón deben cumplir con las recomendaciones indicadas en la norma AWS D14.1, Specification for Welding of Industrial and Mill Cranes and Other Material Handling Equipment, que nos da los lineamientos para el proceso de soldadura de las vigas cajón.

Así también los diseños de juntas a soldar están especificados en la AWS A2.4, Símbolos normalizados para soldeo.

Ensayo no Destructivo

Se denomina así a los tipos de inspección realizada a una estructura o material que no cambie de manera permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas.

Inspección Visual de soldadura

La inspección visual de soldadura, método no destructivo mediante el cual una soldadura se debe inspeccionar antes, durante y después del soldeo.

Inspección por Tintes Penetrantes

La inspección por líquidos penetrantes es un ensayo no destructivo, se usa para detectar discontinuidades en la superficie de las estructura o material inspeccionado, que pueden dar lugar a futuras fallas de los mismos

Inspección por Ultrasonido

La inspección por ultrasonido se define como un procedimiento de inspección no destructivo de tipo mecánico, que se basa en la impedancia acústica, la que se manifiesta como el producto de la velocidad máxima de propagación del sonido y la densidad del material.

Inspección por Partículas Magnéticas

Es usado para la detección de posibles discontinuidades en la inspección de materiales ferromagnéticos. La técnica de partículas magnéticas es una técnica no destructiva relativamente sencilla, basada en la propiedad de ciertos materiales de convertirse en un imán

2.3 Definición de términos básicos

(PQR) Calificación de procedimientos de soldadura.

Cada procedimiento debe estar respaldado por pruebas verificables, y a su vez estas se deben registrar con los factores esenciales y relevantes en el proceso de soldadura, los cuales deben registrarse, en caso estos se modifiquen, el procedimiento debe volverse a realizar y calificar.

(WPS) Especificación del procedimiento de soldadura

En este documento se plasman las variables esenciales y no esenciales del proceso de soldadura, esto es realizado por el personal especializado en soldadura que es quien elabora la especificación. Una vez que contemos con el equipo humano de proceder a la selección de materiales dependiendo de la norma exigible para proceder enseguida con la calificación del procedimiento de soldadura (PQR)

(WPQ) Calificación de Soldadores

La destreza o aptitud que tenga el soldador es de fundamental relevancia a la hora de completar y conseguir con éxito un procedimiento de soldadura, para esto es necesario que el operario demuestre sus capacidades realizando soldaduras específicas según API, ASME o AWS exijan.

AWS, Asociación americana de Soldadura

A.I.S.I., American Iron and Steel Institute

III HIPOTESIS Y VARIABLE

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis General

El plan de aseguramiento de la calidad, bajo las normas de fabricación, garantiza de manera favorable la mejora en el proceso de fabricación de viga cajón para puente grúa

3.1.2 Hipótesis Específicas

Los procedimientos para el habilitado y armado disminuyen las no conformidades en la fabricación de vigas cajón para puentes grúas

La elaboración de procedimientos de soldadura y procedimientos de inspección de soldadura permitirán garantizar los trabajos de soldadura en la fabricación.

La elaboración y desarrollo del procedimiento de preparación superficial y pintado nos permitirá garantizar el correcto acabado de las superficies de las estructuras.

3.2 Definición de variables

Variable Independiente

X= Plan de Aseguramiento de la Calidad

Variable Dependiente

Y=Fabricación de viga cajón para puente grúa.

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 3.1 Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Independiente: Plan de aseguramiento de la calidad.	<i>Habilitado</i>	ISO 13920
	<i>Armado</i>	ISO 13920
	<i>Soldado</i>	AWS A 2.4, AWS D14.1
	<i>Ensayos destructivos</i>	<i>no</i> AWS D14.1
	<i>Pintado.</i>	SSPC
Dependiente: Fabricación de viga cajón para puentes grúa.	<i>Corte</i>	Registro de Control dimensional
	<i>Habilitado</i>	Registro de Trazabilidad
	<i>Armado</i>	Registro de Control dimensional
	<i>Soldado</i>	Registro de Inspección visual de soldadura
	<i>Ensayos no destructivos</i>	Registro de inspección por tintes penetrantes
	<i>Preparación superficial</i>	Registro de preparación superficial y pintado
	<i>Pintado.</i>	Registro de preparación superficial y pintado

Fuente: Propia del autor

IV METODOLOGÍA

4.1 Tipo y diseño de la investigación

Esta investigación es del tipo investigación aplicada, debido a que se elaboró el procedimiento y registros mediante técnicas de inspección específicas, a un problema en concreto, para realizar los controles indicados en cada etapa del proceso de fabricación cumpliendo las normas de calidad aplicables y las expectativas del cliente.

Diseño de investigación.

El diseño en el que se basará la investigación es no experimental. Según Valderrama Mendoza (2015) enunció que: “Se lleva a cabo sin manipular la (s) variable (s) independiente (s), toda vez que los hechos o sucesos ya ocurrieron antes de la investigación. Por ello, es considerada como investigación exposfacto. También se le denomina estudio retrospectivo, porque se trabaja con hechos que se dieron en la realidad.” (pág. 178)

Esta investigación posee un diseño no experimental ya que no se manipularán las variables, se basa en trabajos anteriores realizados en la empresa, así como la situación actual de la empresa.

Parámetros de diseño

Aseguramiento de la calidad

Control de calidad

Planes

Procedimientos

Formatos de inspección

Procedimientos de Soldadura

Especificaciones técnicas

Etapas del diseño

Elaboración del plan de trabajo, Se elaboró un plan de trabajo para indicar las etapas de trabajo para diseñar el plan de aseguramiento de la calidad aplicable a la empresa.

Evaluación inicial de la empresa

Se usó un cuestionario inicial para evaluar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001:2015, esto nos sirve para determinar los procesos identificados así como los documentos que sirvan de evidencia del cumplimiento de los procedimientos de inspección.

Entrevista con responsables de área, se realizó una entrevista con los responsables de área para detectar las necesidades en materia de procedimientos de trabajo, así como los controles en cada de etapa de trabajo.

Procesamiento de la información, con los datos obtenidos se hace evidente que no se cuenta con la documentación mínima requerida, para garantizar la correcta ejecución de los trabajos de fabricación, así como un plan que indique la inspección requerida en cada etapa de fabricación.

Elaboración de la documentación del plan de aseguramiento de la calidad, se procede a realizar los documentos correspondientes al plan de aseguramiento de la calidad, para lo cual se usara se basó en la norma ISO 9001:2015, normas internacionales tales como AWS, ASTM, AISC y términos de ingeniería aplicados al proceso de fabricación.

Las soluciones presentadas serán a través de procedimientos de inspección, organizadas en un plan de aseguramiento de la calidad que nos permite organizar de manera óptima los recursos, la producción y la calidad.

Sistema de Gestión de Calidad, para la implementación del plan de aseguramiento de la calidad es necesario tres procedimientos básicos para el sistema de gestión de calidad.

Procedimiento de control de documentos y registros,

OBJETIVO

Establecer, documentar, controlar y mantener la Base documental del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2015

ALCANCE

Se aplica a la base documental del Sistema de Gestión: documentos internos, documentos externos y registros.

DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Definiciones

- Documento: Información y su medio de soporte.
- Documento externo: Son las normas, especificaciones técnicas, manuales técnicos, etc. que Organizaciones Construcciones Metálicas Holland S.A.C. ha determinado necesarios para su sistema.
- Documento interno: Son los manuales, política de la calidad, objetivos de la calidad, procedimientos, instructivos, perfiles de puesto, y formatos que forman la base documental de Organizaciones Construcciones Metálicas Holland S.A.C.

- Copia no Controlada: Es cualquier documento físico que no presente el sello o término de Copia Controlada.
- Procedimiento: Documento que describe la forma de llevar a cabo una actividad o proceso, mediante una secuencia ordenada y lógica de acciones.
- Lista Maestra de Documentos: Relación de todos los documentos internos y externos utilizados en el Sistema Integrado de Gestión.
- Lista Maestra de Registros: Relación de todos los registros utilizados en el Sistema Integrado de Gestión.
- Formato: Documento que sirve para registrar datos, generalmente es una plantilla.
- Registro: Documento que sirve como evidencia de la realización de los procedimientos o de los resultados obtenidos en los procesos incluidos en el alcance del Sistema de Gestión.
- Lista de Distribución de Documentos Controlados: Registro que permite identificar el nombre del usuario responsable y el número de ejemplar de cada documento distribuido en estado físico y/o digital.
- Dueño de proceso: Personal responsable de gestionar un proceso.
- Responsable de Actividad: Personal responsable de gestionar una actividad.
- Elaborador: Persona(s) que elabora(n) el documento. Comúnmente es (son) quien(es) ejecuta(n) el proceso, tarea o actividad.
- Aprobador: Persona con suficiente conocimiento del proceso y autoridad, capaz de garantizar el cumplimiento del documento.
- Política de Calidad: Documento que enuncia orientaciones y objetivos generales de una organización, expresadas formalmente por la Gerencia General.

- Manual de la Calidad: Documento que describe el Sistema de Gestión de Calidad de una organización.
- Manual de Organización y Funciones: Documento que define la estructura orgánica de la empresa, la autoridad, responsabilidad e interrelación de todos los puestos de trabajo.
- Plan: Documento que especifica qué procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, quién debe aplicarlos y cuándo deben aplicarse a un proyecto, proceso o contrato específico.
- Instrucción: Documento que define en forma específica como hacer las tareas, por lo general abarca un puesto de trabajo.
- Cartilla: Documento de referencia en el lugar de trabajo, que indica determinados datos en forma resumida.
- Especificación: Documento que establece requisitos.
- Reglamento: Documento que establece políticas en la organización.

Abreviaturas

- GG : Gerente General
- COI : Coordinador del sistema de gestión
- DP : Dueño de proceso
- RA : Responsable de Actividad
- JA : Jefe de Área

RESPONSABILIDAD

- Coordinador del Sistema de Gestion

REFERENCIAS, Norma Internacional ISO 9001:2015,

POLITICAS

Los elementos del encabezado para los registros serán: Logo, Nombre del Documento, Código y Número de Versión.

El número de versión inicial es 01.

El inicio de vigencia de los documentos internos se establece en GC-F-001 Lista Maestra de Documentos Internos.

Para el caso de documentos de Control de Calidad se adicionará el espacio de firma de elaboración del documento conveniente, según lo requiera.

Los documentos internos tales como procedimientos, instructivos, manuales y planes presentarán pie de página con el diseño de página x de y, tal y como se muestra en este procedimiento.

CONTROL DE DOCUMENTOS

APROBACIÓN DE DOCUMENTOS INTERNOS

La necesidad de elaborar un documento interno es evaluada por los Responsables de Actividad y/o Dueños de Proceso.

El Responsable de Actividad o Dueño de Proceso asigna a un responsable para la elaboración del documento y una vez concluido lo remite al Dueño de Proceso o Responsable de Aprobación para su VB, luego se envía al COI para ser revisado y entregado a los responsables de la revisión y aprobación. El responsable de las firmas de revisión y aprobación se indica en el Cuadro 1.

Una vez aprobado el documento el COI procede a registrarlo en el documento GC-F-001 Lista Maestra de Documentos Internos.

REVISIÓN, ACTUALIZACIÓN Y APROBACIÓN DE DOCUMENTOS INTERNOS

Cuando el Dueño de Proceso y/o Responsable de Actividad crean conveniente la actualización del documento, este último realiza los cambios pertinentes o se designa a un responsable para la actualización. Una vez concluido lo remite al Dueño de Proceso o

Responsable de Aprobación para su VB, luego se envía al COI con copia al Administrador de Documentos para ser revisado y entregado a los responsables de la revisión y aprobación. El responsable de las firmas de revisión y aprobación se indica en el Tabla 4.1.

Una vez aprobado el documento el COI procede a actualizar el registro GC-F-001 Lista Maestra de Documentos Internos.

Tabla 4.1 Identificación, Revisión y Aprobación de Documentos Internos

Documento	Revisión	Aprobación
Manuales	JA / COI	GG
Política de la Calidad	V GG	VI GG
Plan de Calidad	JA / COI	GG
Objetivos de Calidad	JA / COI	GG
Procedimientos	DP / JA / COI	GG / COI
Instructivos	DP / JA / COI	VII GG / COI
Formatos	DP / JA / COI	GG / COI
Organigrama	DP / JA / COI	GG
Reglamento	DP / JA / COI	GG
Cartillas	DP / JA / COI	VIII GG / COI
Funciones	DP / JA / COI	IX GG / COI
Perfiles	DP / JA / COI	X GG / COI

Las siguientes cartillas: Política de la calidad, Misión y Visión, Objetivos de la calidad y valores serán revisados y aprobados por el GG.

Para la realización de la aprobación de todos los documentos, excepto las cartillas, evidenciarán en la parte final el siguiente cuadro:

Revisado por: (Nombre y Apellido) Cargo: JA / COI/ RA	Aprobado por: (Nombre y Apellido) Cargo:GG/COI


Los procedimientos de ensayos no destructivos tal como Inspección por Líquidos Penetrantes e Inspección Visual de soldadura tendrán tres recuadros para aprobación del documento:

- Elaborado por:
- Revisado por:
- Aprobado por:

IDENTIFICACIÓN Y CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS INTERNOS

Los documentos internos (a excepción de los formatos), del Sistema de Gestión, tienen en el encabezado una identificación única donde se especifica sus elementos: Nombre del documento, código, N° de versión y logo de la empresa, tal como indica el "Modelo de Encabezado".

Modelo de Encabezado

 CM HOLLAND	NOMBRE DEL DOCUMENTO	YY-A-001
		Versión: 01

Las firmas de revisión y de aprobación del documento irán al final del mismo.

Las siglas del proceso se encuentran detalladas en el cuadro 2.

Tabla 4.2 Siglas de Identificación de los Procesos

PROCESOS	SIGLA DE IDENTIFICACIÓN
Gestión de Calidad	GC
Logística	LOG
Producción	PD
Recursos Humanos	RH
Aseguramiento y Control de Calidad	CC
Administración y Finanzas	ADM
Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente	SSOMA

El tipo de documento del Sistema de gestión y sus iniciales se encuentran detallados en el Tabla 4.3.

Tabla 4.3 Tipo de Documento y Siglas

Documento	Inicial	Documento	Inicial
Cartilla	C	Instructivo	I
Manual	M	Procedimiento	P
Formato	F	Funciones	U
Reglamento	R	Plan	L

Los documentos definidos en el Cuadro 3 tendrán una estructura la cual se define en el Tabla 4.4.

Tabla 4.4 Estructura de Documento

Elemento	M	P	I	C	U	F	L	R
Índice	OP	OP	OP	NO	NO	NO	OP	OP
Encabezado	SI	SI	SI	OP	OP	OP	OP	NO
Objetivo	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	OP	OP
Alcance	OP	SÍ	OP	NO	NO	NO	OP	OP
Definiciones	OP	OP	OP	NO	NO	NO	OP	OP
Responsabilidad	OP	OP	OP	OP	NO	NO	OP	OP

Referencias	OP	OP	OP	NO	NO	NO	OP	OP
Políticas	OP	OP	OP	NO	NO	NO	OP	NO
Descripción	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Documentos Asociados	OP	SÍ	OP	NO	NO	NO	OP	OP
Historial del Documento	OP	SI	OP	NO	OP	OP	OP	OP
Anexos	OP	OP	OP	NO	NO	NO	OP	OP

Donde:

SI : Elemento obligatorio

NO : Elemento no aplicable

OP : Elemento opcional

Objetivo

Elemento de la estructura del documento que define lo que se pretende alcanzar con la formulación de éste.

Alcance

Elemento de la estructura del documento que indica las áreas, los procesos, recursos o productos sobre los que se aplica el documento.

Definiciones y Abreviaturas

Elemento de la estructura del documento que facilita la comprensión de términos empleados en el documento.

Responsabilidad

Elemento de la estructura del documento que señala el (los) puesto(s) responsables de la eficaz aplicación del documento.

Referencias

Indica los documentos asociados al presente procedimiento.

Políticas

Elemento de la estructura del documento que señala los lineamientos y reglas que complementan la descripción del documento y que son necesarios para su aplicación.

Descripción

Elemento de la estructura del documento que detalla la descripción de actividades en forma secuencial, los responsables, y los registros generados o utilizados en él.

Documentos Asociados

Elemento de la estructura del documento que indica un resumen de los registros (Con registro y sin registro) y documentos que evidencian el cumplimiento del procedimiento.

Historial del Documento

Indica los cambios realizados y/o actualizaciones en los documentos. En el caso de ser versión 01 en el campo historial de documentos se dejará en blanco.

Anexos

Elemento de la estructura del documento que incluye cualquier otro tipo de información que se considere relevante para la descripción del documento.

IDENTIFICACIÓN DE LOS CAMBIOS EN DOCUMENTOS INTERNOS

Los cambios en los documentos son identificados:

- a) En caso de adicionar y/o modificar el documento, el texto se coloca en negrita y cursiva.
- b) En caso de eliminación se coloca asterisco (*)

c) El control de cambios en los registros se indican con el cambio de versión del documento. Para el caso de los formatos se evidenciarán las adiciones, modificaciones o eliminaciones según lo indicado los puntos a y b.

Indicar en el punto “Historial del Documento” las adiciones y/o modificaciones del documento y el número de versión, para los documentos según Cuadro.

Para el control de los cambios en las cartillas se hará uso del registro GC-F-017 Control de cambios en Cartillas.

DISTRIBUCIÓN DE LOS DOCUMENTOS

La vigencia de los documentos para su aplicación es a partir de la fecha en que son publicados.

El COI se asegura que los documentos publicados se encuentren legibles antes de ser distribuidos. El COI es el responsable de distribuir las copias controladas de los documentos físicos, previa solicitud del Dueño de Proceso y Responsable de la Actividad, utilizando el Registro GC-F-003 Lista de Distribución de Copias Controladas.

Para la identificación de las Copias Controladas el COI sellará los documentos como “Copia Controlada N° ___”.

IDENTIFICACIÓN Y RETIRO DE LOS DOCUMENTOS INTERNOS OBSOLETOS

El COI identifica con un sello de “Documento Obsoleto”, los documentos físicos obsoletos retenidos por razones legales o por preservación de los conocimientos.

En el caso de los documentos en el sistema informático son almacenados en la carpeta “Documentos Obsoletos”.

En el caso de documentos físicos con copia controlada, solicitar la versión anterior para su destrucción inmediata al momento de entregar la copia controlada actualizada.

DOCUMENTOS INTERNOS

El COI publica los documentos aprobados en la red interna de la empresa.

A la vigencia de los documentos para su aplicación es a partir de la fecha que son publicados.

El COI se asegura que los documentos publicados se encuentren legibles antes de ser distribuidos.

EL COI es responsable de distribuir las copias controladas de los documentos físicos, previa solicitud de dueño del proceso y responsable de actividad, utilizando el registro GC-F-003 Lista de Distribución de copias controladas.

Para la identificación de las copias controladas el COI sellará los documentos, “Copia controlada N° ___”

DOCUMENTOS EXTERNOS

Los documentos externos son incluidos en el registro GC-F-002 Lista Maestra de Documentos Externos los cuales son identificados y conservados por las áreas responsables cuando sea pertinente.


Cuando se requiera la distribución de algún documento externo se realizará mediante GC-F-003 Lista de Distribución de Copias Controladas y el sello de “Copia Controlada N° ___”.

CONTROL DE REGISTROS

IDENTIFICACIÓN DE REGISTROS

Los registros presentarán el Modelo de Encabezado de Registros.

Modelo de Encabezado de Registros

	NOMBRE DEL DOCUMENTO	YY-A-001
		Versión: 01

ALMACENAMIENTO DE REGISTROS

Los registros para su archivo están en carpetas, folders, bitácoras, medio electrónico o cualquier otro medio que garantice su conservación, fácil recuperación.

La clasificación y ubicación de almacenamiento de los Registros del Sistema de Gestión son determinadas por los Dueños de Procesos de manera que estos puedan ser ubicados fácilmente; ello se evidenciará en el registro GC-F-004 Lista Maestra de Registros.

PROTECCIÓN DE REGISTROS

Los registros en papel se mantienen en lugares limpios y en condiciones apropiadas que no ocasionen el deterioro del archivo, esto es, libre de polvo y humedad.

En cuanto a la información digital se encuentra debidamente codificada y almacenada en espacio de memoria virtual en un disco duro externo.

Se cuenta con extintores de fuego en lugares apropiados, para salvaguardar la información
Impresa y digital.

RECUPERACIÓN DE REGISTROS

Todos los registros físicos y digitales son clasificados por los responsables de su custodia y ubicados en lugares accesibles al personal que lo requiera para el desarrollo de sus tareas, permitiendo su fácil y oportuna recuperación. Ello se describe en el registro GC-F-004 Lista Maestra de Registros.

RETENCIÓN DE REGISTROS

El tiempo de retención es definido por los Dueños de Proceso en el registro GC-F-004 Lista Maestra de Registros.

DISPOSICIÓN DE REGISTROS

Los Dueños de Proceso definen, en el registro GC-F-004 Lista Maestra de Registros, la disposición final de los registros una vez acabado el tiempo de retención.

DOCUMENTOS ASOCIADOS

- GC-F-001 Lista Maestra de Documentos Internos
- GC-F-002 Lista Maestra de Documentos Externos
- GC-F-003 Lista de Distribución de Copias Controladas
- GC-F-004 Lista Maestra de Registros Internos
- GC-F-017 Control de Cambios para Cartillas

Procedimiento de auditorías internas

OBJETIVO

Definir las responsabilidades y requisitos para la planificación y la realización de auditorías, informar de los resultados, mantener los registros así como identificar las necesidades de eliminación y prevención de no conformidades en el Sistema de Gestión de la Calidad de Construcciones Metálicas Holland S.A.C..

ALCANCE

El presente procedimiento es aplicable en todos los procesos y las áreas que conforman el Sistema de Gestión de Calidad de Construcciones Metálicas Holland S.A.C.

DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Definiciones

- **Acción Inmediata:** Acción tomada como corrección de los síntomas de una no conformidad.
- **No Conformidad:** Incumplimiento de un requisito.
- **Acción Correctiva:** Acción tomada para corregir una no conformidad encontrada u otra observación no deseada.
- **Acción Preventiva:** Acción realizada para eliminar la causa de una no conformidad potencial.
- **Satisfacción del Cliente:** Percepción del cliente sobre el cumplimiento de sus requisitos.
- **Mejora Continua:** Acción recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos.
- **Programa Anual de Auditorías Internas:** Conjunto de auditorías planificadas para un año y dirigidas hacia un propósito específico.
- **Plan de Auditoría:** Descripción de las actividades y de los detalles acordados de una auditoría.

- Observación: Comprobación de hechos negativos efectuada en el marco de un proceso de Auditoria y sustentada por evidencias objetivas.
- Auditoría de la calidad: Examen sistemático e independiente con el fin de determinar si las actividades y los resultados relativos a la calidad satisfacen los requerimientos y las disposiciones establecidas en la norma ISO 9001, son aplicadas en forma efectiva y son apropiadas para alcanzar los objetivos.
- Auditoría especial: Auditoría realizada fuera del Programa Anual de Auditorias.
- Auditor: Persona calificada para efectuar auditorias.
- Auditor Líder: Auditor designado para dirigir una auditoría.
- Cierre de auditoría: La auditoría se considera cerrada cuando no se han encontrado no conformidades o cuando todas y cada una de las no conformidades han sido solucionadas.
- Evidencia objetiva: Información cuya veracidad puede demostrarse basada en hechos y obtenida por observación, medición, ensayo u otros medios.

Abreviaturas

- SGC : Sistema de Gestión de la Calidad.
- COI : Coordinador ISO
- DP : Dueño de Proceso

RESPONSABILIDAD

Coordinador ISO

REFERENCIAS

Norma Internacional ISO 9001; Requisito 8.2.2 Auditorías Internas

POLÍTICAS

El Gerente General y/o COI podrán solicitar auditorías especiales cuando lo considere necesario.

Los Auditores Internos deberán ser independientes del área auditada y estarán a disposición del COI cuando sean convocados.

El responsable del área objeto de auditoría debe:

- Poner a disposición del equipo auditor los medios necesarios para la auditoría.
- Facilitar el acceso a las instalaciones y documentos relevantes para la auditoría.
- Cooperar con los auditores para asegurar el éxito de la auditoría.
- Levantar las no conformidades detectadas durante la auditoría, ejecutando el procedimiento de Acciones Correctivas y preventivas.

Se debe realizar como mínimo 1 auditoría interna al año.

El Programa de Auditorías Internas y Revisión por la Dirección será aprobado por la Gerencia General.

El auditor o grupo de auditores seleccionados debe ser independiente al proceso que audite, garantizándose de esta forma la objetividad e imparcialidad de la auditoría.

El seguimiento al cumplimiento del programa anual de auditoría y revisión por la dirección será realizado por el COI.

DESCRIPCION

Planificación y periodicidad de las Auditorías

El COI es quien coordina todas las actividades relacionadas con las auditorías internas y se asegura de que, al menos anualmente, se realiza una auditoría a cada proceso o área de la empresa que cubra todas las actividades que realizan.

El COI presenta el Programa Anual de Auditorías Internas para ser aprobado por el Gerente General.

Para planificar la realización de las auditorías internas, el COI tiene en cuenta que, la intensidad y frecuencia de las auditorías debe depender de las necesidades de los procesos, centrando los esfuerzos en los procesos más inestables, con la finalidad de obtener información que permita impulsar mejoras.

Audidores

El COI organiza y designa el personal que va a realizar la auditoría, según sea el caso.

Los equipos organizados pueden estar conformados por personal interno o externo que tengan calificación apropiada para realizar auditorías.

- Auditor Líder:

Tener conocimientos y habilidades en principios, procedimientos y técnicas de auditoría, haber aprobado un curso de auditor interno y tener experiencia de ejecución mínima de 3 auditorías en empresas externas.

- Auditores:

Igual que el Auditor Líder, salvo que en experiencia sólo requiere haber participado como observador por lo menos en una entrevista de auditoría.

Preparación de la Auditoria

Solicitar al COI la documentación del sistema de gestión de la calidad con una semana de anticipación, para elaborar el Plan de Auditoria.

Enviar la documentación solicitada por el auditor líder, con un plazo máximo de 24 horas después de realizada la solicitud.

Elaborar el Plan de Auditoria y enviarlo al COI para su aprobación.

Aprobar el Plan de auditoría interna.

El COI, con mínimo de dos días útiles de anticipación, informa a los responsables del proceso o procesos: la fecha, hora e itinerario de la auditoría, los procesos a auditar, los documentos de referencia y los auditores a través del Plan de Auditoría interna.

El equipo auditor, antes de la auditoría, realiza un estudio preliminar de la documentación del proceso o procesos a auditar.

El Gerente y Jefe de Área auditado debe acompañar al auditor(es) durante la ejecución de la Auditoría; en caso excepcional, nombrará a un representante para tales efectos.

Ejecución de la Auditoria

Realizar la Reunión de apertura, a la que deberá asistir el Equipo Auditor, los responsables de las áreas a ser auditados, el Representante de la dirección y el Coordinador ISO.

El auditor líder explica a los auditados el objetivo de la auditoria y la metodología que se utilizaran.

Llenar el acta de reunión.

Los auditores proceden a recoger evidencias de auditoría del proceso auditado, a través de entrevistas, observaciones de las actividades y revisiones de los registros, con la finalidad de verificar la implementación del sistema y su eficacia.

Elaborar el informe preliminar indicando los hallazgos de la auditoría.

Realizar una Reunión de Cierre a la cual deberán asistir el Equipo Auditor, los responsables de las áreas auditadas y el COI.

Comunicar el resultado de la auditoría (informe preliminar). Indicando los puntos más relevantes de los resultados encontrados.

Determinar la fecha de la presentación del informe final.

Llenar el acta de reunión.

Presentación del Informe Final

Presentar el informe final de la auditoría al COI con copia a Gerente General, indicando el resultado o los Hallazgos que pueden ser calificados en:

- No conformidades
- Observaciones
- Oportunidades de Mejora

Acciones Correctivas o Preventivas

En el caso de existir No Conformidades, el responsable del proceso, procederá según lo establecido en el procedimiento de “Acciones Correctivas y Preventivas”.

DOCUMENTOS ASOCIADOS

- GC-F-005 Acta de Reunión
- GC-F-006 Programa Anual de Auditoría Interna y Revisión por la Dirección
- GC-L-007 Plan de Auditoría Interna
- GC-F-008 Informe Preliminar
- GC-F-009 Informe de Auditoría Interna

Procedimiento de control y tratamiento del producto/servicio no conforme

OBJETIVO

Asegurar que el producto o servicio no conforme sea identificado y controlado para prevenir que dicho producto o servicio no sea entregado al cliente.

ALCANCE

El presente procedimiento aplica a todos los productos considerados no conformes desde su recepción hasta la entrega del producto.

DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Definiciones

- Producto/Servicio No Conforme: Producto/Servicio que no cumple con los requisitos especificados por el cliente, los requisitos legales y otros que la organización suscriba.
- No Conformidad: Incumplimiento de un requisito. Abarca requisito del Sistema de Gestión (procedimientos, funciones específicas, leyes, reglamentos, manual) o requisitos del cliente.

- Corrección: Acción realizada para levantar una no conformidad detectada.
- Reproceso. Acción tomada sobre un producto o servicio no conforme, para que este cumpla los requisitos del cliente.
- Reparación. Acción tomada sobre un producto o servicio no conforme para que sea aceptable para su uso previsto.
- Concesión: Autorización para utilizar o aprobar un producto o servicio que no cumple con los requisitos indicados.

Abreviaturas

- SGC : Sistema de Gestión de la Calidad.
- GG : Gerente General.
- JA : Jefe de área
- DP : Dueño de Proceso

RESPONSABILIDAD

- Dueños de Procesos

REFERENCIAS

Norma Internacional ISO 9001; Requisito 8.3 Control del Producto No Conforme.

POLÍTICAS

Todo producto no conforme corregido debe ser nuevamente inspeccionado para demostrar su conformidad con los requisitos.

DESCRIPCIÓN

Registro de la no conformidad

Describir en forma detallada las no conformidades detectados en el registro correspondiente.

Revisión, evaluación

Revisar, evaluar los antecedentes de la no conformidad para determinar el tratamiento que se le dará a la no conformidad.

Autorizar al tratamiento del producto no conforme.

Notificar, al personal responsable para que efectúe el tratamiento de los productos no conformes.

Ejecutar el tratamiento del producto no conforme de acuerdo al anexo

Verificar el tratamiento que se ha realizado al producto no conforme para indicar su liberación (Conforme/ No Conforme).

Evaluar las no conformidades y aplicar el procedimiento GC-P-004 Acciones correctivas y preventivas, según la gravedad de la conformidad.

Procedimiento de acciones correctivas y preventivas

OBJETIVO

Establecer los lineamientos necesarios para eliminar las causas de las no conformidades existentes en el Sistema de Gestión de Calidad.

ALCANCE

Se aplica a las no conformidades existentes o potenciales del Servicio y Sistema de Gestión de la calidad.

DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Definiciones

- **Acción Correctiva:** Acción tomada para eliminar la causa raíz de una no conformidad detectada o de otra situación indeseable. (Con el fin de evitar que se repita).
- **Acción Preventiva:** Acción realizada para eliminar la causa de una no conformidad potencial.
- **No Conformidad:** Incumplimiento de un requisito especificado.

Abreviaturas

- **SGC :** Sistema de Gestión de la Calidad.
- **GG :** Gerente General.

RESPONSABILIDAD

- **Coordinador ISO**

REFERENCIAS

Norma Internacional ISO 9001,

POLITICAS

Las acciones correctivas que se implementen, deben ser proporcionales a la magnitud de los problemas y a los riesgos encontrados.

Son posibles fuentes de información para analizar e iniciar las acciones correctivas:

- Los datos estadísticos, que muestren tendencias a no conformidades.
- Informe sobre los resultados de las Auditorías internas.
- Informe de revisión por la dirección.
- Hallazgos del personal durante la ejecución de los procesos.

- Reclamos de los clientes.
- Registro de Productos no conformes.
- Encuestas de satisfacción a los clientes.

Los Registros de las acciones correctivas servirán como fuente de información para la Revisión del Sistema de Gestión de la Calidad por parte de la Dirección.

Si la acción correctiva no es efectiva, el COI, deberá alertar al responsable para los ajustes correspondientes.

Para el seguimiento de las acciones correctivas y/o preventivas, por parte del COI, se hará uso del formato GC-F-019 Seguimiento a las Acciones Correctivas y/o Preventivas.

Los nombres para los archivos digitales de las Solicitudes de Acción Correctivas y/o Preventivas serán: Nombre del Proceso Tipo de Solicitud de Acción número correlativo.

DESCRIPCION

Detectar las No Conformidades existentes o potenciales del producto o del sistema de gestión, como por ejemplo:

- Productos no conformes
- Datos estadísticos que presenten tendencias a no conformidades.
- Resultado de Objetivos de la Calidad.
- Incumplimiento de Planes, programas, procedimientos, entre otros.

Revisar las No Conformidades detectadas del producto o del sistema de gestión y evaluar de acuerdo al impacto en el sistema de gestión y/o en la organización la posibilidad de solicitar una acción correctiva o preventiva.

Solicitar la acción correctiva o Preventiva.

Realizar la solicitud de acción correctiva o Preventiva, llenando el registro GC-F-11 Solicitud de Acción hasta la zona motivo de solicitud (Descripción de la No Conformidad) y enviar una copia al COI para su archivo y seguimiento correspondiente.

Determinar las principales causas de la no conformidad existente

Realizar reunión con los involucrados en la No Conformidad suscitada, investigar las características específicas de la no conformidad en todos sus aspectos y determinar los factores que la causan, utilizando en la medida de lo posible las herramientas básicas de la calidad (Diagrama de causa efecto, Diagrama de Pareto, etc.)

Registrar el resultado de la determinación de las principales causas incluyendo la extensión de la no conformidad.

Evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir.

Determinar, registrar y aprobar las acciones a tomarse para eliminar las causas de la no conformidad existente o potencial.

Enviar el registro al COI para su archivo y seguimiento correspondiente.

Ejecutar la acción correctiva o preventiva

Una vez aprobado el Registro ejecutar el plan de acción en los plazos establecidos y documentar su cumplimiento. Como parte de

las acciones a tomar, si el caso lo requiere, considerar la modificación e implementación de los documentos involucrados.

Verificar la implementación y verificar la eficacia de la acción correctiva o preventiva.

Informar los resultados de la implementación del Plan de acciones correctivas o preventivas al Representante de la dirección, si no se ha implementado la acción correctiva o preventiva, indicar el motivo, ampliar el plazo de ejecución y si es necesario plantear nuevas acciones a tomar, registrar en el plan de acciones correctivas y preventivas y nuevamente aprobar dicha acción correctiva.

Realizar seguimiento a la implementación de la acción correctiva o Preventiva

Realizar seguimiento a la implementación de las acciones correctivas y preventivas, registrar los resultados en el informe del desempeño del Sistema de Gestión y presentar dicho informe ante el Gerente General.

DOCUMENTOS ASOCIADOS

- CC-F-002 No Conformidad
- GC-F-011 Solicitud de Acción
- GC-F-012 Informe Ejecutivo
- GC-F-013 Informe del Desempeño del SGC
- GC-F-019 Seguimiento a las Acciones Correctivas y/o Preventivas

Documentación del sistema de aseguramiento y control de calidad, una vez establecido los procedimientos del sistema de gestión de calidad, pasamos a elaborar los procedimientos para llevar un control de calidad en el proceso de fabricación.

Procedimiento de Control de calidad en el proceso productivo.

OBJETIVO

Determinar los puntos de inspección en las diferentes etapas del proceso de fabricación para hacer cumplir las especificaciones técnicas aplicables y planos de fabricación.

ALCANCE

Se aplica a todas las estructuras fabricadas por Construcciones Metálicas Holland S.A.C.

DEFINICIONES.

- **Habilitado:** Actividad que prepara los elementos para el armado de estructuras, los cuales pueden ser preparados a partir de planchas, canales, barras, ángulos. Se puede realizar mecánicamente o automáticamente.
- **Armado:** Proceso que comprende un conjunto de actividades realizadas con los elementos habilitados, las que luego de este proceso quedará convertida en una estructura, de acuerdo a un plano de fabricación.
- **Soldadura:** Proceso de unión de dos metales, estas pueden ser de filete o penetración parcial y completa.
- **Limpieza mecánica:** Proceso por el cual la estructura queda libre de impurezas, rebabas, filos cortantes, salpicaduras de soldadura, etc.

- Pintado: Proceso de protección superficial a través de la aplicación de pinturas industriales de estructuras y elementos.

Abreviaturas

JA Jefe de Área

CC Control de Calidad

PD Producción

RESPONSABILIDAD.

- Jefe de Control de Calidad: Cumplir y hacer cumplir el presente procedimiento de control de calidad.
- Supervisor de Control de Calidad: Ejecutar el presente procedimiento de control de calidad.
- Supervisor de Producción: Emitir las solicitudes de inspección en las etapas de producción,
- Jefe de Planta: responsable de proveer los recursos necesarios para la ejecución del presente procedimiento de control de calidad. Responsable de coordinar las reparaciones en las estructuras observadas

REFERENCIAS

- American Society for Testing and Materials A.S.T.M
- AWS D 14.1
- API 650
- ASME
- SSPC
- Norma ISO 9001:2015

POLITICAS

Se harán las siguientes inspecciones si así está establecido en el contrato a solicitud del cliente y se debe establecer el porcentaje de ensayos a aplicarse:

Inspección con tintes penetrantes, se debe estipular previamente el porcentaje a ser aplicado.

- Prueba de estanqueidad.
- Pruebas Hidrostáticas.
- Inspección mediante diesel en caliente
- Alivio de tensiones mediante tratamiento térmico.
- Inspección por radiografía
- Inspección por partículas magnéticas
- Inspección por ultrasonido
- Inspección por prueba de vacío
- Arranque de soldadura

DESCRIPCION

Verificar las dimensiones del material habilitado y que estos se encuentren en buen estado.

Esta inspección se realiza siguiendo lo indicado en el instructivo de Control Dimensional

En el caso de encontrarse un elemento no conforme se comunica al supervisor de producción para su corrección.

Cuando la observación es levantada se vuelve a verificar el elemento

Se genera el registro de trazabilidad.

En caso la observación no sea levantada y pase a la siguiente etapa de fabricación, se emite una No conformidad

Verificar que los materiales habilitados se encuentren en las posiciones correctas, según los planos de fabricación.

Esta inspección se realiza siguiendo lo indicado en el instructivo de Control Dimensional

En el caso de encontrarse una estructura no acorde al plano de fabricación se comunica al supervisor de producción para su corrección.

Cuando la observación es levantada se vuelve a verificar la estructura.

Se genera el registro de control dimensional.

Se verificara la preparación de las juntas a soldarse de acuerdo al Instructivo de Inspección para la soldadura de Elementos.

El proceso de soldadura se realizara de acuerdo a los Procedimientos de Soldadura y con los Soldadores debidamente Calificados.

En caso la observación no sea levantada y pase a la siguiente etapa de fabricación, se emite una No conformidad.

Si está estipulado en el plan de puntos de inspección antes de proceder con la soldadura de elementos, se hará un arranque de soldadura en planta, con los procedimientos a usarse e instrumentos de medición debidamente calibrados. Este arranque de soldadura se le comunica a la supervisión del cliente para que pueda estar presente.

Emitir solicitud para control final de soldadura

Verificar que las características de la soldadura cumplan con lo indicado en los planos de fabricación

Esta inspección se realiza siguiendo lo indicado el Procedimiento de Inspección Visual

Esta inspección se realiza con los instrumentos debidamente calibrados por el área de mantenimiento y registrados en la lista de equipos de medición y seguimiento.

En el caso de encontrarse una soldadura defectuosa o no acorde a lo indicado en el plano de fabricación, se comunica al supervisor de soldadura para su corrección.

Cuando la observación es levantada se vuelve a verificar la soldadura. Si la soldadura está conforme se firma la solicitud de inspección.

Se genera el registro de inspección visual de soldadura.

En caso este establecido en el Plan de Puntos de Inspección, se procederá a realizar una inspección con Líquidos penetrantes según la norma con la cual se está fabricando la estructura.

Procedimiento de Inspección con Líquidos Penetrantes

Las siguientes inspecciones se realizaran si están establecidos en el plan de puntos de inspección y se harán mediante servicio externo, con un proveedor el cual deberá presentar sus respectivos procedimientos de trabajo: Inspección por radiografía, Inspección por partículas magnéticas, inspección por ultrasonido, inspección por prueba de vacío,

En el caso de que sea necesario enderezar elementos mediante calor se usara el Instructivo de Enderezado de Elementos

En caso se encontrara una observación y esta no sea levantada y pase a la siguiente etapa de fabricación, se emite una No conformidad

Emitir solicitud para control final de la fabricación (termino de limpieza mecánica)

Verificar que la estructura queda libre de impurezas, rebabas, filos cortantes, salpicaduras de soldadura, etc.

En el caso de encontrarse una estructura con falta de limpieza mecánica, se comunica al supervisor de producción para completar la limpieza mecánica.

Cuando la observación es levantada se vuelve a verificar la estructura Si la estructura está conforme se firma la solicitud de inspección

En caso la observación no sea levantada y pase a la siguiente etapa de fabricación, se emite una No conformidad

Emitir solicitud para control de pre-montaje en planta.

Verificar las medidas de la estructura de acuerdo a los planos de arreglo general.

En el caso de encontrarse una observación, se comunica al supervisor de producción para su corrección.

Cuando la observación es levantada se vuelve a verificar el pre-ensamble

Si las medidas de la estructura pre-ensamblada está conforme se firman la solicitud de inspección.

Se genera el registro de control dimensional.

En caso se encontrara una observación y esta no sea levantada y pase a la siguiente etapa de fabricación, se emite una No conformidad

Emitir solicitud para control de pintura

Verificar que los espesores de pintura cumplan lo establecido en la norma SSPC y el procedimiento de pintado,

En el caso de encontrarse una observación, se comunica al supervisor de pintura para su corrección.

Cuando la observación es levantada se vuelve a verificar la estructura o elemento pintado.

Si la pintura está conforme se firma solicitud de inspección.

Se genera el registro de preparación superficial y pintura.

En caso se encontrara una observación y esta no sea levantada y pase a la siguiente etapa de fabricación, se emite una No conformidad

Las no conformidades emitidas durante el proceso de fabricación serán registradas en el Log de No Conformidades

Procedimiento de control de calidad de materias primas

OBJETIVO

Definir los lineamientos para la inspección de los materiales y suministros adquiridos por Construcciones Metálicas Holland S.A.C.

ALCANCE

Se aplica a todos los materiales y consumibles adquiridos por Construcciones Metálicas Holland S.A.C.

DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- **Materiales:** Referidos a los materiales y consumibles suministrados para la fabricación.
- **Orden de Servicio:** Documento interno de Construcciones Metálicas Holland S.A.C. mediante el cual se hace el requerimiento de material al área de logística.
- **Orden de Compra:** Documento mediante el cual Construcciones Metálicas Holland S.A.C. ha realizado la compra de un material a un proveedor.
- **Guía de Remisión:** Documento emitido por el proveedor donde se indican las características y cantidad del material despachado por el proveedor y recepcionado en las instalaciones de Construcciones Metálicas Holland S.A.C.
- **Certificado de Calidad:** Documento en el cual se indican los ensayos a los que fue sometido el material, así como la norma aplicable y los requerimientos de esta para la satisfacción de la misma.
- **Colada o Heat:** Código de identificación de las materias primas.
- **Lote:** Código de identificación de las pinturas, soldadura.

Abreviaturas

JA Jefe de Área

CC Control de Calidad

LOG Logística

RESPONSABILIDAD.

- Control de Calidad: cumplir y hacer cumplir el presente procedimiento.
- Logística o encargado de almacén: Solicitar a Control de Calidad la inspección de los materiales y consumibles cuando estos ingresan a Planta, así como solicitar al proveedor los documentos indicados en las ordenes de compra.

REFERENCIAS

- American Institute of Steel Construction 14th Edition.
- American Society for Testing and Materials A.S.T.M
- Norma ISO 9001 – 2015

POLITICAS

- Para accesorios tales como rodamientos, chumaceras, válvulas, polines se solicita carta de garantía.
- Para importaciones se solicitará manual de operación en caso de equipos.

Descripción. -

Solicitar a CC la inspección de los materiales y consumibles cuando estos ingresan a Planta.

Verificar que los materiales se encuentren en buen estado y los documentos presentados por el proveedor aseguren la trazabilidad del material, consumible ó suministros externos (Orden de Compra, Guías de Remisión, Certificados de Calidad, Carta de Garantía).

Verificar que los materiales tengan las coladas respectivas, número de lote.

Verificar que los materiales que ingresan a planta sean los solicitados en la Orden de Compra, Guía de remisión y presenten certificados de calidad.

Verificar que el certificado de calidad sea del material solicitado y que cumpla los requerimientos necesarios para la satisfacción de los requerimientos de las especificaciones técnicas entregadas por el área de operaciones.

Los Certificados de Calidad deben indicar el número de colada en caso de aceros, número de lote en caso de pintura y soldadura. Deben de indicar propiedades químicas y mecánicas

La inspección determinará la conformidad o la no conformidad de los materiales por recibir, para el caso de la conformidad en la recepción debe cumplir que los materiales mencionados en la guía de remisión sean los mismos que se especifican en la orden de compra y que los certificados de calidad correspondan a estos materiales.

En el caso de encontrarse un producto no conforme se genera un registro de no conformidad, se entrega una copia al encargado de Logística para su reclamo al proveedor.

En el caso de encontrarse un material conforme se comunica al encargado de almacén del estado liberado del material, se archiva el certificado de calidad y se genera el registro de calidad correspondiente.

Después de recibida la conformidad por parte de CC, el responsable de Almacén se encargará del correcto almacenaje del material llegado.

El responsable de Almacén entregara a CC los certificados de calidad, copia de guía de remisión, copia de orden de compra.

Al momento de la entrega de materiales a producción, estos deben contar con sus certificados de calidad correspondientes y haber sido liberados por Control de Calidad.

DOCUMENTOS ASOCIADOS

- CC-F-001 “Recepción de Materiales”.
- CC-F-002 “No Conformidad”.
- “Guías de remisión”.
- “Orden de Compra”.
- “Certificados de Calidad”.
- “Carta de garantía”.

Procedimiento de inspección visual de soldadura

OBJETIVO.

Este procedimiento cubre la inspección visual de soldaduras en los 05 tipos de juntas y diversos tipos de soldaduras asociados a cada una de estas juntas básicas según AWS D14.1

Este ensayo no destructivo detecta discontinuidades superficiales como:

Fisuras, laminaciones, delaminaciones, faltas de fusión superficial, grietas, poros, socavaciones, sobremontas excesivas, perfiles cóncavos, convexos, faltas de relleno, solapes, etc. y son aplicables durante la preparación de las juntas, en proceso, en el acabado final y en exámenes de mantenimiento preventivo.

ALCANCE.

La inspección se realizara donde sea requerida por el cliente o agencia de inspección correspondiente.

DEFINICIONES.

- Galgas de medición: Instrumentos de acero para medir los perfiles de los cordones de soldadura.

RESPONSABILIDAD.

El jefe de calidad: es el responsable de la aplicación de este procedimiento.

REFERENCIAS.

- AWS D14.1
- ASTM E-165 Preparación y limpieza de las zonas de inspección.

DESCRIPCION.

CALIFICACION DEL PERSONAL.

- Los operadores que apliquen este procedimiento tendrán, como mínimo, el nivel I según la practica recomendada ASNT-SNT-TC-1A.
- La calificación o evaluación final será realizada por un nivel II, como mínimo, según práctica recomendada ASNT-SNT-TC-1A.

MATERIAL EMPLEADO

- Los materiales utilizados podrán ser los siguientes:
- Para la limpieza previa se utilizarán escobillas metálicas manuales o eléctricas de cerdas suaves o rígidas según se requiera, puede emplearse también arenado o granallado.
- Para la limpieza final se puede utilizar trapos secos o embebidos en removedor, thinner, acetona o alcohol isopropilico según convenga.
- Para limpiezas especiales puede utilizarse lo establecido en la norma ASTM E 165.
- Galgas de medición.
- Equipos complementarios de ensayos no destructivos.

TECNICA OPERACIONAL

TEMPERATURA DE APLICACIÓN: La inspección visual de soldaduras puede llevarse a cabo a temperatura ambiente o a temperaturas extremas utilizando en cada caso el equipo apropiado, tanto de protección personal como de inspección, de tal forma se puedan obtener resultados confiables.

LIMPIEZA PREVIA: El operador observara la soldadura que va a examinar, así como también a 12 mm. De ancho a cada lado de la misma, la cual deberá encontrarse limpia: libre de óxido, partículas metálicas, grasa, aceite, pintura, etc. En caso de ser necesario el contratista deberá realizar su limpieza mediante trapos impregnados con algunos de los solventes citados en el punto 5, y en caso de ser necesario se empleará métodos mecánicos como escobillas, espátulas o cinceles.

INSPECCION: La inspección se realizará de acuerdo a la etapa de producción en la cual se encuentre el elemento o zona a ser evaluada según lo indicado en el ítem 1.2

EVALUACIONES: Los alcances de las evaluaciones a realizarse se encuentran en el punto 6.4

CRITERIOS DE ACEPTACION: Estos se indican en el punto anterior, aunque se podrán aplicar otros, según requerimientos del cliente o agencia de inspección.

SOLDADURAS RECHAZADAS: Se identificarán señalando la zona defectuosa mediante un rotulador y se anotara en el registro de E.N.D. o informe correspondiente.

EVALUACIONES.

El inspector es responsable de verificar el cumplimiento de los procedimientos de soldadura antes durante y después de una producción de soldadura.

- Determinar fehacientemente la habilidad de los soldadores involucrados en el proyecto quienes deberán haber sido calificados en función a los WPS aplicables de acuerdo a cada especificación.
- El inspector deberá cerciorarse del cumplimiento de lo establecido en los planos de construcción los cuales estarán debidamente aprobados por ingeniería.
- Deberá evaluar en intervalos adecuados la preparación de las juntas, ensamblaje o armado, técnicas de soldeo y performance o desempeño de cada soldador.
- El inspector examinará el trabajo para asegurar que este cumpla con los requerimientos de este código, otros criterios de aceptación diferentes a los descritos en este código pueden ser usados previa aprobación del ingeniero.
- El tamaño y perfiles de la soldadura deben ser medidos con galgas adecuadas, la inspección visual de las fisuras en la soldadura, metal base y otras discontinuidades deberán ser evaluadas mediante luz adecuada, lupas, u otros aparatos que nos ayuden a discriminar adecuadamente la discontinuidad detectada.
- Deberán establecer un adecuado sistema de trazabilidad de las zonas inspeccionadas para un adecuado seguimiento de la calidad de cada parte fabricada hasta su conformidad y liberación final y debe ser fácilmente trazable para posibles auditorias en donde se requiera de repetitividad de las inspecciones.
- Otros ensayos no destructivos distintos a la visual pueden ser aplicables para asegurar que las soldaduras especificadas reúnan los requerimientos de calidad de la cláusula 6 parte del presente código. La responsabilidad de estas será del contratista salvo especificaciones contractuales del proyecto
- Todas las soldaduras deberán ser inspeccionadas visualmente y serán aceptables si satisfacen los criterios de aceptación.

CRITERIOS DE ACEPTACION.

Se aplicarán los presentes criterios a menos que otro estándar más restrictivo sea establecido para materiales específicos o aplicaciones dentro de este estándar.

Las discontinuidades serán de acuerdo a la AWS D14.1
"Discontinuidad categoría y criterio de aceptación

- (1) Fisuras: No son permitidas
- (2) Faltas de fusión: No son permitidas
- (3) Cráter: Todos los cráteres deben ser rellenados
- (4) Perfil de la soldadura: Los perfiles de la soldadura estarán en conformidad con la figura 4.1., para soldaduras de junta a tope los criterios de aceptación se muestran en la figura 4.2
- (5) Tiempo de inspección: La inspección visual de soldaduras puede realizarse inmediatamente después de haberse terminado de soldar y enfriado a temperatura ambiente.
- (6) Soldaduras con faltas de llenado: El tamaño de una soldadura de filete cuando sea continua podría ser menor que el tamaño nominal especificado (L) sin la corrección por las siguientes cantidades (U):

T. nominal esp.	Decrem. permitido de L
Pulg. mm	Pulg. mm
L	U
$\leq 3/16(5)$	$\leq 1/16(2)$
$1/4(6)$	$\leq 3/32(2.5)$
$\geq 5/16(8)$	$\leq 1/8(3)$

En todos los casos, la parte que tiene bajo espesor de la soldadura no excederá del 10% de la longitud de la soldadura.

En soldaduras de vigas no están permitidos los bajos espesores de soldadura en el final para una longitud igual a dos veces el ancho del flanco.

(7) Socavaciones

(A) Para materiales menores de 1" (25mm) de espesor, las socavaciones no deberán exceder 1/32" (1mm), con la siguiente excepción: Las socavaciones no excederán de 1/16" (2mm) para cualquier longitud acumulada hasta de 2" (50mm) en cualquier 12"(300mm). Para materiales iguales o mayores a 1" (25mm) de espesor, los socavados no excederán de 1/16" (2mm) para cualquier longitud de soldadura.

(B) En miembros primarios o principales de una estructura: El socavado no será mayor de 0.01 en (0.25mm) de profundidad cuando la soldadura sea transversal a los esfuerzos de tensión bajo cualquier condición de diseño de carga. Socavados no serán más de 1/32" (1mm) de profundidad para todos los casos

(8) Porosidad:

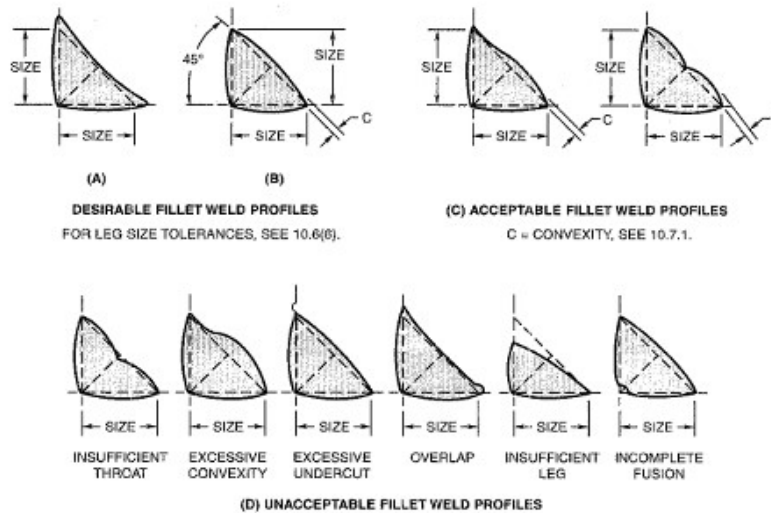
(A) Juntas de penetración completa

En soldaduras de canal de juntas transversales a la dirección de los esfuerzos de tensión, no deben presentar porosidades visibles, para las demás soldaduras de canal y soldaduras de filete, la suma de las porosidades tubulares visibles de 1/32" o más grandes en diámetros no excederán los 3/8" (10mm) en cualquier pulgada lineal de soldadura y no excederán 3/4" (20mm) en cualquier longitud de 12" de soldadura.

B) La frecuencia de porosidades tubulares en soldadura de filete no excederán de una en cada 4 pulgadas de longitud de soldadura y el máximo diámetro no excederá de 3/32" (2.5mm) Excepciones: Para la soldadura de filete la suma de los diámetros de porosidades tubulares no excederá de 3/8(10mm) en cualquier pulgada lineal de soldadura y no excederán de 3/4(20mm) en cualquier 12" de longitud de soldadura.

C) Soldadura de canal en juntas transversales a la dirección de los esfuerzos de tensión no tendrán porosidades tubulares. Para las otras soldaduras de canal, la frecuencia de las porosidades tubulares no excederá una en 4" (100mm) de longitud y el máximo diámetro no excederá de 3/32" (2.5mm)."

Ilustración 4.1.1 Criterio de aceptación soldadura filete



Fuente: AWS D14.1

Ilustración 4.1.2 Criterio de aceptación soldadura a tope

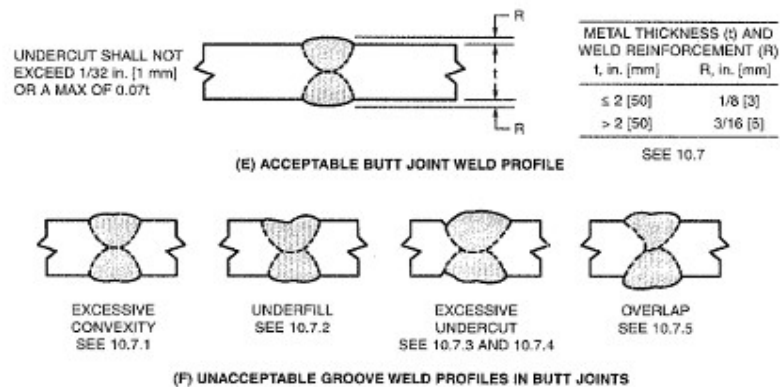


Figure 32—Acceptable and Unacceptable Weld Profiles

Fuente: AWS D14.1

INSPECCION DE REPARACIONES

Previo a la inspección de las reparaciones debe tenerse en cuenta la ejecución de un adecuado procedimiento de remoción de las zonas afectadas y eliminación del defecto, tal procedimiento se puede complementar utilizando algún método de ensayo adicional para la verificación final de la eliminación total del defecto. Finalmente, una vez realizada la reparación de las zonas afectadas la inspección visual final debe seguir lo indicado según los ítems correspondientes del presente procedimiento poniendo especial cuidado en la aplicación del presente procedimiento de inspección.

Limpieza final.

Una vez finalizada las inspecciones, las partes examinadas deberán quedar debidamente habilitadas antes de pasar a la siguiente etapa en la línea de producción, esto implica que cualquier marca de reparaciones ya subsanadas que no hayan sido borradas deberá limpiarse y colocarse marcas adecuadas indicando su liberación y pase a la siguiente etapa.

DOCUMENTOS ASOCIADOS.

- CC – F – 005 “Inspección Visual de Soldadura”.

Procedimiento de Inspección por líquidos penetrantes

Objetivo

Este procedimiento cubre el ensayo y examinación de materiales por el método de líquidos penetrantes visibles lavables con agua, solvente o duales.

Este ensayo no destructivo detecta discontinuidades superficiales como:

Fisuras, laminaciones, delaminaciones, faltas de fusión superficiales, grietas, poros, etc. y son aplicables en proceso, en el acabado final y en exámenes de mantenimiento preventivo.

ALCANCE.

La inspección se realizara donde sea requerida por el cliente o agencia de inspección correspondiente

RESPONSABILIDAD.

El jefe de calidad: es el responsable de la aplicación de este procedimiento.

REFERENCIAS.

- AWS D14.1
- ASTM E-165

DESCRIPCION

CALIFICACION DEL PERSONAL.

- Los operadores que apliquen este procedimiento tendrán, como mínimo, el nivel I según la practica recomendada ASNT-SNT-TC-1A.
- La calificación o evaluación final será realizada por un nivel II, como mínimo, según practica recomendada ASNT-SNT-TC-1A.

MATERIAL EMPLEADO

- Los materiales utilizados podrán ser los siguientes:
- Para la limpieza previa se utilizara removedor, acetona o alcohol isopropilico.
- Penetrante liquido rojo.
- Removedor o solvente
- Revelador liquido blanco.

- Todos los materiales utilizados serán de la misma marca comercial o grupo, con excepción del solvente.

TECNICA OPERACIONAL

TEMPERATURA DE APLICACIÓN: La temperatura de la zona a inspeccionar estará comprendida entre 10 ° y 38 °C. Fuera de esta gama de temperaturas se requerirá la homologación del sistema, definiendo los tiempos de penetración aplicables, según ASTM E 165.

LIMPIEZA PREVIA: El operador observara la soldadura que va a examinar, así como también a 12 mm. de ancho a cada lado de la misma, la cual deberá encontrarse limpia: libre de óxido, partículas metálicas, grasa, aceite, pintura, etc. En caso de ser necesario el contratista deberá realizar su limpieza mediante trapos impregnados con algunos de los solventes citados en el punto 5.2.2, y en caso de ser necesario se empleara métodos mecánicos como escobillas, espátulas o cinceles.

SECADO: Antes de la aplicación del penetrante, la superficie a examinar estará totalmente seca.

APLICACIÓN DEL PENETRANTE: Mediante brocha o pulverización se aplicara el penetrante, asegurándose de cubrir toda la zona a examinar, o sea, la soldadura y una franja de 12 mm a cada lado de esta. El tiempo de penetración será entre 5 a 10 minutos.

ELIMINACION DEL PENETRANTE SOBRANTE: Se realizara con trapos limpios impregnados de Removedor o solvente y pasándolos cuidadosamente por la superficie a examinar hasta asegurarse de que todo el penetrante sobrante haya sido eliminado. Se dejara un

tiempo mínimo de 2 minutos y un máximo de 3 minutos antes de aplicar el revelador.

APLICACIÓN DEL REVELADOR: Se aplicará el revelador mediante pulverización, colocando el spray a una distancia de 15 a 30 cm., (se agitará previamente el spray), asegurándonos de conseguir una capa fina y homogénea. El tiempo de revelado será de 10 minutos como mínimo, el secado se realizará a temperatura ambiente.

INSPECCION: Pasado el tiempo de revelado se procederá a la inspección, debiendo realizarse antes de 30 minutos desde la aplicación del revelador.

CRITERIOS DE ACEPTACION: Estos se indican en el apartado del mismo nombre, aunque se podrán aplicar otros, según requerimientos de la agencia de inspección.

SOLDADURAS RECHAZADAS: Se identificarán señalando la zona defectuosa mediante un rotulador y se anotara en el registro de E.N.D. o informe correspondiente.

EVALUACION DE INDICACIONES.

Las soldaduras que deban inspeccionarse mediante los líquidos penetrantes, adicional a la inspección visual, serán evaluadas en base a los requerimientos aplicables para la inspección visual, dichos ensayos serán ejecutados en conformidad de la norma en uso.

CRITERIOS DE ACEPTACION

Discontinuidad categoría y criterio de aceptación

(1) Fisuras: No son permitidas

(2) Faltas de fusión: No son permitidas

(3) Cráter: Todos los cráteres deben ser rellenados

(4) Tiempo de inspección: La inspección visual de soldaduras puede realizarse inmediatamente después de haberse completado y haberse enfriado a temperatura ambiente.

(5) Porosidad:

(A) Juntas de penetración completa

En soldaduras de canal de juntas transversales a la dirección de los esfuerzos de tensión, no deben presentar porosidades visibles, para las demás soldaduras de canal y soldaduras de filete, la suma de las porosidades tubulares visibles de $1/32''$ o más grandes en diámetros no excederán los $3/8''$ (10mm) en cualquier pulgada lineal de soldadura y no excederán $3/4''$ (20mm) en cualquier longitud de $12''$ de soldadura.

B) La frecuencia de porosidades tubulares en soldadura de filete no excederán de una en cada 4 pulgadas de longitud de soldadura y el máximo diámetro no excederá de $3/32''$ (2.5mm)

Excepciones: Para la soldadura de filete la suma de los diámetros de porosidades tubulares no excederá de $3/8''$ (10mm) en cualquier pulgada lineal de soldadura y no excederán de $3/4''$ (20mm) en cualquier $12''$ de longitud de soldadura.

C) Soldadura de canal en juntas transversales a la dirección de los esfuerzos de tensión no tendrán porosidades tubulares. Para las otras soldaduras de canal, la frecuencia de las porosidades tubulares no excederá una en $4''$ (100mm) de longitud y el máximo diámetro no excederá de $3/32''$ (2.5mm)

REPARACIONES

Los defectos detectados por líquidos penetrantes visibles, deberán ser eliminados mediante desbaste mecánico, dependiendo de la extensión de la zona afectada, luego de una primera remoción del defecto se deberá aplicar nuevamente el líquido penetrante (verificando que la temperatura de aplicación del método se encuentre dentro de los rangos indicados en el ítem 5.3) para establecer si este ha sido eliminado totalmente. Si el defecto aún persiste se deberá continuar con el desbaste hasta establecer mediante la prueba de líquidos penetrantes su eliminación total procediéndose a la reparación de la zona afectada mediante el proceso de soldadura calificado para este fin.

Luego de las reparaciones correspondientes se hará la inspección final de la soldadura superficial con líquidos penetrantes lo cual deberá estar en conformidad con lo expuesto en los ítems 5.4 y 5.5 del presente procedimiento.

LIMPIEZA FINAL.

Una vez terminado el examen, se limpiaran las partes examinadas con trapos limpios, secos o humedecidos con el solvente antes usado eliminando el revelador y penetrante de las zonas inspeccionadas.

DOCUMENTOS ASOCIADOS.

- CC – F – 007 “Inspección por líquidos penetrantes”.

Documentación de control de calidad, a continuación, se elaboran los instructivos de inspección en el proceso de fabricación, que nos determinan los pasos a seguir en cada inspección y como documentarla para poder anexar estas inspecciones al dossier de calidad.

Instructivo de Trazabilidad

OBJETIVOS

Este instructivo tiene por objeto establecer la metodología que Construcciones Metálicas Holland S.A.C. empleara en la identificación de los elementos fabricados y equipos que conforman el proyecto, permitiendo de esta manera la trazabilidad de los elementos.

ALCANCE

Este instructivo es aplicable a la ejecución de los trabajos del proyecto, desde la recepción de materiales, la fabricación de las estructuras, hasta el montaje de los mismos si fuera el caso.

DEFINICIONES

- Trazabilidad: Conjunto de aquellas instrucciones preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas.

RESPONSABILIDAD

- Control de Calidad: Cumplir y hacer cumplir el presente instructivo.
- Supervisor de Control de Calidad: Ejecutar el presente Instructivo, hacer seguimiento de la correcta identificación y trazabilidad de elementos.
- Operaciones: Proveer planos, especificaciones e información complementaria para la identificación y trazabilidad de los mismos.

DESCRIPCION

Los materiales retirados de almacén para el proceso productivo estarán debidamente identificados con la colada y n° de lote en el caso de materiales consumibles.

Todo material que ingrese para un proyecto deberá ser registrado en el formato CC-F-001 “Recepción de Materiales”.

Se deberá verificar que los materiales habilitados estén debidamente identificados de acuerdo a los planos de fabricación (marcas), deberán de contar con las coladas respectivas.

El material habilitado para el proyecto deberá ser registrado en el formato CC-F-003 “Trazabilidad”.

En caso el material habilitado no cumpla con lo especificado en los planos de fabricación se le informa al Supervisor de producción a cargo y se registra en el formato CC-F-002 “No Conformidad”.

DOCUMENTOS ASOCIADOS

- CC-F-001 “Recepción de Materiales”.
- CC-F-002 “No Conformidad”.
- CC-F-003 “Trazabilidad”.

Instructivo de inspección dimensional de estructuras

OBJETIVO

Este instructivo tiene por objetivo establecer los lineamientos para la inspección de elementos fabricados por Construcciones Metálicas Holland S.A.C.

ALCANCE

Se aplica a todos los elementos fabricados en los talleres de Construcciones Metálicas Holland S.A.C.

DEFINICIONES

- Plano de Detalle o de Fabricación: Documento gráfico que contiene información de detalles unitarios, lista de materiales, especificaciones técnicas y datos de fabricación.

- Apuntalado: Referido a la actividad de unir piezas mediante puntos de soldadura para que estas mantengan una distancia y posición requeridas.
- Calderería: Actividad referida a la fabricación de estructuras, equipos, depósitos para el almacenaje y transporte de sólidos.
- Tolerancias Dimensionales: Las tolerancias dimensionales fijan un rango de valores permitidos para las cotas funcionales de una estructura.

RESPONSABILIDAD

- Control de Calidad: Cumplir y hacer cumplir el presente instructivo.
- Supervisor de Control de Calidad: Ejecutar el presente instructivo.
- Jefe de Taller: responsable de proveer los recursos necesarios para la ejecución del presente instructivo. Responsable de coordinar las reparaciones a los elementos observados.

REFERENCIAS

- Planos de Fabricación.
- Normas DIN en ISO 13920
- DIN 7168

DESCRIPCION

- Actividades Previas

El Supervisor de Calidad seguirá el Plan de Puntos de Inspección para el cumplimiento del instructivo que se detalla a continuación.

El Supervisor de Calidad revisará los planos de fabricación y verificará que los elementos a inspeccionar cumplan lo indicado en los planos.

El Supervisor de Calidad estudiará la forma del elemento a fin de definir los puntos de inspección de la fabricación.

- Secuencia

Verificar la ubicación y cantidad de accesorios, así como también, la ubicación, cantidad y diámetros de las perforaciones que tuvieron lugar según plano de fabricación.

Verificar según plano de fabricación la ubicación y cantidad de planchas principales, planchas de conexión, así como también de los demás elementos que conformen la estructura.

Verificar el estado del rolado y plegado, si fuese el caso, mediante plantillas.

Verificar las deformaciones causadas por los trabajos de soldadura, rebaba producida por la perforación de agujeros, estado del acabado superficial del material base y las muescas dejadas por los trabajos de apuntalado.

Los datos obtenidos de esta inspección serán registrados en el formato CC-F-004 "Control Dimensional".

En caso de encontrarse una observación y esta no sea levantada inmediatamente será registrada en el formato CC-F-002 "No Conformidad".

- Tolerancia
 - Las Tolerancias dimensionales serán fijadas dependiendo el tipo de trabajo efectuado.
 - Si no hubiera alguna especificación al respecto propondremos utilizar la DIN EN ISO 13920 o la DIN 7168 en su defecto

Tabla 4.5 Tolerancia dimensional

Table 1: Tolerances for linear dimensions

Tolerance class	Range of nominal sizes, <i>L</i> , in mm										
	2 to 30	Over 30 up to 120	Over 120 up to 400	Over 400 up to 1000	Over 1000 up to 2000	Over 2000 up to 4000	Over 4000 up to 8000	Over 8000 up to 12000	Over 12000 up to 16000	Over 16000 up to 20000	Over 20000
	Tolerances, <i>t</i> , in mm										
A	± 1	± 1	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7	± 8	± 9
B		± 2	± 2	± 3	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16
C		± 3	± 4	± 6	± 8	± 11	± 14	± 18	± 21	± 24	± 27
D		± 4	± 7	± 9	± 12	± 16	± 21	± 27	± 32	± 36	± 40

Fuente: DIN ISO 13920

Tabla 4.6 Tolerancia angular

Table 2: Tolerances for angular dimensions

Tolerance class	Range of nominal sizes, <i>l</i> , in mm (length or shorter leg)		
	Up to 400	Over 400 up to 1000	Over 1000
	Tolerances, $\Delta\alpha$, (in degrees and minutes)		
A	± 20	± 15	± 10
B	± 45	± 30	± 20
C	± 1°	± 45	± 30
D	± 1°30	± 1°15	± 1°
	Calculated and rounded tolerances, <i>t</i> , in mm/m ¹⁾		
A	± 6	± 4,5	± 3
B	± 13	± 9	± 6
C	± 18	± 13	± 9
D	± 26	± 22	± 18

¹⁾ The value indicated in mm/m corresponds to the tangent value of the general tolerance. It is to be multiplied by the length, in m, of the shorter leg.

Fuente: DIN ISO 13920

Tabla 4.7 Tolerancia planitud y paralelismo

Table 3: Straightness, flatness and parallelism tolerances

Tolerance class	Range of nominal sizes, <i>l</i> , in mm (relates to longer side of the surface)									
	Over 30 up to 120	Over 120 up to 400	Over 400 up to 1000	Over 1000 up to 2000	Over 2000 up to 4000	Over 4000 up to 8000	Over 8000 up to 12000	Over 12000 up to 16000	Over 16000 up to 20000	Over 20000
	Tolerances, <i>t</i> , in mm									
E	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8
F	1	1,5	3	4,5	6	8	10	12	14	16
G	1,5	3	5,5	9	11	16	20	22	25	25
H	2,5	5	9	14	18	26	32	36	40	40

Fuente: DIN ISO 13920

DOCUMENTOS ASOCIADOS

- CC-F-004 “Control Dimensional”
- CC-F-002 “No Conformidad”

Instructivo para la inspección para la soldadura de elementos

OBJETIVO

Este instructivo tiene por objeto establecer las actividades a seguir para la inspección de uniones a ser soldadas durante la fabricación de estructuras metálicas.

ALCANCE

Se aplica a todos los elementos que serán soldados en la fabricación de estructuras metálicas.

DEFINICIONES

- Plano de Detalle o de Fabricación: Documento gráfico que contiene información tal como detalles unitarios, lista de materiales, especificaciones técnicas y datos de fabricación.

- Soldadura de Filete: Soldadura de sección triangular uniendo dos elementos perpendiculares.
- Junta a Tope: Junta entre dos miembros alineados aproximadamente en el mismo plano.

RESPONSABILIDAD

- Jefe de Control de Calidad: Cumplir y hacer cumplir el presente instructivo.
- Supervisor de Control de Calidad: Ejecutar el presente instructivo.
- Jefe de Planta: Responsable de proveer los recursos necesarios para la ejecución del presente Instructivo. Responsable de coordinar las reparaciones a las estructuras observadas.

REFERENCIAS

- Planos de Detalle.
- AWS D14.1
- ASME.

DESCRIPCION

- Actividades Previas
- Antes de que se inicien los trabajos de soldadura, el Jefe de Control de Calidad y los Supervisores de Calidad deben de revisar si se cuenta:
- La calificación y/o selección de los Procedimientos de Soldadura.
 - La calificación y/o selección de los Soldadores asignados al Proyecto.

Ambas actividades comprendidas en el instructivo CC-I-006 Calificación de Procedimientos de Soldadura y Calificación de Soldadores.

- La Calificación de los procedimientos de soldadura y la calificación de los soldadores deberá realizarse acorde al plan de puntos de inspección, indicadas como actividades previas a la soldadura
- Realizadas las calificaciones, el Supervisor de Calidad se asegurará de que se utilicen los Procedimientos de Soldadura y las soldaduras sean realizadas por soldadores calificados asignados al proyecto.
- El Supervisor de Calidad verificará que el elemento a inspeccionar este de acuerdo al plano correspondiente.
- Los Procedimientos de Soldadura y los Soldadores Calificados deberán estar mencionados en los formatos CC-F-009 “Lista de Procedimientos de Soldadura”, CC-F-010 “Lista de soldadores Calificados”.

- Secuencia

Inspección Visual de Soldadura

- Se llevará a cabo de acuerdo al procedimiento de Inspección Visual de Soldadura.
- El Supervisor de Calidad identificará la estampa del soldador para registrarlo en el formato Inspección Visual de Soldadura CC-F-005.
- Se verifican las dimensiones de las soldaduras y se realiza la inspección visual, los defectos encontrados se evaluarán según los

requerimientos de los códigos Aplicables, las observaciones se levantarán con acciones correctivas inmediatas.

- En caso se encuentren observaciones que no han sido levantadas estas serán registradas en el formato CC-F-002 “No Conformidad” y se hará el seguimiento a esta observación hasta el levantamiento de la No Conformidad detectada.

- Se realizan los ensayos no destructivos requeridos de acuerdo a la propuesta técnica.

- El formato de Inspección Visual Soldadura CC-F-005 será debidamente llenado y archivado en el Dossier de Calidad.

DOCUMENTOS ASOCIADOS

CC-I-006 “Calificación de Procedimientos de Soldadura y Calificación de Soldadores”.

CC-F-002 “No Conformidad”.

CC-F-005 “Inspección Visual de Soldadura”.

CC-F-009 “Lista de Procedimientos de Soldadura”.

CC-F-010 “Lista de Soldadores Calificados”.

Instructivo para la inspección para la preparación superficial de elementos

OBJETIVO

Este instructivo tiene indica las actividades a seguir para realizar la inspección de la preparación superficial en la fabricación de estructuras metálicas.

ALCANCE

Se aplica a todas las estructuras fabricadas que requieran preparación superficial antes del proceso de pintado.

DEFINICIONES

- Preparación Superficial: Proceso para que el elemento quede libre de impurezas para una correcta preparación superficial, tales como grasa, rebabas, salpicaduras de soldadura, falta de limpieza mecánica, etc.
- Limpieza con chorro abrasivo: Es la limpieza realizada mediante la proyección de un chorro de materiales abrasivos mediante aire comprimido sobre la superficie a pintar.
- Granalla: La granalla de acero es un abrasivo utilizado para preparar la superficie a pintar por granallado. Se presenta en forma de partículas redondas o angulares; su composición química cuenta con un alto porcentaje de carbono y la gama de dimensiones está comprendida entre 0,1 y 8 mm.
- Perfil de Rugosidad: Es el aumento de superficie de contacto para que el recubrimiento a aplicarse se adhiera a la superficie, el perfil de granallado a usarse es definido de acuerdo al espesor de pintura final y el tipo de recubrimiento a usarse.

RESPONSABILIDAD

- Control de Calidad: Cumplir y hacer cumplir el presente Instructivo.
- Supervisor de Control de Calidad: Ejecutar el presente Instructivo, En caso de no conformidades generar informe de no conformidad, Encargado de liberar el producto, si este se encuentra conforme.

- Jefe de Planta: Responsable de proveer los recursos necesarios para la ejecución del presente Instructivo.

Responsable de ejecutar las reparaciones a las estructuras observadas.

REFERENCIAS

- Hojas Técnicas de Productos Utilizados.
- Normas Aplicables (SSPC-PA1, SSPC-PA2, ASTM D4417, ASTM D4940, ASTM D4285)

DESCRIPCION

Criterios de aceptación:

Preparación Superficial:

Son las actividades previas al proceso de aplicación del recubrimiento, aplicadas a la superficie del elemento a pintar.

- SSPC-SP 1: Limpieza de la superficie con solventes.
- SSPC-SP2: Limpieza de la superficie con herramientas manuales, tales como: lijas, cepillos y otros.
- SSPC - SP 3: Limpieza de la superficie con herramientas mecánicas manuales.
- SSPC - SP 4: Limpieza de la superficie aplicando una llama oxiacetilénica y luego limpiar con herramientas manuales o mecánicas.
- SSPC - SP 5: Limpieza de la superficie con chorro abrasivo, obteniendo una superficie de metal blanco como se le conoce para fines prácticos.

SSPC - SP6: Preparación de la superficie usando un chorro abrasivo, para obtener un grado comercial de granallado. Esta es la preparación superficial mas usada en la metalmecánica.

SSPC - SP 8: Esta preparación consiste en la aplicación de un decapado químico.

SSPC - SP 10: Preparación superficial con chorro abrasivo para obtener una granallado semi blanco.

Perfil de Rugosidad, El perfil de la superficie luego de la preparación superficial de los elementos a pintar se medirá con un medidor de perfil de rugosidad.

Verificación de los requisitos para la Preparación Superficial.

Abrasivo

Granalla Angular, las partículas angulares poseen ángulos puntiagudos y compactos, se usan en cuartos de granallado manual donde la fuerza de impacto es moderada.

Granalla Esférica, las partículas son esféricas y compactas, se usan en equipos de granallado con turbina donde la fuerza de impacto es mucho mayor.

Aire Comprimido, se usa para limpiar la superficie de los elementos para remover el polvillo acumulado.

Condiciones Ambientales

Humedad relativa no mayor al 85%.

El monitoreo de las condiciones ambientales será constante.

- Secuencia

- Realizadas las actividades previas se procederá a la inspección siguiendo el Plan de Puntos de Inspección.

- Todo elemento al cual se le ha realizado la preparación superficial será inspeccionado por el área de control de calidad, dando la conformidad en caso la superficie cumpla con los requerimientos solicitados.

- Se debe verificar el cumplimiento de los requisitos para la preparación superficial, calidad de la preparación superficial de acuerdo al plan de puntos de inspección.

- Si hubiera observaciones que pudieran ser levantadas en el momento de la inspección se realizaran las acciones correctivas correspondientes.

- En caso de la existencia de una observación que no sea levantada, se registra en el formato CC-F-002 "No Conformidad" se hace el seguimiento respectivo hasta el levantamiento de la No Conformidad.

- En caso de no encontrarse observaciones se aprueba el elemento y se comunica al área de producción para la realización del proceso de pintado.

- Los datos obtenidos se registran en el formato CC-F-006 "Preparación Superficial y Pintura" para ser archivado en el Dossier de Calidad.

DOCUMENTOS ASOCIADOS

CC-F-006 "Preparación Superficial y Pintura".

CC-F-002 "No Conformidad".

Instructivo para la inspección para el pintado de elementos

OBJETIVO

Este instructivo tiene por objeto establecer los lineamientos, actividades y secuencia de inspección de las fabricaciones que han sido pintadas.

ALCANCE

Se aplica a todos los elementos pintados en la fabricación de estructuras metálicas.

DEFINICIONES

Espesor de película: La naturaleza del sustrato y las características del medio agresivo definen un espesor óptimo para cada sistema de pinturas. Altos espesores aseguran buenas propiedades de flujo, satisfactorio poder cubriente y reducida permeabilidad al vapor de agua, gases, etc. Sin embargo, espesores elevados generalmente conducen al deterioro de las propiedades fisicomecánicas y consecuentemente a un desempeño en servicio menos eficiente.

RESPONSABILIDAD

- **Control de Calidad:** Cumplir y hacer cumplir el presente procedimiento.
- **Supervisor de Control de Calidad:** Ejecutar el presente procedimiento, En caso de no conformidades generar informe de no conformidad.
- **Jefe de Planta:** Responsable de proveer los recursos necesarios para la ejecución del presente procedimiento.

Responsable de ejecutar las aplicaciones de pintura según normas y especificaciones técnicas.

Responsable de ejecutar las reparaciones a las estructuras observadas.

REFERENCIAS

- Normas ASTM aplicables.
- SSPC Painting Manual.
- Hojas técnicas del proveedor

DESCRIPCION

- Actividades Previas

El Supervisor de Calidad seguirá el Plan de Puntos de Inspección durante todo el desarrollo del presente procedimiento.

El Supervisor de Calidad verificará el estado de los instrumentos de medición a usar durante la inspección.

El Supervisor de Calidad verificará que el elemento a pintar haya sido liberado del proceso anterior y que la pintura sea conforme a lo especificado.

- Secuencia

La inspección se realizará midiendo el espesor de pintura de acuerdo a la normativa aplicada al proyecto.

El supervisor de Calidad debe medir el espesor de pintura en seco con el medidor de espesores de recubrimiento (según especificaciones del contrato o norma SSPC-PA2). La distancia entre puntos de una misma sección debe ser de 1 pulgada).

- Se pueden formar hasta 5 spots por cada 9 metros cuadrados aproximadamente de superficie a inspeccionar.

- La tolerancia entre el espesor nominal y el espesor promedio general encontrado deberá evaluarse de acuerdo a la norma SSPC-PA2.

- Serán consideradas como observaciones las fallas puntuales de aplicación como descolgamientos de pintura, piel de naranja, pin hole, pulverizado, bajo espesor, etc.

- El Supervisor de Calidad hará pruebas aleatorias de adherencia a los elementos pintados, aplicable según sea la especificación del cliente, en la cual se contará con apoyo de personal calificado por parte del proveedor de pintura.

- Se generará un informe de no conformidad cuando los defectos presentes impliquen reprocesos de la capa de pintura, se comunicará al Supervisor de Pintura y al Jefe de Planta del estado de observado del elemento y se hará el seguimiento respectivo hasta el levantamiento de la No Conformidad.

- En caso de no existir no conformidades se otorga la condición de liberado al elemento y se comunica al Supervisor de Pintura para su traslado al siguiente proceso.

- El Registro de Inspección de Preparación Superficial y Pintado se entrega al encargado de documentos para que se le asigne un número correlativo y archivo en el Dossier de Calidad.

DOCUMENTOS ASOCIADOS

- CC-F-006 “Preparación Superficial y Pintado”.
- CC-F-002 “No Conformidad”.

Instructivo para la calificación de procedimientos de soldadura y calificación de soldadores

OBJETIVO

Este instructivo describe las actividades necesarias para los trabajos de soldadura en la elaboración de la especificación de procedimiento de soldadura (WPS). Así como también el registro de calificación de procedimiento (PQR), calificación de soldadores y los criterios de inspección visual de la soldadura conforme a requisitos del código.

ALCANCE

Los trabajos de soldadura en las estructuras metálicas y equipos a fabricarse.

DEFINICIONES.

Soldadura: Proceso mediante el cual se unen elementos, partes o piezas metálicas, usando bien sea el calor o la presión de ambos, con o sin la aplicación de materiales de aporte.

Procedimiento de Soldadura: El procedimiento de soldadura o WPS (Welding Procedure Specification) indica la información para la realización de los trabajos de soldadura, los cuales cumplen los requerimientos del código usado en la realización del procedimiento. Este procedimiento nos indica las variables esenciales para la realización del proceso de soldeo, el procedimiento debe ser elaborado y validado por personal

debidamente calificado. En el código AWS podemos encontrar procedimientos precalificados, por lo tanto cuando se vaya a realizar trabajos de soldadura de acuerdo a este código, se debe cumplir con lo indicado en el código.

Calificación del procedimiento: La demostración de que los cordones hechos por medio de un Procedimiento específico pueden satisfacer los estándares prescritos.

PQR – Procedure Qualification Record (Registro de Calificación de Procedimiento): Registros de los parámetros, pruebas y variables utilizadas en la calificación del procedimiento.

Calificación del soldador u operador de soldadura: La demostración de la habilidad para aplicar soldadura por medio de un procedimiento específico que satisfaga los estándares escritos.

Certificación: Procedimiento por el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas o lineamientos o recomendaciones de organismos dedicados a la normalización, nacionales o internacionales.

Especialista en soldadura: Persona física con certificación vigente de AWS o equivalente.

Probetas: Muestra que pueden ser cualquier producto de placa y/o tubo de cédula, las cuales sirven para las pruebas de calificación de habilidad de soldadores y procedimientos de soldadura.

Procedimiento: Es el método documentado, aprobado y actualizado que se aplica para llevar a cabo buenas prácticas de trabajo.

Proceso de soldadura: Unión de dos piezas de metálicas mediante un proceso de fusión, con o sin la aplicación de un material de aporte.

Pruebas destructivas: Es la aplicación de métodos físicos directos que tienen la finalidad de verificar la sanidad interna de la soldadura, alterando en forma permanente sus propiedades físicas.

Pruebas no destructivas: Es la aplicación de métodos físicos indirectos que tienen la finalidad de verificar la sanidad de la soldadura, sin alterar de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales.

Soldador calificado: Es el operario especialista que ha demostrado su habilidad documentada y vigente para la aplicación de soldaduras que cumplan con los requerimientos y especificaciones establecidos en las pruebas de calificación.

Variables esenciales: Son aquellas en las cuales un cambio, que se describe en las variables específicas, es considerado que afecta las propiedades mecánicas del conjunto soldado.

RESPONSABILIDAD

El Departamento de Control de Calidad es el responsable de la elaboración, actualización y cumplimiento de este instructivo.

REFERENCIAS

- American National Standards Institute (ANSI).
- American Society of Mechanical Engineers (ASME).
- Instrument Society of America (ISA).
- Deutscher Normenausschuss (Comision Alemana de Normas DIN).
- American Estándar Association (ASA).
- American Petroleum Institute (API).
- American Welding Society (AWS).

POLITICAS

- Producción comunicara la necesidad de calificar los procedimientos de soldadura según la configuración y diseño descritos en los planos de fabricación.
- Producción designara la cantidad de soldadores a calificar.

DESCRIPCION

CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA Y CALIFICACION DE SOLDADORES SEGÚN AWS D14.1.

Condiciones Generales, Requisitos.

- Esta instrucción de trabajo debe ser empleada en conjunto con los planos de fabricación.
- Los requisitos de las inspecciones soldadas estarán definidos en las especificaciones técnicas del proyecto o especificación del fabricante y que debe obedecer los códigos AWS D14.1.
- Los procedimientos de soldadura calificados tendrán un rango de calificación en producción para juntas a tope y juntas en ángulo según el código AWS D14.1 sección Calificación.

Tabla 4.8 Tipo y posición de los procedimientos de soldadura

Table 13 Procedure Qualification—Type and Position Limitations (see 9.10.5)					
Qualification Test		Type of Weld and Position of Welding Qualified ⁽¹⁾			
		Plate ⁽²⁾		Pipe ⁽²⁾	
Weld Type	Plate or Pipe Positions ⁽³⁾	Groove	Fillet	Groove	Fillet
Plate-groove	1G	F	F	F	F
	2G	H	F, H	F, H	F, H
	3G	V	V		
	4G	OH	OH		
Plate-fillet	1F		F		F
	2F		F, H		F, H
	3F		V		V
	4F		OH		OH
Pipe-groove	1G Rotated	F	F	F	F
	2G	F, H	F, H	F, H	F, H
	5G	F, V, OH	F, V, OH	F, V, OH	F, V, OH
	6G ⁽⁴⁾	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH

Notes:

(1) Positions of welding: F = flat, H = horizontal, V = vertical, OH = overhead.

(2) Qualifies for a welding axis with an essentially straight line and specifically includes plates, wrought shapes, fabricated sections, and rectangular fabricated sections and pipe or tubing over 24 in. (600 mm) minimum in diameter, except for complete joint penetration welds in tubular T-, Y-, and K-connections. This includes welding along a line parallel to the axis of round pipe.

(3) See Figures 11, 12, and 13.

(4) Qualifies for fillet and groove welds in all positions except for complete joint penetration groove welding of T-, Y-, and K-connections.

Fuente: AWS D14.1

Tabla 4.9 Posición para la calificación de los procedimientos de soldadura a tope

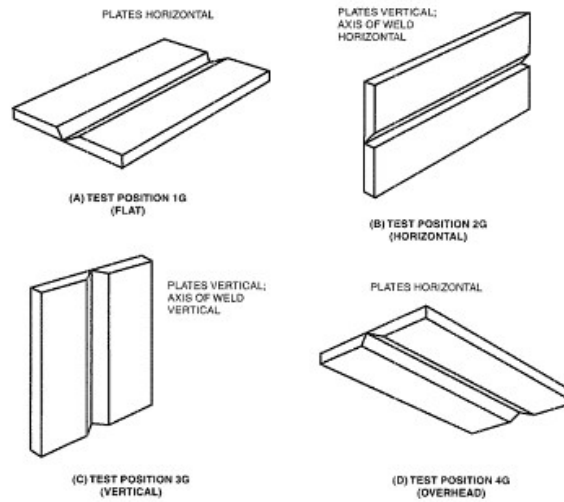


Figure 11—Positions of Test Plates for Groove Welds

Fuente: AWS D14.1

Ilustración 4.1.3 Posición para la calificación de los procedimientos de soldadura a filete

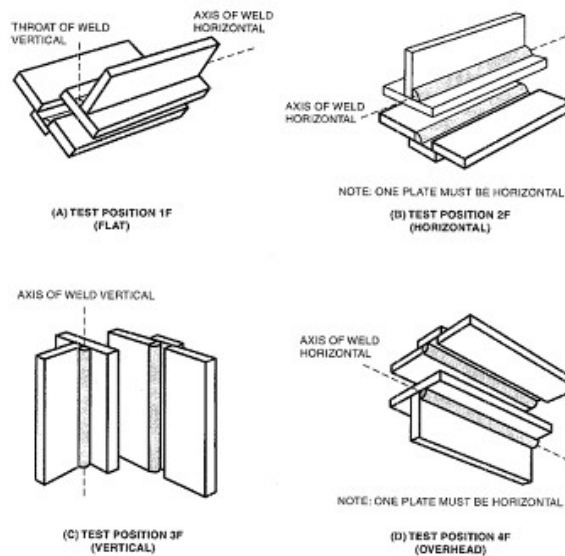


Figure 13—Positions of Test Plates for Fillet Welds

Fuente: AWS D14.1

Ilustración 4.1.4 Especificación de probetas para procedimientos de soldadura

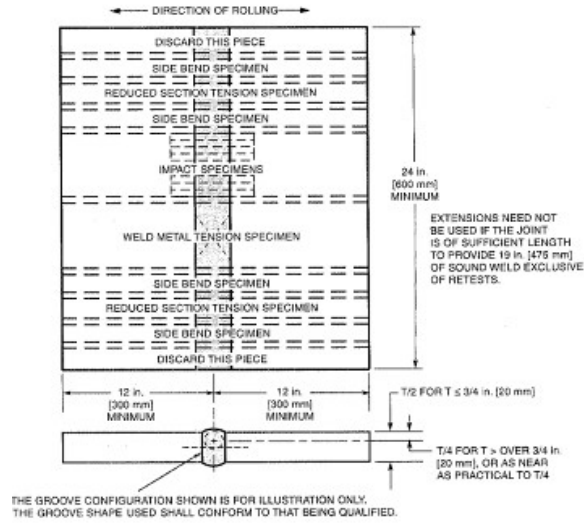


Figure 14C—Location of Test Specimens on Welded Test Plate—Electroslag and Electrogas Welding—Procedure Qualification

Fuente: AWS D14.1

Ilustración 4.1.5 Especificación de probetas para calificación de soldadores

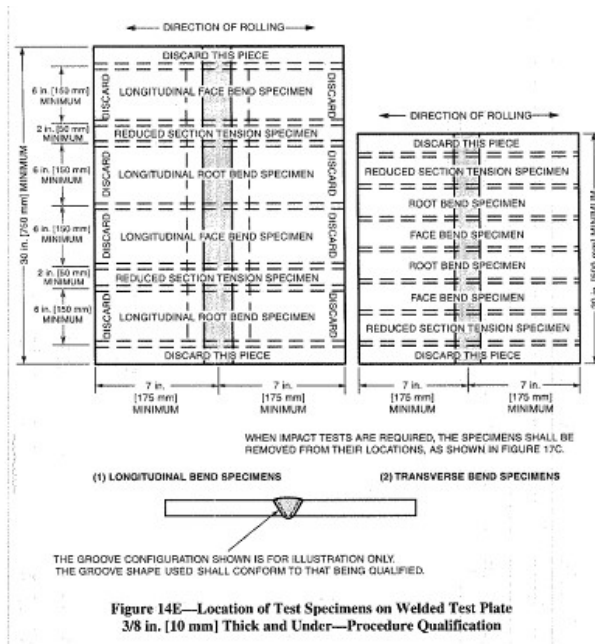


Figure 14E—Location of Test Specimens on Welded Test Plate 3/8 in. (10 mm) Thick and Under—Procedure Qualification

Fuente: AWS D14.1

Calificación de procedimientos de soldadura

- Toda especificación de procedimiento de soldadura (WPS) debe contar con variables esenciales, no esenciales y esencial suplementaria aplicable a cualquier proceso de soldadura.
- Las variables esenciales deben estar definidas en los procedimientos de soldadura cualquier variación fuera de la tolerancia permisible del código es necesario recalificar.
- Una variación en las variables no esenciales no requiere recalificación.
- Toda especificación de procedimiento de soldadura (WPS) calificada debe referenciar su registro de calificación de procedimiento (PQR) conforme a las exigencias del código.
- Todo PQR debe documentar todas las variables esenciales para cada proceso de soldadura.
- Un WPS puede requerir uno o más PQR como sustento; un PQR puede dar soporte a más de un WPS.

Procedimientos pre-calificados

- La elaboración de los procedimientos pre-calificados a penetración completa (CJP) y penetración parcial (PJP) tendrán como diseño de junta de acuerdo a lo indicado en la norma AWS D14.1.

Calificación de soldadores

- La calificación de soldador está limitada por las variables esenciales establecidas en cada proceso de soldadura.
- El registro de calificación del soldador debe contener las variables esenciales empleados en el WPS, los resultados de los ensayos y pruebas deben estar registrados.
- Todos los soldadores calificados deben estar en un registro de calificación de soldadores.

- En la calificación de soldador debe incluir inspección visual de la soldadura de la probeta con los criterios de aceptación o rechazo indicados en el código AWS D14.1.
- La calificación de soldadores tendrá un rango de calificación en producción para juntas a tope y juntas en ángulo según lo indicado en la norma AWS D14.1.

Equipos de Soldadura

- Los soldadores debe ejecutar empleando procesos permitidos en la norma de construcción del equipamiento.
- Los soldadores tendrán a disposición hornos portátiles con una temperatura de almacenamiento de 120 °C de acuerdo a lo indicado en el código AWS D14.1, para proceso SMAW, en caso de otros procesos de soldadura no será necesario ello.
- Se debe tener un horno de almacenamiento principal de electrodos con una temperatura mínima de 120 °C regulable.
- Las máquina de soldar deben estar calibradas, contrastando la salida de corriente de la máquina de soldar con una pinza amperimetrica calibrada.

Pre-calentamiento y Post-calentamiento.

- Las actividades deben atender los requisitos del código, normas de fabricación o especificaciones técnicas del contrato.
- La verificación del pre-calentamiento, interpase y post-calentamiento se verifica con un pirómetro o un lápiz de temperatura.

Técnica de Soldadura.

- Toda soldadura debe ser ejecutada de acuerdo a un procedimiento de soldadura calificado y ejecutado por un soldador calificado.

- Toda junta a ser soldada debe estar libre de contaminación de grasa, aceite, escamas de óxido.
- Las irregularidades y escorias ocasionadas por Oxi-corte deben ser removidas por esmerilado.
- Para soldaduras en posición vertical con electrodo revestido de bajo hidrogeno, debe ser empleado solamente en progresión ascendente.
- Martillado de la soldadura es permitido para la primera y última cama de soldadura para espesores menores de 15mm.
- Durante la ejecución de soldadura todo defecto visual debe ser removido.

Consumibles.

- Todo consumible debe ser recibido en almacén en su envase sellado.
- Todo electrodo revestido que presenta defecto en el revestimiento, falta de espesor del revestimiento, oxidación en el núcleo, núcleo no concéntrico, debe ser rechazado.
- Los electrodos se almacenaran en un horno principal a una temperatura mínima de 120 °C, y almacenados en los hornos portátiles durante el proceso de soldadura a una temperatura mínima de 120°C.

Ambiente de soldeo

- La soldadura deberá ser ejecutada en una superficie limpia y seca.
- Toda humedad de las juntas de soldadura debe ser removida por calentamiento directo.
- Los trabajos de soldadura no deben ser ejecutadas en lluvia, viento fuerte.

Inspección de soldaduras

- Una inspección de juntas soldadas e interpretación de sus resultados deben ser ejecutadas de acuerdo los criterios de aceptación o rechazo del código de fabricación del proyecto y conforme al plano de fabricación.
- El instrumento de medición de la soldadura debe estar calibrado.

DOCUMENTOS ASOCIADOS

- CC-F-009 “Lista de procedimientos de soldadura”.
- CC-F-010 “Lista de soldadores calificados”.
- Calificación de procedimiento de soldadura (PQR) AWS”.
- Especificación de procedimiento de soldadura (WPS) AWS”.
- Calificación de soldadores y operadores”.
- “Registro de Ensayo de Doblado y Nick Break”.
- “Informe de Ensayo de Tracción”.
- “Reporte de inspección por Ensayo No Destructivo”.

Una vez realizados los procedimientos, podemos elaborar el plan de aseguramiento de la calidad y el plan de puntos de inspección.

Plan de Aseguramiento de la Calidad

OBJETIVO

El presente Plan de aseguramiento de la calidad describe la forma como se implementará la Política de Calidad de CONSTRUCCIONES METALLICAS HOLLAND S.A.C. en la realización del Proyecto; identificando las normas de calidad aplicables y los pasos a seguir para cumplirlas. Este Plan de calidad asegurará que los documentos, planos, materia prima y procesos de fabricación se encuentren bajo lo estipulado enmarcados en el Plan de Calidad CONSTRUCCIONES METALLICAS HOLLAND S.A.C. y que sean autorizados para el

uso en la fabricación del Proyecto, así como también en el uso de los equipos requeridos durante el proceso.

ALCANCE

El presente Plan de Aseguramiento y Control de la Calidad ha sido desarrollado en base a las normas, estándares y teniendo en cuenta los requerimientos del cliente señalados inicialmente en los documentos contractuales y planos para el presente Proyecto; asimismo, considera los compromisos técnicos de calidad de Construcciones Metálicas Holland S.A.C.

Describe el objetivo y la organización para cumplirlo, determinando a la vez un servicio permanente de información y consulta de la implementación, mantenimiento y mejora del mismo.

La etapa de las actividades se sujetará estrictamente al plan de puntos de inspección. CONSTRUCCIONES METALLICAS HOLLAND S.A.C. se compromete a mantener los estándares indicados en el Plan de Aseguramiento y Control de la Calidad, buscando la mejora continua, producto de la experiencia de nuestra empresa, tanto en trabajos de fabricación en planta como en obra.

De esta manera, Construcciones Metálicas Holland S.A.C.:

- Identifica sus procesos y procedimientos, haciendo efectiva su difusión e implementación en los niveles respectivos de la Organización.
- Determina la secuencia e interacción de dichos procesos.
- Determinan los criterios de aceptación y rechazo a través de métodos necesarios para asegurar la confiabilidad en la operación y que el control de sus procesos sean eficaces.

- Se asegura la disponibilidad de recursos e información para el apoyo de la operación y el seguimiento en cada uno de los procesos.
- Realizara el seguimiento y análisis en cada proceso apoyándose en los documentos definidos para cada caso y sus normas aplicadas.
- Implementa las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua en los procesos, apoyándose en los procedimientos y registros correspondientes.

REFERENCIAS.

- ASTM-A36/A36M, A563, A325, F436, A305, A276, A108, A29/A29M, E140, E29, E10, D4285, D4541, D4417, E337, D4414.
- AISC
- AISI 304, 4140, 431, 1020.
- AWS D1.1 2015, AWS D 14.1
- AWS B2.1.
- ASME.
- ANSI.
- SSPC-SP1, SP2, SP5, PA2, AB1.
- Especificación Técnica del Cliente.
- DIN EN ISO 13920.
- Etc.

DESCRIPCION

INGENIERIA

GENERALIDADES

- En la fabricación del Proyecto, CONSTRUCCIONES METALLICAS HOLLAND S.A.C. es responsable por el desarrollo de planos de fabricación para Taller y Obra.

- Las especificaciones técnicas del Cliente son revisadas por el área de operaciones para la adecuación y cumplimiento de los requerimientos aplicables. Cualquier información adicional requerida deberá ser coordinada con el Cliente antes de comenzar el trabajo.
- A cada elemento fabricado se le asigna el código indicado en el plano de fabricación, esto para poder identificarlo y realizar la trazabilidad acorde a los planos de ingeniería y los documentos de del área de Control de Calidad.
- El Listado de Materiales o Requerimiento de Materiales deberá especificar los materiales ASTM, AISI, API o material equivalente según indique las especificaciones técnicas del Cliente.
- Los Planos de Fabricación deberán incluir información necesaria para la correcta fabricación acorde a las especificaciones del cliente, tales como:
 - Tipos y detalles de junta.
 - Número de Orden de Trabajo “OT”.
 - Nota de plano de referencia.
 - Número de revisión del plano de diseño aplicable.
 - Dimensiones completas y detalles.
 - Listado de materiales con requerimientos ASTM, AISI, API u otro.

DISTRIBUCION

- El área de operaciones entregara planos de fabricación al departamento de Control de Calidad, área de producción y para Logística quedando una constancia como cargo de entrega de los mismos.

RECEPCION DE MATERIALES E INSPECCION

CONSTRUCCIONES METALLICAS HOLLAND S.A.C. establece un mecanismo que permite realizar una adecuada recepción de los suministros y a la vez una verificación de los mismos bajo los estándares del fabricante y las normas establecidas para cada uno de ellos.

CONSTRUCCIONES METALLICAS HOLLAND S.A.C. evalúa cuidadosamente el perfil técnico, social, tributario y legal de sus proveedores, su nivel de cumplimiento con los estándares especificados para el proyecto.

CONSTRUCCIONES METALLICAS HOLLAND S.A.C. realizara un seguimiento de los sub-contratistas y un control permanente de los procesos de producción, para:

- a. Demostrar la confiabilidad y conformidad del servicio.
- b. Asegurar la confiabilidad del Sistema de Aseguramiento y Control de la Calidad.

- CONSTRUCCIONES METALLICAS HOLLAND S.A.C. dará al cliente amplia información, tales como los datos concretos de la fabricación estructural y certificados de calidad, estas pruebas se consideran suficiente para aprobar la calidad del acero suministrado.

- El área de Control de Calidad, es responsable de inspeccionar y validar la calidad del producto, esta verificación se realizará como indica el Procedimiento de control de Calidad de Materias Primas. Para ello se deben de cumplir las especificaciones indicadas por el cliente, se debe verificar tanto la documentación como la condición del producto, teniendo para ello la facultad de decidir si se acepta, o rechaza en caso no cumpla con lo que indica la documentación

de respaldo, especificaciones técnicas del Cliente y/o presenta daños físicos.

- La inspección de recepción de materiales y consumibles se llevará a cabo desde la descarga en las instalaciones de CONSTRUCCIONES METALLICAS HOLLAND S.A.C. y concluirán con el ingreso al almacén, hasta que se inspeccione o de otro modo se verifique y sea conforme al Plan de Aseguramiento y Control de Calidad utilizando la siguiente documentación:

- Orden de compra.
- Guía de remisión del proveedor.
- Certificado de calidad del material.

Esta inspección determinara la conformidad o la no-conformidad de los materiales por recibir, para el caso de la conformidad en la recepción debe cumplir que los materiales mencionados en la guía de remisión sean los mismos que se especifican en la orden de compra y que los certificados de calidad sean para los mismos materiales que estén ofreciendo.

FORMATOS APLICABLES.

- CC-F- 001 Recepción de materiales

HABILITADO DE ELEMENTOS Y ARMADO

Se aplica a todas las actividades mencionadas en este Plan de Aseguramiento y Control de Calidad de los diversos elementos a fabricarse en el proyecto.

Esta actividad se inicia con la respectiva selección de los diversos procesos de corte, trazados para el habilitado y armados que se emplean durante el proyecto.

DESARROLLO.

Proceso de corte a emplearse.

- Se hará uso solamente de procesos de corte previamente seleccionada.
- Las dimensiones para la realización del corte de planchas y la preparación de los biseles deben estar indicadas en los planos de fabricación entregados por el área de Ingeniería.
- Para acero al carbono por debajo del 0.25% la calidad de corte es buena por lo que no se requerirá de precalentamiento previo antes del corte.
- Para aceros de alto carbono estas deben tener un precalentamiento previo, con la finalidad de evitar un endurecimiento y fisuras.
- Todo material habilitado debe de contar con su colada respectiva, la cual se marcará después de realizado el corte. El Ingeniero de habilitado deberá velar por que se cumpla dicho cometido.
- Todas las superficies resultantes deberán ser suaves, uniforme y estar libre de escamas y escorias acumuladas antes de proceder a soldar.
- Se limpian con escobilla de acero los bordes antes de iniciar el proceso de soldeo.
- Los bordes de las planchas pueden cortarse manualmente con oxígeno.
- El bisel para la soldadura a tope será preparado según lo indicado en los planos de fabricación y en los procedimientos de soldadura a emplearse.
- Las reparaciones por soldadura de los biseles deberá coordinarse con el Inspector de Control de Calidad de tal manera que se haga uso de un procedimiento calificado y soldador calificado, con la finalidad de asegurar una correcta reparación.

Proceso de habilitado, armado y apuntalado.

- Luego del trazado y corte el proceso siguiente es el de habilitado si es necesario con el uso de conformado en frío de los diversos elementos tales como planchas, tuberías, vigas, transición, ductos, etc.
- El rolado de los elementos de la estructura se realizará por medio de una rola y se verificará por medio de plantillas, para verificar el radio de curvatura.
- Se verificará la ubicación y cantidad de agujeros, así como también el diámetro de los mismos.
- Se verificarán los destajes y la verticalidad del corte
- Luego se usarán puntos de soldadura o elementos que permitirá dar la configuración de los diversos elementos, efectuándose una labor correcta y necesaria sin el deterioro de los diversos elementos que participan en dicha unión.
- Los puntos de soldadura serán espaciados de acuerdo a lo requerido.
- Todo punto de soldadura que presente una fisura, será retirado durante el proceso de soldeo.

FORMATOS APLICABLES

- CC-F- 003 Trazabilidad.

CONTROL DIMENSIONAL

Contrastar que las magnitudes medidas en las fabricaciones cumplan con las exigencias dadas en los planos de fabricación y diseño o de exigencias técnicas proporcionadas por el cliente, para lo cual se selecciona los instrumentos de control necesarios para efectuar dicha labor.

TOLERANCIAS.

Las tolerancias de los controles dimensionales se basaran en los siguientes documentos:

- Planos de Fabricación, si estuvieran indicadas.
- DIN EN ISO 13920.

DESARROLLO.

- Verificar Longitud, redondez, verticalidad, cuadratura y alineamiento.
- Posterior al apuntalado de los elementos se verificara el rolado, conformado en caso de tanques, ubicación de agujeros, de brackets, cartelas, placas superiores e inferiores y otros elementos principales, de no alcanzar las tolerancias de redondez y ubicación de las demás piezas de una fabricación se procederá a su corrección..
- Se verificara la Longitud de cotas principales.
- Se identificara cada elemento fabricado.
- Las tolerancias para estos controles estarán en función a lo especificado en los planos de fabricación, y a la DIN EN ISO 13920.

FORMATOS APLICABLES.

CC-F-008 Lista de Equipos de Medición y Seguimiento

CC-F-004 Control Dimensional

CONTROL DE SOLDADURA E INSPECCION VISUAL.

Definir los criterios técnicos aplicables a la inspección y ensayos de uniones soldadas, ejecutadas en concordancia con la especificación técnica del cliente y basadas en la Norma Aplicable al Proyecto.

Esta sección indica los requisitos para asegurar que la soldadura durante la etapa de fabricación, sea realizada usando los

Procedimientos Precalificados y Calificados de Soldadura (WPS), y que los Soldadores estén calificados de acuerdo al Código de referencia.

DESARROLLO.

- SOLDADURA DE PRODUCCIÓN Y REPARACIONES

El Jefe de Planta asigna un supervisor de soldadura el cual verificara el trabajo de los soldadores y será el responsable de dar los alcances a los soldadores de lo indicado en el WPS a usarse, en caso sea requerido el supervisor aclarará cualquier duda.

El Supervisor de Soldadura identificará con marcador metálico el código del soldador en cada cordón de soldadura o soldadura reparada que se realice.

Para la soldadura en filete se usará “apéndices” para mantener la uniformidad del cateto de soldadura en toda la longitud del cordón de soldadura.

- INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA

Durante y después del soldeo de cada entidad, se deberá verificar el estado del cordón de soldadura en forma visual, y sobre la base del defecto se coordinará la acción inmediata o correctiva posterior.

La inspección visual no se preocupa del proceso final, sino de todo el proceso, desde la etapa previa al desarrollo del trabajo hasta la entrega del producto al cliente las 3 categorías de inspección visual que se realiza son:

- Previa al proceso de soldadura
- Durante el proceso de soldadura

- Posterior al proceso de soldadura

Inspección Previa al Proceso de Soldadura

Permite detectar muchos problemas que se presentarán posteriormente, el inspector de control de calidad deberá concentrarse en los siguientes puntos:

- Revisión de planos y especificaciones
- Chequeo de los procedimientos y del personal involucrado.
- Establecimiento de puntos de inspección.
- Desarrollo de un plan para el monitoreo de resultado.
- Revisión del material a emplearse.
- Verificación de discontinuidades en el material base.
- Verificación de tolerancias dimensionales y alineamiento.
- Revisión de la preparación correcta de las juntas de soldadura, en su alineamiento y separación entre biseles.
- Utilización de Bridge Cam, Hi – LO welding Gage, etc.
- Verificación de la existencia de los WPQ'S con sus ensayos respectivos (destruictivos o no destruictivos).
- Dar orientación a los soldadores sobre los WPS's aprobados y de la metodología del procedimiento de soldadura.
- Asegurar secuencias de soldaduras apropiadas para minimizar la contracción y la distorsión de las fabricaciones soldadas.
- Verificación de los estados de los equipos de soldadura.
- Revisión del estado de fundentes e insumos, que estén a las temperaturas adecuadas dentro de los hornos.

Verificación durante el Proceso de Soldadura

Es prácticamente el primer control que se realiza en una junta soldada los principales aspectos a controlar son:

- Verificación del proceso de soldadura y el procedimiento de aplicación.

- Asegurar que las etapas del proceso de soldaduras se llevan a cabo conforme a lo establecido por el WPS (Tipo, diámetro de los electrodos, voltaje, amperaje, velocidad de deposición de los electrodos, tipo de corriente y polaridad, tipo de flujo de los gases de protección).
- Calidad del pase de raíz.
- Preparación de raíz previa a la soldadura del lado opuesto.
- Secuencia de la soldadura.
- Verificar que la temperatura de precalentamiento y la temperatura entre pases son las especificadas por el WPS, y que estas son controladas por pirómetros digitales.
- Revisar la limpieza inicial después del pase de raíz y entre pases.
- Correcta regulación de parámetros de soldadura.
- Selección del electrodo y equipo, en perfecto estado de operación.
- Asegurar que los materiales de soldadura se siguen manejando y almacenando apropiadamente.
- Verificar la realización y los resultados de los exámenes no destructivos en proceso especificados.

Inspección después del Proceso de Soldadura.

En esta etapa se comprobará si hemos inspeccionado adecuadamente las 2 etapas anteriores, el inspector debe prestar especial atención no solamente a los aspectos de verificación más importantes son:

- Apariencia final del depósito de soldadura.
- Dimensiones finales y tolerancias dimensionales.
- Longitud del depósito de soldadura.
- Distorsiones en la pieza o estructura soldada.

- Las inspecciones se realizarán diariamente y la corrección de los cordones que se encuentren no conformes serán corregidas a la brevedad posibles en coordinación con el supervisor de fabricación o supervisor de soldadura.
- Verificar las actividades de reparación y re inspección.
- Utilización de Bridge Cam Gage, HI – LO Welding Gage, Fillet Weld, “V-WAC” Single weld Gage, los cuales estarán debidamente calibrados.
- Asegurar que las estructuras completas (o las uniones soldadas, según sea aplicable de acuerdo al WPS) se sometan al tratamiento térmico posterior a la soldadura (alivio de tensiones si fuera el caso).
- Asegurar que se llevan a cabo los ensayos (no destructivos) pruebas hidrostáticas, etc. Especificadas en los códigos o especificaciones técnicas y que sus resultados cumplen con los criterios de aceptación.
- Recopilar, distribuir y archivar toda la documentación generada de la fabricación e inspecciones requeridas.

FORMATOS APLICABLES

CC-F-008 Lista de equipos de medición y seguimiento

CC-F-009 Lista de Procedimientos de Soldadura.

CC-F-010 Lista de Soldadores Calificados.

CC-F-005 Inspección Visual de Soldadura

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.

Todos los Ensayos No Destructivos deberán realizarse según el procedimiento específico aplicable.

DESARROLLO.

Las inspecciones mediante líquido penetrantes será realizado internamente por el Supervisor de calidad (certificado bajo los requerimientos de la ASNT SNT-TC-1A).

El método de inspección se realizara de acuerdo al ASTM – E165 Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination, bajo el criterio de aceptación según el código especificado.

Los pasos a seguir para la inspección por líquido penetrante son:

- Limpieza de superficie.- se aplica directamente sobre la pieza en cuestión, su función es remover los residuos de suciedad, grasa, aceite, agua, agentes químicos y cualquier otro material, dentro de los tipos de limpiadores se tiene el CLEANER de la marca Dantesco y/o similar.

- Aplicación del penetrante.- generalmente es de color rojo, este tinte penetra en las fisuras o grietas más inaccesibles, cuando la pieza en cuestión será sometida a fatiga, será recomendable que el tinte permanezca un mínimo de 15 minutos para aumentar la probabilidad de penetrar completamente.

- Remoción del exceso del penetrante.- transcurrido el tiempo se remueve el exceso de penetrante con limpiador Cleaner y con paños sin pelusas.

- Aplicación del revelador.- su función es ayudar a que el penetrante depositado emane a la superficie proporcionando un entorno adecuado para la detección de los defectos. El tiempo de espera es la mitad que se dejó para el penetrante.

Los Ensayos No Destructivos tales como Partículas Magnéticas, Ultrasonido, Radiografía entre otras, serán sub-contratados y se llevarán a cabo por personal calificado, es decir, un Nivel II llevará a cabo los ensayos y un Nivel III visará el procedimiento de trabajo. La revisión de la calificación del personal será realizada por el Departamento de Control de Calidad.

FORMATOS APLICABLES

CC-F-007 Inspección con Líquido Penetrante.

Registros Externos del Proveedor de Servicio.

PREPARACION SUPERFICIAL Y PROTECCION SUPERFICIAL.

Aplicable a todas estructuras y en especial a aquellas entendidas que por sus condiciones de trabajo (humedad y contaminación ambiental, temperatura de operación), deba asegurarse la adherencia de la pintura.

DESARROLLO.

a. Preparación de Superficie.

- El sistema de Preparación Superficial figura en los planos de fabricación o en las especificaciones técnicas del cliente.
- Verificar que no existan salpicaduras de soldadura, bordes irregulares, quemaduras en la entidad antes del proceso de limpieza mediante abrasivo, caso contrario estas deberán ser esmeriladas.
- Verificar que las superficies estén libres de aceites, grasas y cualquier otro material con que pudiese ser contaminada.
- Verificar que las condiciones ambientales se han favorables para el proceso de limpieza superficial mediante escoria. No se

efectuará la labor de preparación superficial si se presentan las siguientes condiciones:

Si la temperatura es inferior a 5° C, si la humedad relativa es mayor a 85% y en días de lluvia o niebla. El material a utilizar en el proceso será granalla de acero.

- Las condiciones ambientales serán registrados en el Registro de preparación y protección superficial CC-F-006 Preparación superficial y Pintura.
- Las superficies que han sido trabajadas no se podrán mantener sin pintar por más de cuatro horas iniciado el proceso de preparación superficial.
- Someter las estructuras a una preparación superficial de acuerdo a lo indicado en la especificación técnica del cliente.
- Los parámetros óptimos para una correcta aplicación del material abrasivo son:
 - Presión de la compresora 6bar.
 - Boquilla de manguera apropiada para el proceso (para escoria de cobre o granalla).
 - Vida útil de los insumos (menor cantidad de ciclos).

Posterior a la preparación superficial mediante escoria de cobre, el inspector de control de calidad tomará una muestra de lote preparado para determinar la rugosidad de los materiales o producto preparado superficialmente lo registra en el formato CC-F-006 Preparación superficial y Pintura.

b. Protección Superficial.

- Antes de aplicar la primera capa verificar que no se supere las 4 horas después de la preparación superficial en taller, caso contrario se detendrá el proceso y se deberá reprocesar del elemento.

- Verificar que los componentes del sistema de pintura sean compatibles y de la misma marca, luego proceder con la preparación, seguir las instrucciones del fabricante.
- No se pintará cuando la temperatura del aire sea inferior a 10 °C o cuando se prevean temperaturas ambientales de 0°C o menos.
- No se pintara sobre superficies metálicas si estas se encuentran a más de 40 °C.
- No se pintará bajo condiciones de lluvia, llovizna o neblina.
- Solo se pintara sobre superficies secas y cuando la humedad relativa no excede de 85%. El cual será controlado por el Inspector de Calidad de pintura que registra todos los parámetros.
- Esquema del pintado.

De acuerdo a especificaciones del cliente.

- Posteriormente a la aplicación y la pintura seca al tacto duro se medirá los espesores de pintura seca con un instrumentos digital El cometer 456 o similar y verificar que el espesor sea el requerido.
- Verificar que los elementos pintados tengan un acabado liso, sin rugosidades, grietas, ampollas, salpicaduras, goteos, etc.
- La prueba de adhesión de la pintura se realizara sobre probetas normalizadas con el procedimiento de aplicación de pintura del proyecto cuando haya alcanzado el curado total según hoja técnica de fabricante de pintura.

(Adherencia ASTM 4541).

- La técnica de medición para determinar los promedios de recubrimientos se harán de acuerdo a SSPC-PA.2 Apéndice 1 (donde se indica una tolerancia de $\pm 20\%$ del espesor final), salvo indicación del contrato.

CONTROL DE PRODUCTOS NO CONFORMES

IDENTIFICACIÓN DE UNA NO CONFORMIDAD

- Una No Conformidad es cualquier condición que no cumpla con los requerimientos indicados por el Cliente, incluyendo todos los del presente procedimiento.
- Tan pronto se detecte que un elemento no cumple con los requerimientos aplicables al proyecto; el Inspector de Control de Calidad marcará el elemento no conforme como “CONCESIÓN”, “CORREGIR”, “REPROCESO” o “RECHAZADO” según sea el caso. Luego, emitirá un reporte identificando la no conformidad y asignando un numero correlativo a dicho reporte, el elemento no conforme deberá moverse a un área para su posterior reparación.
- El Reporte de Producto No Conforme deberá indicar las disposiciones para su corrección. Deberá contener la firma y fecha del Inspector de Control de Calidad, se debe comunicar al Jefe de Control de Calidad, Ingeniero de Producción a cargo y Jefe de Planta.
- El Inspector de Control de Calidad entregará una copia del Reporte de Producto No Conforme al Ingeniero de Producción y al Jefe de Taller para el levantamiento respectivo.

CORRECCION DE NO CONFORMIDAD

La condición de no conformidad puede ser clasificada como sigue:

- CONCESIÓN. - El inspector de control de calidad consultará con el ara de ingeniería en caso sea necesaria una revisión de los planos de fabricación, dicha revisión deberá ser enviada al cliente para su revisión y aprobación. La aceptación por parte del área de ingeniería deberá ser mediante la emisión de un plano con la revisión respectiva. El elemento observado en este caso será dado como “ACEPTADO”.

- CORREGIR/REPROCESO. - Todas las actividades para la reparación deberán ser realizadas usando los procedimientos e instructivos, aprobados por la empresa y aceptados por el cliente. Para reparaciones por soldadura, la disposición propuesta es remitida al cliente informar la extensión de la reparación y para la aceptación del método de reparación; y para la designación de los puntos de inspección requeridos.
- RECHAZADO. – Esta condición se da cuando luego de la inspección por parte del área de control de calidad, se haya encontrado un incumplimiento de los requisitos del producto, esta observación debe ser identificada y documentada, el elemento observado deberá ser claramente identificado como “RECHAZADO” para evitar su despacho al cliente.
- El área de producción indicará al responsable para la realización de la corrección, esto deberá estar indicado en el reporte de producto no conforme, cuando se haya realizado la corrección se solicitará una nueva inspección.

VERIFICACIÓN DE LA CORRECCIÓN

- El Inspector de control de calidad efectuará la inspección del elemento observado luego de la reparación realizada, una vez concluida la inspección y siempre y cuando la observación haya sido corregida, el elemento pasará a ser “ACEPTADO”. Se firmara la no conformidad emitida para su posterior cierre.

FORMATOS APLICABLES

CC-F-002 No Conformidad

DESPACHO DE PRODUCTOS TERMINADOS

DESARROLLO

- El despacho de las estructuras terminadas, se realizará de acuerdo al cronograma establecido. Para lo cual se emitirá una lista de productos a despachar, que será la base para la elaboración de la guía de remisión en la cual se consignará la orden de trabajo, códigos de las estructuras a enviar, los detalles necesarios para su correcta identificación como cantidad, fecha, datos del transporte. Los elementos a despachar estarán registrados en el formato CC-F-023 Liberación para Despacho

FORMATOS APLICABLES

Liberación para Despacho

DOSSIER DE CALIDAD

- El Dossier de Calidad es una carpeta en donde están compilados todos los documentos que dan al cliente una garantía que las actividades realizadas por el contratista que se han cumplido con los requisitos de calidad establecidos al inicio del contrato.
- El Dossier de Calidad original se entregará al término de la fabricación del Proyecto en curso.

DOCUMENTOS ASOCIADOS.

Los formatos aplicables al proyecto se describen a continuación:

CC-F-001 Recepción de materiales

CC-F-002 No Conformidad

CC-F-003 Trazabilidad

CC-F-004 Control Dimensional

CC-F-005 Inspección visual de Soldadura

CC-F-006 Preparación Superficial y Pintura.

CC-F-007 Inspección con Tintes Penetrantes

CC-F-008 Lista de equipos de medición y seguimiento

CC-F-009 Lista de procedimientos de soldadura

CC-F-010 Lista de soldadores calificados

CC-F-011 Liberación para despacho

CC-L-002 Plan de Puntos de Inspección

Plan de Puntos de inspección

Este plan indica de manera esquematizada las etapas a inspeccionar, características a inspeccionar, método de inspección, documentos de referencia, criterio de aceptación, la frecuencia de la inspección si como el registro aplicable para documentar la inspección realizada, este plan se presenta en los anexos.

4.2 Población y muestra

Nuestra población son los proyectos de fabricación y muestra para este caso comprenderá la fabricación de la viga principal para puente grúa.

4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de la información documental

En el presente proyecto se aplicó la técnica documental y la técnica empírica.

Se usaron registros de inspección de proyectos ejecutados anteriormente, así también como documentación de dossiers de calidad de fabricaciones realizadas con anterioridad. Catálogos de materiales estructurales y consumibles

- Cuestionario

Según Espinoza 2010 indica “Es un instrumento de investigación que está estructurado con un conjunto de preguntas para obtener información sobre el objeto de investigación. Utiliza preguntas cerradas, preferentemente.”

Se realizó un cuestionario inicial para determinar con que documentación se cuenta e identificar los procedimientos, planes y formatos a elaborar.

4.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información de campo

En el presente proyecto se aplicó la técnica empírica.

- Observación

“La observación es una técnica de recolección de datos que permite acumular y sistematizar información sobre el objeto de investigación que tiene relación con el problema de investigación.”

Se realizaron fichas de observación de datos, en las actividades de la empresa para recolectar información de campo, así como también registros fotográficos de las diferentes actividades de fabricación.

4.5 Análisis y procesamiento de datos

Para el análisis y procesamiento de datos se usó la información obtenida del cuestionario inicial de diagnóstico.

V RESULTADOS

Los resultados obtenidos son:

Procedimientos del sistema de gestión de calidad.

GC-P-001 Control de documentos y Registros

GC-P-002 Auditorías Internas

GC-P-003 Control y tratamiento del producto no conforme

GC-P-004 Acciones correctivas y preventivas

Documentos del área de aseguramiento y control de calidad.

Planes

CC-L-001 Plan de aseguramiento y control de calidad

CC-L-002 Plan de puntos de inspección

Procedimientos

CC-P-001 Control de Calidad de Materias primas

CC-P-002 Control de Calidad en el Proceso Productivo

CC-P-003 Inspección Visual de Soldadura

CC-P-004 Inspección con Líquidos Penetrantes

Instructivos

CC-I-001 Trazabilidad

CC-I-002 Inspección dimensional de estructuras

CC-I-003 Inspección para la soldadura de elementos

CC-I-004 Inspección para la preparación superficial de elementos

CC-I-005 Inspección para el pintado de elementos

CC-I-006 Calificación de procedimientos de soldadura y calificación de Soldadores

Formatos

CC-F-001 Recepción de materiales

CC-F-002 Producto no conforme

- CC-F-003 Trazabilidad
- CC-F-004 Control dimensional
- CC-F-005 Inspección visual de soldadura
- CC-F-006 Preparación superficial y pintura
- CC-F-007 Inspección por líquidos penetrantes
- CC-F-008 Lista de equipos de medición y seguimiento
- CC-F-009 Lista de procedimientos de soldadura
- CC-F-010 Lista de soldadores calificados
- CC-F-011 Liberación para despacho

VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación de la hipótesis

Hipótesis General	Resultado
El plan de aseguramiento de la calidad, bajo las normas de fabricación, garantiza de manera favorable la mejora en el proceso de fabricación de viga cajón para puente grúa.	<p>Se elaboraron procedimientos para implementar un Sistema de Gestión.</p> <p>GC-P-001 Control de documentos y Registros</p> <p>GC-P-002 Auditorías Internas</p> <p>GC-P-003 Control y tratamiento del producto no conforme</p> <p>GC-P-004 Acciones correctivas y preventivas</p> <p>Se elaboraron documentos del área de aseguramiento y control de calidad.</p> <p>Planes</p> <p>CC-L-001 Plan de aseguramiento y control de calidad</p> <p>CC-L-002 Plan de puntos de inspección</p>

Hipótesis Especifica	Resultado
<p>Los procedimientos para el habilitado y armado disminuyen las no conformidades en la fabricación de vigas cajón para puentes grúas.</p>	<p>Se elaboraron documentos del área de aseguramiento y control de calidad.</p> <p>Planes</p> <p>CC-P-001 Control de Calidad de Materias primas</p> <p>CC-P-002 Control de Calidad en el Proceso Productivo</p> <p>CC-I-001 Trazabilidad</p> <p>CC-I-002 Inspección dimensional de estructuras</p>

Hipótesis Especifica	Resultado
<p>La elaboración de procedimientos de soldadura y procedimientos de inspección de soldadura permitirán garantizar los trabajos de soldadura en la fabricación.</p>	<p>Se elaboraron documentos del área de aseguramiento y control de calidad.</p> <p>Planes</p> <p>CC-P-002 Control de Calidad en el Proceso Productivo</p> <p>CC-P-003 Inspección Visual de Soldadura</p> <p>CC-P-004 Inspección con Líquidos Penetrantes</p> <p>CC-I-003 Inspección para la soldadura de elementos</p> <p>CC-I-006 Calificación de procedimientos de soldadura y calificación de Soldadores</p>

Hipótesis Especifica	Resultado
<p>La elaboración y desarrollo del procedimiento de preparación superficial y pintado nos permitirá garantizar el correcto acabado de las superficial de las estructuras.</p>	<p>Se elaboraron documentos del área de aseguramiento y control de calidad.</p> <p>Planes</p> <p>CC-P-002 Control de Calidad en el Proceso Productivo</p> <p>CC-I-004 Inspección para la preparación superficial de elementos</p> <p>CC-I-005 Inspección para el pintado de elementos</p>

6.2 Contratación de los resultados con estudios similares

En comparación con la tesis de Coaguila Gonzales, A.F. (2017), en su tesis titulada “Propuesta de implementación de un modelo de Gestión por Procesos y Calidad en la empresa O&C Metals SAC” en el presente proyecto se implementa los procedimientos básicos de un sistema de gestión de calidad, dando mayor énfasis en la implementación de documentos del área de control de calidad, esto con el fin de optimizar los procesos productivos.

En comparación con el informe de suficiencia Ampuero Huamani, H.R.(2018), en su informe de suficiencia profesional “Mejorar la eficiencia del proceso de certificación en equipos de izaje en la empresa SGS del Perú SAC” los resultados obtenidos son significativos tomando en consideración los criterios de inspección para certificar los equipos, en dicho proceso se presentaran los procedimientos, instructivos y registros de inspección que han sido el resultado de la presente tesis.

En comparación con la tesis de Díaz Aguilar, C.M. (2015), titulada “Programa de implementación de una sistema de Gestión de Calidad basado en la norma ISO 90001:2008, para la optimización de la producción en una empresa metalmecánica, Arequipa 2015” , se aprecia que al igual que en presente tesis la implementación de un sistema de gestión de calidad, es la mejor manera de que la organización pueda ser competitivo en el mercado actual,

Respecto a la tesis de Galarza Jaramillo, J.G. (2012), titulada “Plan de Mantenimiento de un puente grúa con capacidad de 10 toneladas”, se puede rescatar la importancia de llevar un óptimo control de calidad en la fabricación de la viga cajón, ya que esta es la parte más importante del puente grúa, debido a que esta estructura es la parte

principal para el montaje de los equipos para poder instalar y dejar operativo el puente grúa.

6.3 Responsabilidad ética.

La presente tesis cumple con el respeto a la propiedad intelectual, ya que consigna las fuentes que han sido usadas para el desarrollo de la tesis.

Se cumple con las normas de internacionales para llevar a cabo un sistema de gestión de calidad, así también se cumplen con las normas internacionales de fabricación de puentes grúa.

La información brindada en la presente tesis es fidedigna, ya que describe la situación real tanto de CMH SAC, como la de otras empresas emergentes en la industria de fabricaciones metalmecánicas, que para poder ser más competitivas ven la necesidad de implementar sistemas de gestión de calidad.

La presente tesis cumple con el formato establecido por la Universidad Nacional del Callao

Se cumplió con la asistencia a las clases programadas en el módulo de tesis, así como las asesorías programadas para su desarrollo.

CONCLUSIONES

- 1.- Se logró elaborar un plan de aseguramiento de la calidad, el cual contiene las actividades de fabricación y los controles que deben aplicarse en cada etapa del proceso de fabricación cumpliendo las normas de fabricación y los requerimientos del cliente,
- 2.- Se logró elaborar procedimientos e instructivos para las etapas de habilitado y armado, teniendo en consideración las tolerancias de la norma ISO 13920.
- 3.- Se logró elaborar procedimientos de inspección de soldadura, así como procedimientos de soldadura de acuerdo a la norma AWS D14.1,
- 4.- Se logró elaborar procedimientos e instructivos, para asegurar la correcta preparación superficial y pintado de las estructuras en base a las normas SSPC.
- 5.- El resultado de implementar un plan de aseguramiento de la calidad, genera un valor agregado al producto final, mejora los procesos de producción, optimizando los recursos, minimizando reprocesos, aumentando la competitividad en el sector metalmecánico.
- 6.- La presentación de un dossier de calidad que contiene toda la documentación creada en el proyecto, es una garantía que las fabricaciones se realizaron acorde a las normas de calidad internacionales.

RECOMENDACIONES

1.- Para lograr la calidad del producto final, se debe mantener la metodología de trabajo de planificar, hacer, verificar y actuar, esto para retroalimentar al sistema de gestión de calidad, para lograr la mejora continua.

2.- Se recomienda implementar un sistema integrado de gestión de calidad, que abarque las demás áreas de la empresa, para que la mejora en la organización sea notoria y permita ampliar la cartera de clientes.

3.- Para implementar y mantener lo establecido en el plan de aseguramiento y control de la calidad, se deberá contar con personal capacitado y con experiencia para mantener y mejorar los procedimientos establecidos, detectando las mejoras que se puedan realizar.

4.- Para continuar con la mejora en la organización, esta deberá organizar capacitaciones tanto al personal a cargo de las áreas como el personal que ejecuta las actividades directas de fabricación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Antonio Franco Coaguila Gonzales.** *Propuesta de implementación de un modelo de Gestión por Procesos y Calidad en la empresa O&C Metals SAC*. Universidad San Pablo, Arequipa – Perú. 2017
- **Ampuero Huamani,** *Mejorar la eficiencia del proceso de certificación en equipos de izaje en la empresa SGS del Perú SAC- Universidad tecnológica del Perú – Perú 2018*
- **Díaz Aguilar, C.M.,** *Programa de implementación de una sistema de Gestión de Calidad basado en la norma ISO 90001:2008, para la optimización de la producción en una empresa metalmecánica, Arequipa 2015*
- **Jennifer Gisela Galarza Jaramillo.** *Plan de Mantenimiento de un puente grúa con capacidad de 10 toneladas” Escuela Politécnica Nacional de Quito Ecuador. 2012*
- **Sandoval Corredor, J.M., Torres Parra, V.A.** *“Diseño de un puente grúa para el transporte de motores diésel para el taller L&G Diesel Truck - Bogotá (2017)*
- **Jiménez Hernández, C.** (2017), *“Planeación estratégica y calidad total en una industria metalmecánica de fabricación de equipos de proceso” México 2017*

Edwards Deming, William. 1989. *Calidad, productividad y competitividad.* Madrid : Diaz de Santos S.A., 1989. 978-84-87189-22-7.

Espinoza Montes, Ciro. 2010. *Metodología de la investigación tecnológica.* Huancayo : Ciro Espinoza Montes, 2010. 978-612-00-0222-3.

Gomez Gonzalez, Sergio. 2012. *Verificación de productos.* Málaga : Ediciones Ceysa, 2012. 978-84-96960-72-5.

Ishikawa, Kaoru. 1994. *Introducción al control de calidad.* Madrid : Diaz de Santos, 1994. 978-84-7978-172-9.

Kalpakjian, Serope y Schmid, Steven. 2002. *Manufactura, ingeniería y tecnología.* Juárez : Prentice Hall Inc, 2002. 970-26-0137-1.

Larode Pellicer, Emilio y Miravete de Marco, Antonio. 1996. *Gruas.* Zaragoza : Reverte, 1996. 8460546632, 9788460546634.

2008. Manual . *Aspectos prácticos de la calidad en el servicio.* Madrid : Editorial Vertice SL, 2008. 978-84-92533-72-5.

2013. Manual de soldadura y catálogo de productos. *Manual de soldadura y catálogo de productos.* Lima : Soldexa, 2013.

Moses Juran, Joseph. 1990. *Juran y el liderazgo para la calidad.* Madrid : Diaz de Santos, 1990. 9788487189449.

Normalización, Organización Internacional de. 2015. Sistemas de gestión de la calidad - fundamentos y vocabulario. *ISO 9000 2015.* Ginebra : Secretaria Central de ISO, 2015.

UNE ISO, 10005. 2005. *Sistemas de gestión de la calidad - Directrices para los planes de calidad.* Madrid : AENOR, 2005.

Urban Brotons, Pascual. 2010. *Construcción de estructuras metálicas*.
Alicante : Editorial Club Universitario, 2010. 978-84-8454-913-0.

ASTM A36/A36M-14, Standard Specification for Carbon Structural Steel.
American Society of Testing Materials International.

ASTM A6 / A6M – 17, Standard Specification for General Requirements for
Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling.
American Society of Testing Materials International.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA			VARIABLES E HIPÓTESIS		TECNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.	DISEÑO METODOLOGICO
REALIDAD PROBLEMÁTICA	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES		
<p>CM Holland SAC es una empresa dedicada al rubro industrial de la fabricación de estructuras metalmeccánicas, por encargo de un cliente tiene asignado un proyecto de fabricación de una viga cajón para puente grúa.</p>	<p>¿Problema principal ¿Cómo el plan de aseguramiento de la calidad (PAC) garantiza la mejora en el proceso de fabricación de viga cajón para puente grúa?</p>	<p>Objetivo general Elaborar un plan de aseguramiento de la calidad (PAC) que garantice la mejora en el proceso de fabricación de viga cajón para puente grúa.</p>	<p>Hipótesis general El plan de aseguramiento de la calidad, bajo las normas de fabricación, garantiza de manera favorable la mejora en el proceso de fabricación de viga cajón para puente grúa.</p>	<p>VARIABLE Independiente. Plan de Aseguramiento de la Calidad VARIABLE Dependiente Fabricación de viga cajón para puente grúa.</p>	<p>En el presente proyecto se aplicó la técnica documental y la técnica empírica. - Cuestionario - Observación - Normas - Registros - Dossiers de Proyectos ejecutados. - Planos de fabricación. Valderrama Mendoza (2015)</p>	<p>Tipo de Investigación Investigación de tipo aplicada, Descriptiva Diseño No experimental</p>
<p>CM Holland SAC ya ha realizado proyectos de menores dimensiones realizando la fabricación de vigas cajón de puentes grúa de menor capacidad, en dichos proyectos a manera de control de interno a contratado servicios de consultoría para la elaboración de dossier de calidad de las fabricaciones realizadas, sin embargo para el presente proyecto el cliente solicita que antes del inicio de la fabricación de la viga cajón, se presente un plan de aseguramiento de la calidad, para garantizar el correcto proceso de fabricación de la estructura, lo cual conllevara a que el producto final sea aceptado por el cliente.</p>	<p>Problema específico ¿Cómo la ISO 13920 nos da los parámetros en el proceso de habilitado y armado en la fabricación de vigas cajón para puentes grúa? ¿Qué criterios nos dan las normas AWS A2.4, AWS D14.1 para elaborar y desarrollar procedimientos de soldadura y procedimiento de inspección de soldadura a aplicar en la fabricación de vigas cajón para puentes grúa?</p>	<p>Objetivo específico Elaborar los procedimientos para el habilitado y armado en la fabricación de vigas cajón para puentes grúa. Elaborar y desarrollar procedimiento de soldadura, procedimiento de inspección de soldadura para la fabricación de vigas cajón para puentes grúa, de acuerdo a las normas AWS A2.4, AWS D14.1.</p>	<p>Hipótesis específicas Los procedimientos para el habilitado y armado disminuyen las no conformidades en la fabricación de vigas cajón para puentes grúa La elaboración de procedimientos de soldadura y procedimientos de inspección de soldadura permitirán garantizar los trabajos de soldadura en la fabricación. La elaboración y desarrollo del plan de calidad nos permitirá identificar las inspecciones a realizar en las etapas de fabricación, así como los procedimientos de soldadura acorde a la norma AWS D14.1. El controlar el porcentaje de cumplimiento del plan de calidad nos permitirá alcanzar la realización de un producto óptimo.</p>	<p>Dimensión variable independiente Habilitado - ISO 13920 Armado - ISO 13920 Soldado - AWS A 2.4, AWS D14.1 Ensayos no destructivos - AWS D14.1 Pintado. - SSPC Dimensión variable dependiente Corte - Registro de Control dimensional Habilitado - Registro de Control dimensional Armado - Registro de Control dimensional Soldado Registro de Inspección visual de soldadura Ensayos no destructivos Registro de inspección por tintes penetrantes Pintado. Preparación superficial y recubrimiento.</p>	<p>Parámetros de Diseño Aseguramiento de la calidad. Control de Calidad Planes Procedimientos Formatos de inspección. Procedimientos de soldadura. Especificaciones técnicas Población y muestra Nuestra población son los proyectos de fabricación y nuestra muestra para este caso comprenderá la fabricación de la viga principal para puente grúa.</p>	

Anexo 2: Cuestionario situacional inicial

DIAGNOSTICO DE EVALUACION SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD SEGÚN NTC ISO 9001-2015							
CRITERIOS DE CALIFICACION: A. Cumple completamente con el criterio enunciado (10 puntos: Se establece, se implementa y se mantiene; Corresponde a las fase de Verificar y Actuar para la Mejora del sistema); B. cumple parcialmente con el criterio enunciado (5 puntos: Se establece, se implementa, no se mantiene; Corresponde a las fase del Hacer del sistema); C. Cumple con el mínimo del criterio enunciado (3 puntos: Se establece, no se implementa, no se mantiene; Corresponde a las fase de identificación y Planeación del sistema); D. No cumple con el criterio enunciado (0 puntos: no se establece, no se implementa, no se mantiene N/S).							
No.	NUMERALES	CRITERIO INICIAL DE CALIFICACION					
		A-V	H	P	N/S		
		A	B	C	D		
4. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN		10	5	3	0		
4.1 COMPRENSION DE LA ORGANIZACIÓN Y SU CONTEXTO							
1	Se determinan las cuestiones externas e internas que son pertinentes para el propósito y dirección estratégica de la organización.			3			
2	Se realiza el seguimiento y la revisión de la información sobre estas cuestiones externas e internas.			3			
4.2 COMPRENSION DE LAS NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERESADAS							
SE HAN DETERMINADO LAS PARTES INTERESADAS QUE SON PERTINENTES AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD Y SST DE LA ORGANIZACIÓN							
3	Se ha determinado las partes interesadas y los requisitos de estas partes interesadas para el sistema de gestión de Calidad.			3			
4	Se realiza el seguimiento y la revisión de la información sobre estas partes interesadas y sus requisitos.			3			
4.3 DETERMINACION DEL ALCANCE DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD							
5	El alcance del SGC, se ha determinado según: Procesos operativos, productos y servicios, instalaciones físicas, ubicación geográfica			3			
6	El alcance del SGC se ha determinado teniendo en cuenta los problemas externos e internos, las partes interesadas y sus productos y servicios?			3			
7	Se tiene disponible y documentado el alcance del Sistema de Gestion.			3			
8	Se tiene justificado y/o documentado los requisitos (exclusiones) que no son aplicables para el Sistema de Gestion?			3			
	Segundo Párrafo	NO LO TIENE					
	a)	NO LO TIENE					
	b)	NO LO TIENE					
	c)	NO LO TIENE					
	d)	NO LO TIENE					
	e)	NO LO TIENE					
	f)	NO LO TIENE					
	g)	NO LO TIENE					
	h)	NO LO TIENE					
	Ultimo Párrafo	NO LO TIENE					
	a)	NO LO TIENE					
	b)	NO LO TIENE					
4.4 SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD Y SUS PROCESOS							
9	Se tienen identificados los procesos necesarios para el sistema de gestión de la organización			3			
10	Se tienen establecidos los criterios para la gestión de los procesos teniendo en cuenta las responsabilidades, procedimientos, medidas de control e indicadores de desempeño necesarios que permitan la efectiva operación y control de los mismos.			3			
11	Se mantiene y conserva información documentada que permita apoyar la operación de estos procesos.			3			
SUBTOTAL		0	0	33	0		
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)		30%					
5. LIDERAZGO							
5.1 LIDERAZGO Y COMPROMISO GERENCIAL							
1	Se demuestra responsabilidad por parte de la alta dirección para la eficacia del SGC.			3			
5.1.2 Enfoque al cliente							
2	La gerencia garantiza que los requisitos de los clientes de determinan y se cumplen.		5				
3	Se determinan y consideran los riesgos y oportunidades que puedan afectar a la conformidad de los productos y servicios y a la capacidad de aumentar la satisfacción del cliente.				0		
5.2 POLITICA							
5.2.1 ESTABLECIMIENTO DE LA POLITICA							
4	La política de calidad con la que cuenta actualmente la organización está acorde con los propósitos establecidos.				3		
5.2.2 Comunicación de la política de calidad							
5	Se tiene disponible a las partes interesadas, se ha comunicado dentro de la organización.				0		
5.3 ROLES, RESPONSABILIDADES Y AUTORIDADES EN LA ORGANIZACIÓN							
6	Se han establecido y comunicado las responsabilidades y autoridades para los roles pertinentes en toda la organización.			3			
SUBTOTAL		0	5	9	0		
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)		23%					


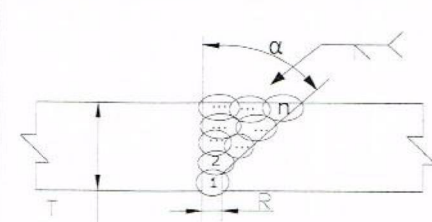


6. PLANIFICACION				
6.1 ACCIONES PARA ABORDAR RIESGOS Y OPORTUNIDADES				
1	Se han establecido los riesgos y oportunidades que deben ser abordados para asegurar que el SGC logre los resultados esperados.			0
2	La organización ha previsto las acciones necesarias para abordar estos riesgos y oportunidades y los ha integrado en los procesos del sistema.			0
6.2 OBJETIVOS DE LA CALIDAD Y PLANIFICACION PARA LOGRARLOS				
3	Que acciones se han planificado para el logro de los objetivos del SIG-HSQ, programas de gestion?			3
4	Se manatiene informacion documentada sobre estos objetivos			3
6.3 PLANIFICACION DE LOS CAMBIOS				
5	Existe un proceso definido para determinar la necesidad de cambios en el SGC y la gestión de su implementación?			0
SUBTOTAL		0	0	6
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)		12%		
7. APOYO				
7.1 RECURSOS				
7.1.1 Generalidades				
1	La organización ha determinado y proporcionado los recursos necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del SGC (incluidos los requisitos de las personas, mediambientales y de infraestructura)			3
7.1.5 Recursos de seguimiento y medicion				
7.1.5.1 Generalidades				
2	En caso de que el monitoreo o medición se utilice para pruebas de conformidad de productos y servicios a los requisitos especificados, ¿se han determinado los recursos necesarios para garantizar un seguimiento válido y fiable, así como la medición de los resultados?			0
7.1.5.2 Trazabilidad de las mediciones				
3	Dispone de métodos eficaces para garantizar la trazabilidad durante el proceso operacional.			0
7.1.6 Conocimientos de la organización				
4	Ha determinado la organización los conocimientos necesarios para el funcionamiento de sus procesos y el logro de la conformidad de los productos y servicios y, ha implementado un proceso de experiencias adquiridas.			0
7.2 COMPETENCIA				
5	La organización se ha asegurado de que las personas que puedan afectar al rendimiento del SGC son competentes en cuestión de una adecuada educación, formación y experiencia, ha adoptado las medidas necesarias para asegurar que puedan adquirir la competencia necesaria			3
7.3 TOMA DE CONCIENCIA				
6	Existe una metodología definida para la evaluación de la eficacia de las acciones formativas emprendidas.			0
7.4 COMUNICACIÓN				
7	Se tiene definido un procedimiento para las comunicaciones internas y externas del SIG dentro de la organización.			0
7.5 INFORMACION DOCUMENTADA				
7.5.1 Generalidades				
8	Se ha establecido la información documentada requerida por la norma y necesaria para la implementación y funcionamiento eficaces del SGC.			3
7.5.2 Creacion y actualizacion				
9	Existe una metodología documentada para la revisión y actualización de documentos.			0
7.5.3 Control de la informacion documentada				
10	Se tiene un procedimiento para el control de la información documentada requerida por el SGC.			0
SUBTOTAL		0	0	9
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)		9%		
8. OPERACIÓN				
8.1 PLANIFICACION Y CONTROL OPERACIONAL				
1	Se planifican, implementan y controlan los procesos necesarios para cumplir los requisitos para la provision de servicios.			0
2	La salida de esta planificación es adecuada para las operaciones de la organización.			0
3	Se asegura que los procesos contratados externamente estén controlados.			0
4	Se revisan las consecuencias de los cambios no previstos, tomando acciones para mitigar cualquier efecto adverso.			0
8.2 REQUISITOS PARA LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS				
8.2.1 Comunicación con el cliente				
5	La comunicación con los clientes incluye información relativa a los productos y servicios.			3
6	Se obtiene la retroalimentación de los clientes relativa a los productos y servicios, incluyendo las quejas.			3
7	Se establecen los requisitos específicos para las acciones de contingencia, cuando sea pertinente.			0
8.2.2 Determinacion de los requisitos para los productos y servicios				
8	Se determinan los requisitos legales y reglamentarios para los productos y servicios que se ofrecen y aquellos considerados necesarios para la organización.			0
8.2.3 Revision de los requisitos para los productos y servicios				
9	La organización se asegura que tiene la capacidad de cumplir los requisitos de los productos y servicios ofrecidos.			3
10	La organización revisa los requisitos del cliente antes de comprometerse a suministrar productos y servicios a este.			3
11	Se confirma los requisitos del cliente antes de la aceptación por parte de estos, cuando no se ha proporcionado información documentada al respecto.			3
12	Se asegura que se resuelvan las diferencias existentes entre los requisitos del contrato o pedido y los expresados previamente.			3
13	Se conserva la información documentada, sobre cualquier requisito nuevo para los servicios.			3
8.2.4 Cambios en los requisitos para los productos y servicios				
14	Las personas son conscientes de los cambios en los requisitos de los productos y servicios, se modifica la información documentada perteniente a estos cambios.			0

8.3 DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS				
8.3.1 Generalidades				
15	Se establece, implementa y mantiene un proceso de diseño y desarrollo que sea adecuado para asegurar la posterior provisión de los servicios.			0
8.3.2 Planificación del diseño y desarrollo				
16	La organización determina todas las etapas y controles necesarios para el diseño y desarrollo de productos y servicios.			0
8.3.3 Entradas para el diseño y desarrollo				
17	Al determinar los requisitos esenciales para los tipos específicos de productos y servicios a desarrollar, se consideran los requisitos funcionales y de desempeño, los requisitos legales y reglamentarios.			0
18	Se resuelven las entradas del diseño y desarrollo que son contradictorias.			0
19	Se conserva información documentada sobre las entradas del diseño y desarrollo.			0
8.3.4 Controles del diseño y desarrollo				
20	Se aplican los controles al proceso de diseño y desarrollo, se definen los resultados a lograr.			0
21	Se realizan las revisiones para evaluar la capacidad de los resultados del diseño y desarrollo para cumplir los requisitos.			0
22	Se realizan actividades de verificación para asegurar que las salidas del diseño y desarrollo cumplen los requisitos de las entradas.			0
23	Se aplican controles al proceso de diseño y desarrollo para asegurar que: se toma cualquier acción necesaria sobre los problemas determinados durante las revisiones, o las actividades de verificación y validación			0
24	Se conserva información documentada sobre las acciones tomadas.			0
8.3.5 Salidas del diseño y desarrollo				
25	Se asegura que las salidas del diseño y desarrollo: cumplen los requisitos de las entradas			0
26	Se asegura que las salidas del diseño y desarrollo: son adecuadas para los procesos posteriores para la provisión de productos y servicios			0
27	Se asegura que las salidas del diseño y desarrollo: incluyen o hacen referencia a los requisitos de seguimiento y medición, cuando sea apropiado, y a los criterios de aceptación			0
28	Se asegura que las salidas del diseño y desarrollo: especifican las características de los productos y servicios, que son esenciales para su propósito previsto y su provisión segura y correcta.			0
29	Se conserva información documentada sobre las salidas del diseño y desarrollo.			0
8.3.6 Cambios del diseño y desarrollo				
30	Se identifican, revisan y controlan los cambios hechos durante el diseño y desarrollo de los productos y servicios			0
31	Se conserva la información documentada sobre los cambios del diseño y desarrollo, los resultados de las revisiones, la autorización de los cambios, las acciones tomadas para prevenir los impactos adversos.			0
8.4 CONTROL DE LOS PROCESOS, PRODUCTOS Y SERVICIOS SUMINISTRADOS EXTERNAMENTE				
8.4.1 Generalidades				
32	La organización asegura que los procesos, productos y servicios suministrados externamente son conforme a los requisitos.			0
33	Se determina los controles a aplicar a los procesos, productos y servicios suministrados externamente.			0
34	Se determina y aplica criterios para la evaluación, selección, seguimiento del desempeño y la reevaluación de los proveedores externos.			0
35	Se conserva información documentada de estas actividades			0
8.4.2 Tipo y alcance del control				
36	La organización se asegura que los procesos, productos y servicios suministrados externamente no afectan de manera adversa a la capacidad de la organización de entregar productos y servicios, conformes de manera coherente a sus clientes.			0
37	Se definen los controles a aplicar a un proveedor externo y las salidas resultantes.			0
38	Considera el impacto potencial de los procesos, productos y servicios suministrados externamente en la capacidad de la organización de cumplir los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables.			0
39	Se asegura que los procesos suministrados externamente permanecen dentro del control de su sistema de gestión de la calidad.			0
40	Se determina la verificación o actividades necesarias para asegurar que los procesos, productos y servicios cumplen con los requisitos.			0
8.4.3 Información para los proveedores externos				
41	La organización comunica a los proveedores externos sus requisitos para los procesos, productos y servicios.			0
42	Se comunica la aprobación de productos y servicios, métodos, procesos y equipos, la liberación de productos y servicios.			0
43	Se comunica la competencia, incluyendo cualquier calificación requerida de las personas.			0
44	Se comunica las interacciones del proveedor externo con la organización.			0
45	Se comunica el control y seguimiento del desempeño del proveedor externo aplicado por la organización.			0
8.5 PRODUCCION Y PROVISION DEL SERVICIO				
8.5.1 Control de la producción y de la provisión del servicio				
46	Se implementa la producción y provisión del servicio bajo condiciones controladas.			3
47	Dispone de información documentada que defina las características de los productos a producir, servicios a prestar, o las actividades a desempeñar.			3
48	Dispone de información documentada que defina los resultados a alcanzar.			3
49	Se controla la disponibilidad y el uso de recursos de seguimiento y medición adecuados			3
50	Se controla la implementación de actividades de seguimiento y medición en las etapas apropiadas.			3

51	Se controla el uso de la infraestructura y el entorno adecuado para la operación de los procesos.			3			
52	Se controla la designación de personas competentes.			3			
53	Se controla la validación y revalidación periódica de la capacidad para alcanzar los resultados planificados.			3			
54	Se controla la implementación de acciones para prevenir los errores humanos.			3			
55	Se controla la implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega.			3			
8.5.2 Identificación y trazabilidad							
56	La organización utiliza medios apropiados para identificar las salidas de los productos y servicios.			3			
57	Identifica el estado de las salidas con respecto a los requisitos.			3			
58	Se conserva información documentada para permitir la trazabilidad.			3			
8.5.3 Propiedad perteneciente a los clientes o proveedores externos							
59	La organización cuida la propiedad de los clientes o proveedores externos mientras esta bajo el control de la organización o siendo utilizada por la misma.			3			
60	Se identifica, verifica, protege y salvaguarda la propiedad de los clientes o de los proveedores externos suministrada para su utilización o incorporación en los productos y servicios.			3			
61	Se informa al cliente o proveedor externo, cuando su propiedad se pierda, deteriora o de algún otro modo se considere inadecuada para el uso y se conserva la información documentada sobre lo ocurrido.			3			
8.5.4 Preservación							
62	La organización preserva las salidas en la producción y prestación del servicio, en la medida necesaria para asegurar la conformidad con los requisitos.			3			
8.5.5 Actividades posteriores a la entrega							
63	Se cumplen los requisitos para las actividades posteriores a la entrega asociadas con los productos y servicios.				0		
64	Al determinar el alcance de las actividades posteriores a la entrega la organización considero los requisitos legales y reglamentarios.				0		
65	Se consideran las consecuencias potenciales no deseadas asociadas a sus productos y servicios.				0		
66	Se considera la naturaleza, el uso y la vida útil prevista de sus productos y servicios.				0		
67	Considera los requisitos del cliente.				0		
68	Considera la retroalimentación del cliente.				0		
8.5.6 Control de cambios							
69	La organización revisa y controla los cambios en la producción o la prestación del servicio para asegurar la conformidad con los requisitos.				0		
70	Se conserva información documentada que describa la revisión de los cambios, las personas que autorizan o cualquier acción que surja de la revisión.				0		
8.6 LIBERACION DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS							
71	La organización implementa las disposiciones planificadas para verificar que se cumplen los requisitos de los productos y servicios.				0		
72	Se conserva la información documentada sobre la liberación de los productos y servicios.				0		
73	Existe evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación.				0		
74	Existe trazabilidad a las personas que autorizan la liberación.				0		
8.7 CONTROL DE LAS SALIDAS NO CONFORMES							
75	La organización se asegura que las salidas no conformes con sus requisitos se identifican y se controlan para prevenir su uso o entrega.				0		
76	La organización toma las acciones adecuadas de acuerdo a la naturaleza de la no conformidad y su efecto sobre la conformidad de los productos y servicios.				0		
77	Se verifica la conformidad con los requisitos cuando se corrigen las salidas no conformes.				0		
78	La organización trata las salidas no conformes de una o más maneras				0		
79	La organización conserva información documentada que describa la no conformidad, las acciones tomadas, las concesiones obtenidas e identifique la autoridad que decide la acción con respecto a la no conformidad.				0		
SUBTOTAL				0	0	72	0
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)				9%			
9. EVALUACION DEL DESEMPEÑO							
9.1 SEGUIMIENTO, MEDICION, ANALISIS Y EVALUACION							
9.1.1 Generalidades							
1	La organización determina que necesita seguimiento y medición.				0		
2	Determina los métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación para asegurar resultados validos.				0		
3	Determina cuando se lleva a cabo el seguimiento y la medición.				0		
4	Determina cuando analizar y evaluar los resultados del seguimiento y medición.				0		
5	Evalúa el desempeño y la eficacia del SGC.				0		
6	Conserva información documentada como evidencia de los resultados.				0		
9.1.2 Satisfaccion del cliente							
7	La organización realiza seguimiento de las percepciones de los clientes del grado en que se cumplen sus necesidades y expectativas.				0		
8	Determina los métodos para obtener, realizar el seguimiento y revisar la información.				0		
9.1.3 Analisis y evaluacion							
9	La organización analiza y evalúa los datos y la información que surgen del seguimiento y la medición.				0		

9.2 AUDITORIA INTERNA				
10	La organización lleva a cabo auditorías internas a intervalos planificados.			0
11	Las auditorías proporcionan información sobre el SGC conforme con los requisitos propios de la organización y los requisitos de la NTC ISO 9001:2015.			0
12	La organización planifica, establece, implementa y mantiene uno o varios programas de auditoría.			0
13	Define los criterios de auditoría y el alcance para cada una.			0
14	Selecciona los auditores y lleva a cabo auditorías para asegurar la objetividad y la imparcialidad del proceso.			0
15	Asegura que los resultados de las auditorías se informan a la dirección.			0
16	Realiza las correcciones y toma las acciones correctivas adecuadas.			0
17	Conserva información documentada como evidencia de la implementación del programa de auditoría y los resultados.			0
9.3 REVISION POR LA DIRECCION				
9.3.1 Generalidades				
18	La alta dirección revisa el SGC a intervalos planificados, para asegurar su conveniencia, adecuación, eficacia y alineación continua con la estrategia de la organización.			0
9.3.2 Entradas de la revision por la direccion				
19	La alta dirección planifica y lleva a cabo la revisión incluyendo consideraciones sobre el estado de las acciones de las revisiones previas.			0
20	Considera los cambios en las cuestiones externas e internas que sean pertinentes al SGC.			0
21	Considera la información sobre el desempeño y la eficiencia del SGC.			0
22	Considera los resultados de las auditorías.			0
23	Considera el desempeño de los proveedores externos.			0
24	Considera la adecuación de los recursos.			0
25	Considera la eficiencia de las acciones tomadas para abordar los riesgos y las oportunidades.			0
26	Se considera las oportunidades de mejora.			0
9.3.3 Salidas de la revision por la direccion				
27	Las salidas de la revisión incluyen decisiones y acciones relacionadas con oportunidades de mejora.			0
28	Incluyen cualquier necesidad de cambio en el SGC.			0
29	Incluye las necesidades de recursos.			0
30	Se conserva información documentada como evidencia de los resultados de las revisiones.			0
SUBTOTAL		0	0	0
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)		0%		
10. MEJORA				
10.1 Generalidades				
1	La organización ha determinado y seleccionado las oportunidades de mejora e implementado las acciones necesarias para cumplir con los requisitos del cliente y mejorar su satisfacción.			0
10.2 NO CONFORMIDAD Y ACCION CORRECTIVA				
2	La organización reacciona ante la no conformidad, toma acciones para controlarla y corregirla.			0
3	Evalúa la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad.			0
4	Implementa cualquier acción necesaria, ante una no conformidad.			0
5	Revisa la eficacia de cualquier acción correctiva tomada.			0
6	Actualiza los riesgos y oportunidades de ser necesario.			0
7	Hace cambios al SGC si fuera necesario.			0
8	Las acciones correctivas son apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.			0
9	Se conserva información documentada como evidencia de la naturaleza de las no conformidades, cualquier acción tomada y los resultados de la acción correctiva.			0
10.3 MEJORA CONTINUA				
10	La organización mejora continuamente la conveniencia, adecuación y eficacia del SGC.			0
11	Considera los resultados del análisis y evaluación, las salidas de la revisión por la dirección, para determinar si hay necesidades u oportunidades de mejora.			0
SUBTOTAL		0	0	0
Valor Estructura: % Obtenido ((A+B+C) /100)		0%		
RESULTADOS DE LA GESTIÓN EN CALIDAD				
NUMERAL DE LA NORMA	% OBTENIDO DE IMPLEMENTACION	ACCIONES POR REALIZAR		
4. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN	30%	IMPLEMENTAR		
5. LIDERAZGO	23%	IMPLEMENTAR		
6. PLANIFICACION	12%	IMPLEMENTAR		
7. APOYO	9%	IMPLEMENTAR		
8. OPERACIÓN	9%	IMPLEMENTAR		
9. EVALUACION DEL DESEMPEÑO	0%	IMPLEMENTAR		
10. MEJORA	0%	IMPLEMENTAR		
TOTAL RESULTADO IMPLEMENTACION		12%		
Calificacion global en la Gestion de Calidad		BAJO		

ANEXO 3 : PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

 CM HOLLAND	ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)	CC-F-028 Versión:01			
NORMA DE CALIFICACIÓN: AWS D14.1 Ed 2005					
WPS N°: 028A-13 PREGALIFICADA: <input type="checkbox"/> CALIFICADA: <input checked="" type="checkbox"/>					
Empresa: CMH SAC Proceso de Soldadura (s): GMAW-S Soporte - PQR No. (s): 028-13	Revisión: 0 Fecha: 17/08/2013 Por: Luis Trujillo				
DISEÑO DE JUNTA USADO: B-U4b-GF Tipo: Junta a tope bisel Simple: <input checked="" type="checkbox"/> Doble: <input type="checkbox"/> Plancha de respaldo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Material de plancha respaldo: - Separación de raíz (R): 1mm - 3mm Cara de la raíz (F): 1mm - 3mm Ángulo de bisel (α): 40° - 55° Radio(J-U): - Back Gouging: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Metodo: Esmerilado	Autorizado por: Eddy Gente Fecha: 17/08/2013 Tipo: Manual: <input type="checkbox"/> Mecanizado: <input type="checkbox"/> Semi-Automát.: <input checked="" type="checkbox"/> Automático: <input type="checkbox"/>				
METALES BASE: Especificaciones de Materiales: Grupo II / Grupo II Tipo o Grado: - Espesor: 10 mm - 38.1 mm Filete: Todas Diametro (Pipe): -	POSICIÓN: Posición en bisel: Vertical Posición en filete: - Progresión Ascendente: <input checked="" type="checkbox"/> Vertical: Descendente: <input type="checkbox"/>				
METALES DE APORTE: Especificación AWS: A 5.18 Clasificación AWS: ER 70S-6 Nombre Comercial: CARBOFIL PS6S-GC	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS: Modo de transferencia: - (GMAW) Corto circuito: <input checked="" type="checkbox"/> Globular: <input type="checkbox"/> Spray: <input type="checkbox"/> Corriente: AC <input type="checkbox"/> DCEN <input type="checkbox"/> DCEP <input checked="" type="checkbox"/> Pulsado: <input type="checkbox"/> Orto: <input type="checkbox"/> Electrodo de tungsteno: - (GTAW) Diámetro: - Tipo: -				
PROTECCIÓN: Fundente: - Gas: Ar / CO2 Composición: 80 % / 20 % Caudal: 20 - 25 Lt / Min. Diam. Tobera: 16 mm	Electrodo de tungsteno: - (GTAW) Diámetro: - Tipo: - LRP. 1765-13				
PRECALENTAMIENTO: Temperatura Mínima: Ambiente (20°C) Temp. entre pases Mínima: Ambiente (20°C) Máxima: -	TÉCNICA: Cordon rectilíneo u oscilante: Oscilante Pase múltiple o único (x lado): Múltiple Número de electrodos: 1 Espaciamiento Longitudinal: - Lateral: - Ángulo: - Distancia tubo de contacto/pieza: - Martilleo: - Limpieza interfase: Escobillado				
DETALLE DE JUNTA: 	α: 40° - 55° R: 1 mm - 3 mm F: 1 mm - 3 mm T: 10 mm - 38.1 mm				
Si: 25.4mm <T1 ≤38mm la temperatura precalentamiento sera 65 °C , VER TABLA 10 AWS D14.1 - 2005					
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA					
Número de Pases	Proceso	Material de aporte	Corriente	Voltaje	Velocidad de Avance (cm/min)
1	GMAW-S	ER 70S-6	1.2 DCEP	113 - 137	7.5 - 12.5
2	GMAW-S	ER 70S-6	1.2 DCEP	124 - 150	7.0 - 12
n	GMAW-S	ER 70S-6	1.2 DCEP	120 - 146	7.0 - 12
Nota:					
			 Leonardo Rodriguez Pino CWI 07070431 QC1 EXP. 7/1/2016 INSPECTOR		

CUALQUIER CONSULTA SOBRE LA AUTENTICIDAD DE ESTE DOCUMENTO DEBE SER HECHA AL TELEFONO 074-3768 INDICANDO EL NUMERO CORRELATIVO

7/18/2017



CM HOLLAND

ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

CC-F-028

Versión:01

NORMA DE CALIFICACIÓN:

AWS D14.1 Ed 2005

WPS N°: 028B-13

PRECALIFICADA: - CALIFICADA X

Empresa: CMH SAC
Proceso de Soldadura (s): GMAW-S
Soporte - PQR No. (s): 028-13
Revisión: 0
Fecha: 17/08/2013
Por: Luis Trujillo

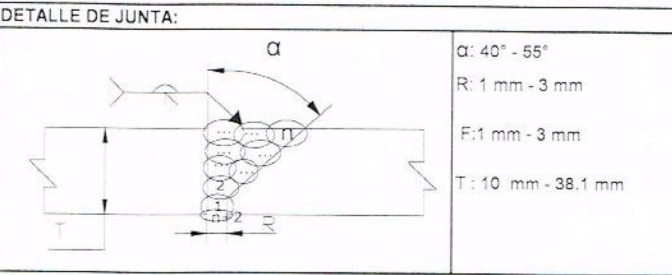
DISEÑO DE JUNTA USADO: B-U4b-GF
Tipo: Junta a tope bisel
Simple: x Doble: -
Plancha de respaldo: Si - No X
Material de plancha respaldo: -
Separación de raíz (R): 1mm - 3mm
Ángulo de bisel (α): 40° - 55°
Back Gouging: Si x No -
Metodo: Esmerilado

METALES BASE:
Especificaciones de Materiales: Grupo II / Grupo II
Tipo o Grado: -
Espesor: 10 mm - 38.1 mm
Diámetro (Pipe): -

METALES DE APORTE:
Especificación AWS: A 5.18
Clasificación AWS: ER 70S-6
Nombre Comercial: CARBOFIL PS6S-GC

PROTECCIÓN:
Fundente: -
Gas: Ar / CO2
Composición: 80 % / 20 %
Caudal: 20 - 25 Lt / Min.
Diam.Tobera: 16 mm

PRECALENTAMIENTO:
Temperatura Mínima: Ambiente (20°C)
Temp. entre pases Mínima: Ambiente (20°C) Máxima: -

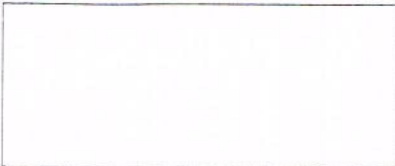


Si: 25.4mm <T1 ≤38mm la temperatura precalentamiento sera 65 °C , VER TABLA 10 AWS D14.1 - 2005

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Table with 8 columns: Número de Pases, Proceso, Material de aporte (Nombre, Diámetro), Corriente (Tipo y Polaridad, Amperaje o Vel de alambre), Voltaje, Velocidad de Avance. Rows 1-4 show parameters for GMAW-S process.

Nota:



Inspector signature: Leonardo Rodriguez Pino, CWI 07070431, QC1 EXP. 7/1/2016

INSPECTOR

Handwritten stamp: CUALQUIER CONSULTA SOBRE LA AUTENTICIDAD DE ESTE DOCUMENTO DEBE SER HECHA AL TELEFONO 024-3768 INDICANDO EL NUMERO CORRELATIVO LRP 1866-13

Handwritten date: 17/08/2013



CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)

CC-F-027

Versión:01

NORMA DE CALIFICACIÓN: **AWS D14.1 - Ed. 2005**
 PQR N°: **028-13**

Empresa: CMH SAC Revisión: 0
 Proceso de Soldura (s): GMAW Fecha: 17/08/2013
 Por: Luis Trujillo

DISEÑO DE JUNTA USADO: B-U4b-GF
 Tipo: Junta a tope bisel
 Simple: x Doble: -
 Plancha de respaldo: Si - No x
 Material de plancha respaldo: -
 Separación de raíz: 3.0 mm Cara de la raíz: 3.0 mm
 Ángulo de bisel: 45° Radio(J-U): -
 Back Gouging: Si - No X
 Metodo: Esmerilado

Autorizado por: Eddy Gente
 Fecha: 17/08/2013
 Tipo: Manual: -
 Mecanizado: -
 Semi-Automát.: X
 Automático: -

METALES BASE:
 Especificaciones de Materiales: ASTM A36 / ASTM A36
 Espesor: 25.4 mm Filete: -
 Diametro (Pipe): -

POSICIÓN:
 Posición en bisel: 3G
 Posición en filete: -
 Progresión Vertical: Ascendente: x
 Descendente: -

METALES DE APORTE:
 Especificación AWS: A 5.18
 Clasificación AWS: ER 70S-6
 Nombre Comercial: CARBOFIL PS6-GC

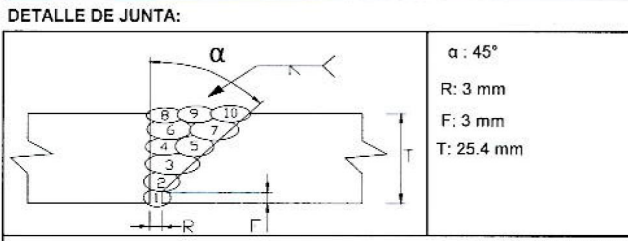
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:
 Modo de transferencia:-
 (GMAW) Corto circuito: X
 Globular: -
 Spray: -
 Corriente: AC -
 DCEN -
 DCEP X
 Pulsado -
 Otro: -
 Electrodo de tungsteno:
 (GTAW) Diámetro: -
 Tipo: -

LAP 1864-13

PROTECCIÓN:
 Fundente: - Gas: Ar / CO2
 Composición: 80 % / 20 %
 Electrodo-Fund (Clasificación): Caudal: 20- 25 Lt / Min.
 Diam.Tobera 16 mm

PRECALENTAMIENTO:
 Temperatura Mínima: Ambiente (20°C)
 Temp. entre pases Mínima: Ambiente (20°C) Máxima: -

TÉCNICA:
 Cordón rectilíneo u oscilante: Oscilante
 Pase múltiple o único (x lado): Múltiple
 Número de electrodos: 1
 Espaciamento longitudinal: -
 Ángulo: -
 Distancia tubo de contacto/pieza: 10 - 20 mm
 Martillo: -
 Limpieza interfase: Escobillado



TRATAMIENTO TÉRMICO POST-SOLDADURA:
 Temperatura: -
 Tiempo: -

Número de Pases	Material de aporte			Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de Avance (cm/min)
	Proceso	Nombre	Diámetro (mm)	Tipo y Polaridad	Intensidad (A)		
1	GMAW	ER 70S-6	1.2	DCEP	125	18.5	10
2	GMAW	ER 70S-6	1.2	DCEP	128	19.2	14
3	GMAW	ER 70S-6	1.2	DCEP	130	19.2	12
4	GMAW	ER 70S-6	1.2	DCEP	137	19.4	10
5	GMAW	ER 70S-6	1.2	DCEP	137	19.8	10
6	GMAW	ER 70S-6	1.2	DCEP	137	19.8	8
7	GMAW	ER 70S-6	1.2	DCEP	145	19.8	8
8	GMAW	ER 70S-6	1.2	DCEP	143	19.8	8
9	GMAW	ER 70S-6	1.2	DCEP	133	19.0	9
10	GMAW	ER 70S-6	1.2	DCEP	133	19.0	9

Nota:




Leonardo Rodriguez Pino
 CWI 07070431
 QC1 EXP. 7/1/2016
 INSPECTOR

17/08/2013



CM HOLLAND

CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)

CC-F-027

Versión:01

PQR N°: 028-13

RESULTADOS DE PRUEBA DE TENSION

MUESTRA	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo Máximo (MPa)	Característica de Falla y Lugar
DHM31-3G-T1	40.10	20.07	844.91	415.331	492	Rotura en el metal base
DHM31-3G-T2	40.13	20.75	832.70	412.243	495	Rotura en el metal base

Realizado por: Ing. Pedro Coloma Lugar de Prueba: Laboratorio SOLDEX S.A.

Numero de informe de la prueba: ET-2013-354

RESULTADOS DE PRUEBA DE DOBLEZ

Muestra	Tipo de doblez	Resultado	Observaciones
DHM31-3G-DL1	LADO	Conforme	-
DHM31-3G-DL2	LADO	Conforme	-
DHM31-3G-DL3	LADO	Conforme	-
DHN31-3G-DL4	LADO	Conforme	-

Realizado por: Ing. Leonardo Rodriguez Lugar de Prueba: SOLDEX S.A.
Identificación de la prueba: 782-13

INSPECCION VISUAL

Apariencia	Conforme
Socavamiento	Conforme
Porosidad	Ninguna
Convexidad	Conforme
Fecha de la prueba	22/07/2013
Inspeccionado por CWI Ing. Leonardo Rodriguez	

ENSAYO NO DESTRUCTIVO

N° de informe por RT:	---
Empresa:	---
Resultado	---
Realizado por:	---
N° de informe por UT:	AD-UN08-RI-UT-564-6-13
Empresa:	ADEMINSA
Resultado	Aceptado
Realizado por:	Luis Villacorta P

PRUEBA DE SOLDEO REALIZADA POR

Nombre y Apellido:	David Huamani Mori		
N° de identificación:	DNI: 42881331	N° de Registro:	DHM31
Identificación de la prueba:	-	Por:	-

LRP 1864-13

Nosotros los abajo firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que la prueba de soldadura fue preparada, soldada y ensayada en conformidad con los requerimientos de la sección IX "AWS D14.1/ D14.1M Ed. 2005 Specification for Welding of Industrial and Mill Cranes and Other Material Handling Equipment".



2013/08/17

N° INFORME (Report):

782-13

CLIENTE (Customer):

CMH SAC

LUGAR DE PRUEBA (Laboratory):

CENTRO TECNOLOGICO DE SOLDADURA SOLDEXA

REALIZADO POR (Conducted by):

Leonardo Rodriguez

FECHA DE ENSAYO (Date of test):

2013 08 15

N° de Registro de Calificación:

529-13

N° MUESTRAS (N° Specimens):

DLC - Cara (face): -

DL - Lado (Side): 4

DOBLEZ LONGITUDINAL DE CARA Y RAIZ

DLR - Raiz (root): -

NB - Nick Break: -

DIMENSIONES DE LAS PROBETAS (Sizes)					RESULTADOS DE LA PRUEBA (Results)		
N°	N° ESTAMPA (Specimen)	TIPO (Type)	ANCHO (Width)	ESPESOR (Thickness)	LONGITUD (Large)	RESULTADO (Result)	DISCONTINUIDAD (Discontinuities)
1	DHM31-3G-DL1	LADO	10	26	180	C	
2	DHM31-3G-DL2	LADO	10	26	180	C	
3	DHM31-3G-DL3	LADO	10	26	180	C	
4	DHM31-3G-DL4	LADO	10	26	180	C	
						<i>LRP 1560-13</i>	

***Las probetas ensayadas corresponden al ensayo de traccion ET-2013-354**

* Medidas en milímetros (Sizes in millimeters)

*Conforme (Pass) = C

*No Conforme (No Pass) = NC

OBSERVACIONES (Remarks):

- Norma Aplicada en el ensayo (Test in conformance with the requirements of): AWS D14.1- 2005
- Especificación del material base y N° P o N° S o Grupo (Base Metal): ASTM A36
- Diámetro del punzón utilizado (plunger diameter): 38.0 mm
- La(s) muestra(s) ensayada(s) fue(ron) entregada(s) por (the specimens were given by): CMH SAC
- De acuerdo al cliente, estas muestras pertenecen a los ensayos de dobles requeridos para la calificación de procedimiento y/o soldador (According to the customer these specimens belong to bend tests required for procedure qualification and welder)

*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización de SOLDEX S.A.

*Prohibited the total or partial reproduction of this report without the authorization of SOLDEX S.A.



Leonardo Rodriguez Pino
 CWI 07070431
 QC1 EXP. 7/1/2016

5/18/2015
 2013/08/15

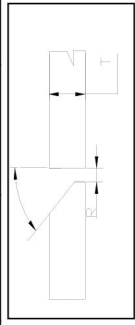
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-052



LABORATORIO DE PRIMERA PARTE

Nombre de Cliente : Departamento Técnico - Lima
Referencia : CMH SAC
Descripción de la Muestra : Probetas Rectangulares
Fecha Informe : 2013-08-15
Informe de Ensayo N° : ET-2013-354

Código	Ancho mm	Sección Transversal		CARGAS		TENSIONES		Alargamiento
		Diámetro / Espesor mm	Area mm ²	Fluencia N	Máxima N	Fluencia MPa	Máxima MPa	
DHM31 - 3G - T1	40.10	21.07	844.91	223099	415331	264	492	% Lo
DHM31 - 3G - T2	40.13	20.75	832.70	221735	412243	266	495	...
								...



OBSERVACIONES :
Material Base : ASTM A 36
Material de aporte : ER70S-6
Ambas probetas rompieron en el material base.

Las dimensiones de la probeta S_i(x) / No() cumplen con la norma:	AWS D14.1
Método de Ensayo :	ASTM A 370-12a
Equipo usado :	TINIUS OLSEN SUPER L 120
Codigo Interno del equipo :	CC-E-41
Temperatura de ensayo :	Inicial :18.9°C, Final: 20.8°C
Nombre del analista :	E. Solis
Fecha recepción muestra :	2013-08-13
Las muestras han sido suministradas por el solicitante	

Jefe de Aseguramiento y Desarrollo de la Calidad
Pedro Coloma

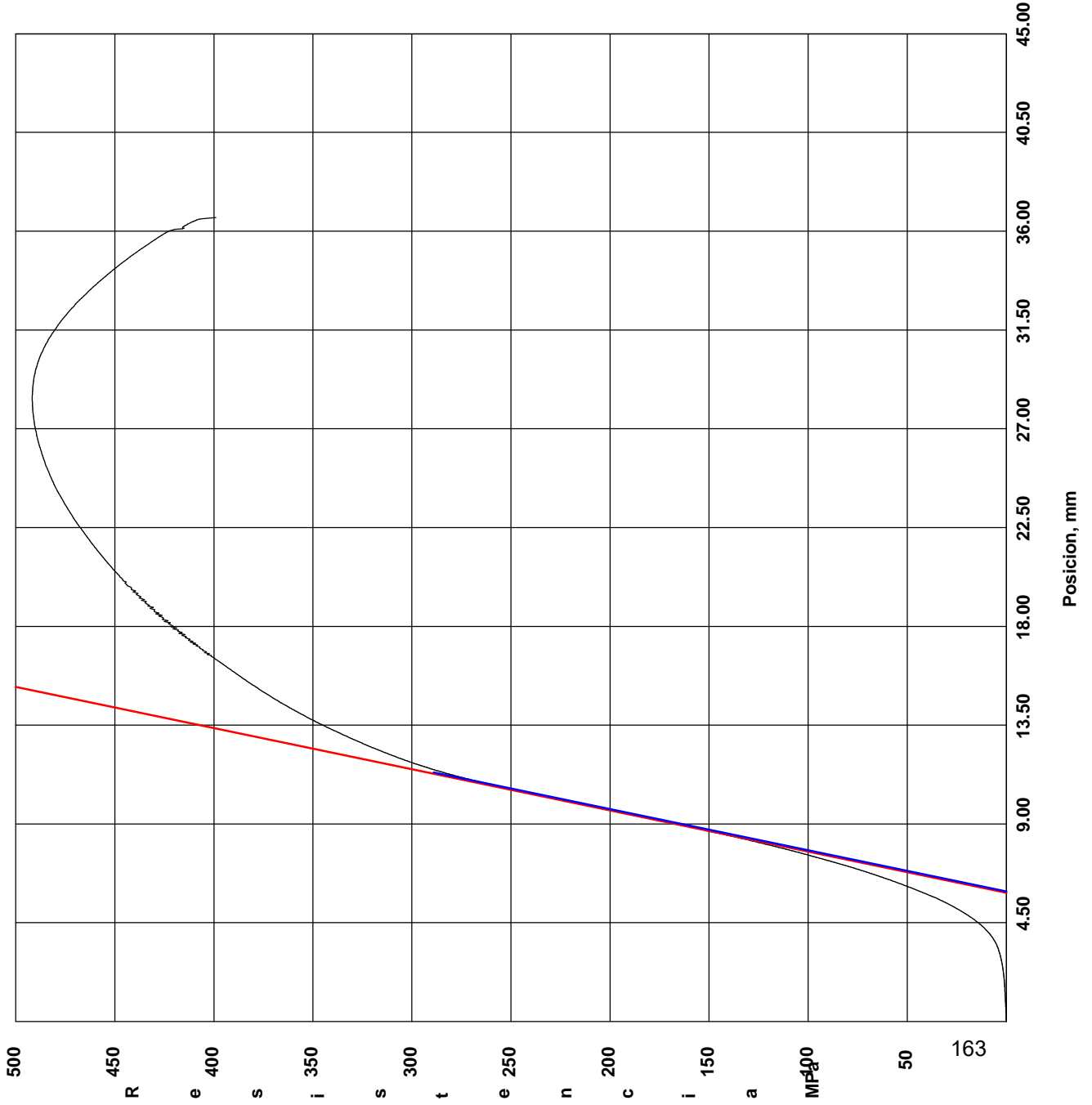
La incertidumbre expandida es 4MPa para un nivel de confianza al 95% y un K=2.
Prohibida la reproducción total o parcial del reporte sin la autorización escrita del Laboratorio de SOLDEXA
Los resultados de este informe solo son válidos para la muestra analizada.
"Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad como norma de producto o certificación del Sistema de Calidad"

Antig Panamericana Sur Km 38.5
Lima -Perú
Telefono : 619 9600 Anexo 2230

SOLDEXA
Antigua Panamericana Sur, km 38.5
LURIN - LIMA
PERU

ASTM A370-12a

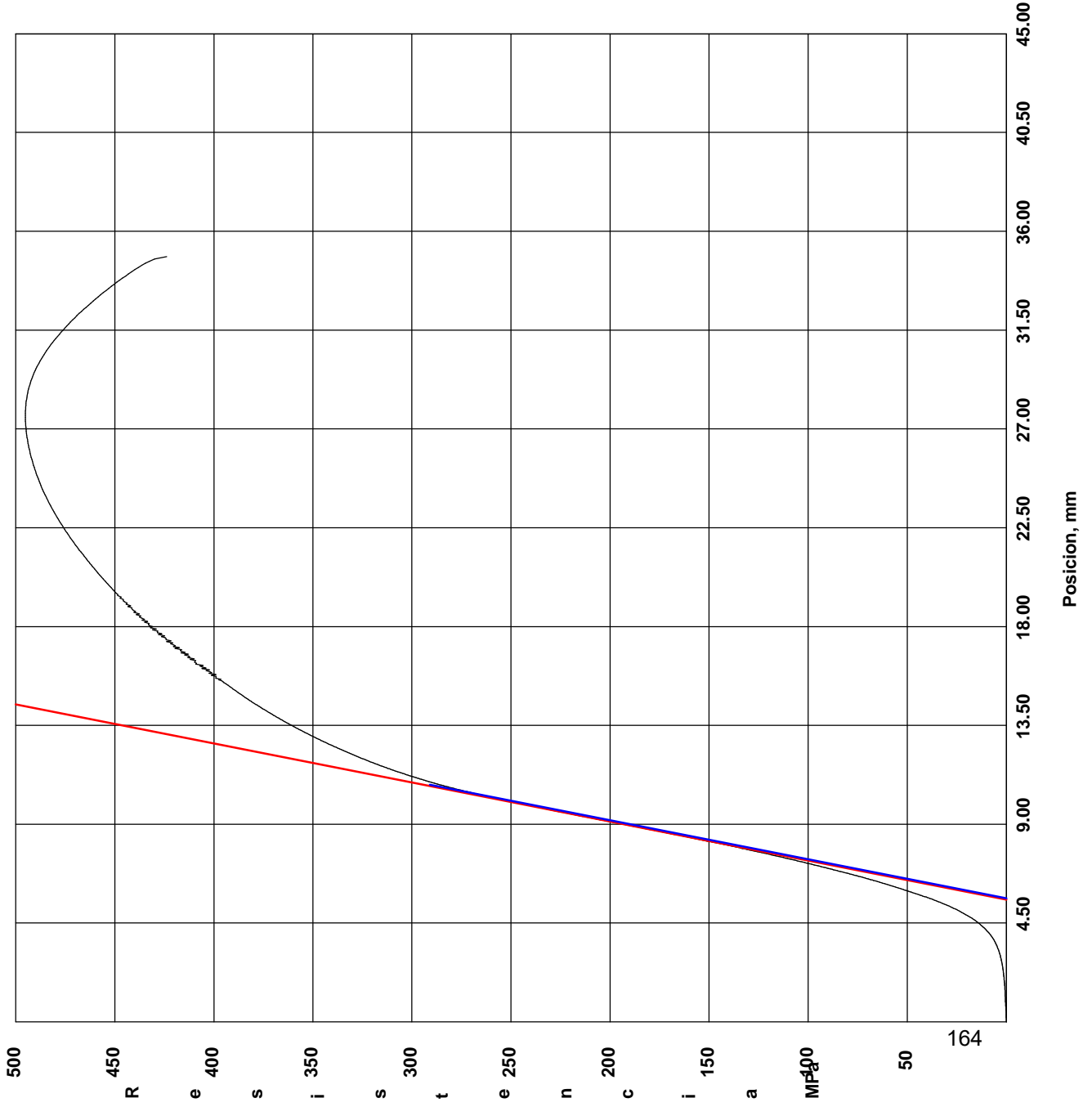
Material	NA
Ensayista	E. Solis
Configuracion de ensayo	Mtl Tensile encoder plano Soldexa 09dez2010
N° Ensayo:	ET-2013-354
Id. Muestra:	DHM31-3G-T1
Ancho, mm:	40.10
Espesor, mm:	21.07
Area, mm²:	844.91
L. Fluencia, N:	223099
L. Fluencia, MPa:	264
Fuerza Maxima, N:	415331
R. Tracción, MPa:	492
UIt/YP:	1.86
Lo, mm:	0.00
Lf, mm:	0.00
Elongacion, %:	0
Datos:	2013/08/15
Hora:	13:40
T° (°C):	18.9
Rotura:	Material Base



SOLDEXA
Antigua Panamericana Sur, km 38.5
LURIN - LIMA
PERU

ASTM A370-12a

Material	NA
Ensayista	E. Solis
Configuracion de ensayo	Mtl Tensile encoder plano Soldexa 09dez2010
N° Ensayo:	ET-2013-354
Id. Muestra:	DHM31-3G-T2
Ancho, mm:	40.13
Espesor, mm:	20.75
Area, mm²:	832.70
L. Fluencia, N:	221735
L. Fluencia, MPa:	266
Fuerza Maxima, N:	412243
R. Tracción, MPa:	495
Ult/YP:	1.86
Lo, mm:	0.00
Lf, mm:	0.00
Elongacion, %:	0
Datos:	2013/08/15
Hora:	13:44
T° (°C):	18.9
Rotura:	Material Base





QUALITY MANUAL

REGISTRATION THROUGH INSPECTION
CONVENTIONAL ULTRASOUND

ADEMINSAC - MC - RISUC	
PAGE	01 de 01
DATE	05/09/2011
REV.	Rev. 02

Nº REPORT: AD-UN08-RI-UT-564-6 - 13

PROJECT IDENTIFICATION:

CLIENT:	CONSORCIO MECANICO COMERCIAL . S.A.C.	INSTALLATION:	PLANTA COMECO S.A.C.
PROJECT:	CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	INSPECTION DATE:	JULY 23,2013
QUALIFICATION STANDARD:	STRUCTURAL WELDING CODE -WELDING SPECIFICATION PROCEDURE WPS AWS D14.1	PROCEDURE TO FOLLOW:	AD-NDT-SPMI-UT-001

DESCRIPTION OF THE ITEM TO INSPECT:

ELEMENT TO EVALUATE:	PROBETA 3G	WELD IDENTIFICATION	GROOVE WELD CJP
DIMENSIONS:	(L: 406mm X T: 25.4mm X W: 355mm)	MATERIAL BASE:	ASTM - A36 / E 70 RS - 6
IPO BOARD TO INSPECT:	<input checked="" type="checkbox"/> BUTT <input type="checkbox"/> IN L (CORNER) <input type="checkbox"/> IN T <input type="checkbox"/> A OVERLAP <input type="checkbox"/> ON EDGE		
COMBINATIONS OF GEOMETRY AND BEZEL DESIGN BY THE BOARD TO INSPECT:	<input type="checkbox"/> STRAIGHT <input checked="" type="checkbox"/> 1/2 V <input type="checkbox"/> 1/2V SPREAD <input type="checkbox"/> V SPREAD <input type="checkbox"/> IN V <input type="checkbox"/> IN J <input type="checkbox"/> IN U <input type="checkbox"/> IN K <input type="checkbox"/> IN L CURVO <input type="checkbox"/> IN T CURVO		
WELDING PROCESS/WPS/PQR:		SURFACE CONDITION:	POLISHED/SCANNING PATTERNS

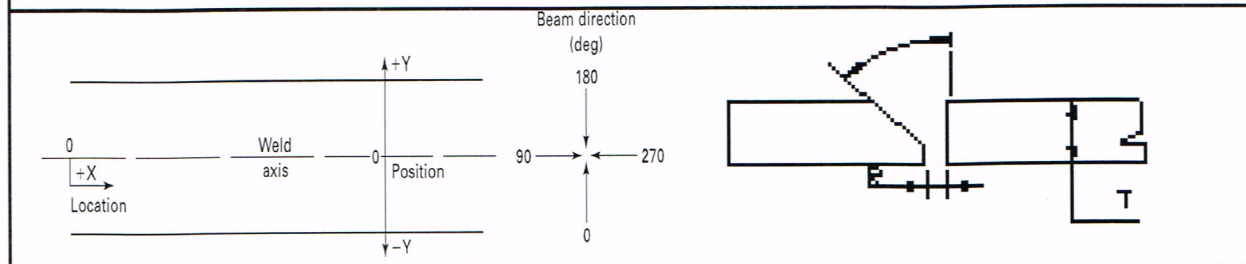
EQUIPMENT AND MATERIALS USED:

PULSE GENERATOR TEAM:	BRAND: SONATEST	MODEL: D - 10	SERIES: 1006669
TRANSDUCER (S) USED (S):	TYPE: SONATEST/NORMAL	DIMENSION: SQUARE - 5/8" x 5/8"	FREQUENCY: 2.25 Hmz
CALIBRATION BLOCK:	BRAND: PH TOOLS	TYPE: DCS	Nº SERIES 25261
REPRESENTATION OF SCANNING:	<input checked="" type="checkbox"/> A - SCAN <input type="checkbox"/> B - SCAN <input type="checkbox"/> C - SCAN	BEAM TYPE:	<input type="checkbox"/> NORMAL <input checked="" type="checkbox"/> ANGLE
INSPECTION TECHNIQUE USED:	<input checked="" type="checkbox"/> PULSE - ECO <input type="checkbox"/> ECO - ECO <input type="checkbox"/> ISSUER - RECEP. <input type="checkbox"/> DIVE <input type="checkbox"/> OTHER		
EQUIPMENT SETUP:	SPEED: 3198 m/s	REF GAIN.: 72 dB/NOTCH	ANGLE OF REFRACTION: ANGLE WEDGE 70
COUPLING GEL USED:	BRAND: SONOTECH	COMPOSITION: UT POWDER	DENSITY: 20

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

ITEM	CODE O DESIGNAT.	FACE OF INSPEC.	LEG	DECIBELAS (Db)				DIMENSIONS DISCONTINUITIES (mm)					APROV. FINAL	LEGEND	
				a	b	c	d	STAR X	STAR Y	LENGTH	DIST. ANG.	DEPTH			
1	DHM 31	A -90	-	-	72	-	-	-	-	-	-	-	-	AC	a Level Indication
2	DHM 31	A -270	-	-	72	-	-	-	-	-	-	-	-	AC	b Level Reference
															c Factor Atenuac.
															d Value Indicac.
															AC Accepted
															RJ Rejected
															CA Disc. Class A
															CB Disc. Class B
															CC Disc. Class C
															CD Disc. Class D

REPORT GRAPHIC




The undersigned, hereby certify that this record is correct and that the element or welded joints were prepared and inspected in accordance with the requirements of ASME Code Quality Section V, Section 4 and Section 6, Part F Structural Welding Code ANSI / AWS D1.1/D1.1M: 2010 Edition.

FINAL APPROVAL

INSPECTED BY:		REVIEWED BY:		APPROVED BY:	
NAME:	Tec. Luis Villacorta P	D:	24	NAME:	COMECO S.A.C.
SIGNATURE:		M:	7	SIGNATURE:	
		A:	13	SIGNATURE:	Ing. LUIS ALBERTO CHIRINOS MARTINEZ
					JEOP. UN08 ADEMINSAC
					INTD LEVEL III N° 0001
					VI PT MT UT
					CWI - AWS N° 1111351
					ACCP LEVEL II N° 207061

ANEXO 4 : Plan de puntos de inspección

	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	CC-L-002
PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN		Versión:01
PROYECTO:		
CLIENTE:		

No.	ETAPA A SER INSPECCIONADA	CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	REGISTRO APLICABLE	ALCANCE DE LA INSPECCIÓN		
									OTROS	
1	REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN CONTRACTUAL. REVISIÓN DE PLANOS DE INGENIERÍA.	<ul style="list-style-type: none"> Alcance contractual. Normas aplicables. Revisión de Plan de Aseguramiento y Control de Calidad. Revisión de Plan de Puntos de Inspección. Revisión de Procedimientos de soldadura y homologación de soldadores. 	<ul style="list-style-type: none"> Documental. 	<ul style="list-style-type: none"> Propuesta técnica económica. Especificación técnica del Cliente. Planos de ingeniería básica. 	<ul style="list-style-type: none"> Carta de intención. Especificación Técnica. 	100 %	-----	R	----	
	DOCUMENTOS Y PLANOS	Revisión de planos de fabricación	<ul style="list-style-type: none"> Planos de Fabricación. Dimensiones básicas y complementarias. Arreglos generales Actualización de cambios. Verificación de emisión para construcción. 	<ul style="list-style-type: none"> Documental. 	<ul style="list-style-type: none"> Planos de Fabricación. Normas de referencia. Documentación y/o transmitals del Cliente. 	Planos del cliente.	100 %	-----	R	R

LEYENDA:
R: Revisión de documentos.

S: Supervisa / Monitoreo (documento)

V: Verificación y/o comprobación

H: Pto. De espera.



CM HOLLAND

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

CC-L-002

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

Versión:01

PROYECTO:

CLIENTE:

No.	ETAPA A SER INSPECCIONADA	CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	REGISTRO APLICABLE	ALCANCE DE LA INSPECCIÓN	
									OTROS
02	RECEPCIÓN DE MATERIALES Y/O ELEMENTOS FABRICADOS	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de especificaciones técnicas del Cliente. Documentación de respaldo del suministro. Cantidad. Dimensiones. Estado del suministro Trazabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumental. Documental. 	<ul style="list-style-type: none"> Órdenes de compra y servicios. Guías de remisión. Certificados de calidad. CC-P-001. CC-I-001 ASTM A6, ASTM A36, AISC, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ASTM. AISC. 	100 %	<ul style="list-style-type: none"> CC-F-001 CC-F-003 	R	R S
03	ACTIVIDADES PREVIAS A SOLDADURA	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de soldadura PQR, WPS. Calificación de soldadores, WPQ. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumental. Documental. 	<ul style="list-style-type: none"> Norma de fabricación - AWS D14.1. 	<ul style="list-style-type: none"> AWS D 14.1 	100 %	<ul style="list-style-type: none"> PQR WPS WPQ CC-F-009 CC-F-010 	V	S R
04	FABRICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Corte y escuadrado de perfiles. Corte y escuadrado de cartelas. Corte y escuadrado de planchas. Rolado y plegado de planchas Codificación de elementos. Longitudes principales 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumental. 	<ul style="list-style-type: none"> Planos aprobados para fabricación. CC-P-002 CC-I-002 	<ul style="list-style-type: none"> DIN EN ISO 13920 	100 %	<ul style="list-style-type: none"> CC-F-004 	V	S

LEYENDA:
R: Revisión de documentos.

S: Supervisa / Monitoreo (documento)

V: Verificación y/o comprobación

H: Pto. De espera.



CM HOLLAND

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

CC-L-002

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

Versión:01

PROYECTO:

CLIENTE:

No.	ETAPA A SER INSPECCIONADA	CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	REGISTRO APLICABLE	ALCANCE DE LA INSPECCIÓN	
									OTROS
	CONTROL DIMENSIONAL.	<ul style="list-style-type: none"> • Longitudes principales de las estructuras • Cumplimiento de especificaciones técnicas. • Se realizara un control de 100% en elementos principales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual. • Documental. • Instrumental. • 100 % elementos principales 	<ul style="list-style-type: none"> • Planos aprobados para fabricación. • CC-P-002 • CC-I-002. • DIN EN ISO 13920. 	<ul style="list-style-type: none"> • DIN EN ISO 13920, 	100 %	<ul style="list-style-type: none"> • CC-F-004 	V	V
								S	S
	SOLDADURA.	<ul style="list-style-type: none"> • Soldadura a tope con penetración completa, soldadura a filete en refuerzos, conexiones, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual. • Documental. • Instrumental 	<ul style="list-style-type: none"> • CC-P-002 • CC-P-003 • AWS D14.1 	<ul style="list-style-type: none"> • AWS D14.1, 	100 %	<ul style="list-style-type: none"> • CC-F-005 	V	V
								S	S



CM HOLLAND

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

CC-L-002

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

Versión:01

PROYECTO:

CLIENTE:

No.	ETAPA A SER INSPECCIONADA	CARACTERISTICAS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	REGISTRO APLICABLE	ALCANCE DE LA INSPECCIÓN		
										OTROS
		<ul style="list-style-type: none"> Inspección visual al 100 % de elementos principales y secundarios. Inspección por líquido penetrante soldadura en pase raíz tanque, fondo y cajas. Inspección por ultrasonido a las juntas a tope, inspección por partículas magnéticas. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Documental. Instrumental. 100 % VT 10 % PT 10 % MT. 	<ul style="list-style-type: none"> AWS D14.1. Procedimientos de END. Proveedores. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspección visual AWS D14.1 Inspección Líquidos Penetrantes Inspección por tintes penetrantes AWS D14.1 Inspección por ultrasonido AWS D14.1 	<ul style="list-style-type: none"> 100 % VT 10 % PT. 10 % MT 	<ul style="list-style-type: none"> CC-F-005 Registro externo 	R	V	
	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.							S	S	----
	ENSAMBLE	<ul style="list-style-type: none"> Longitudes principales de las estructuras Cumplimiento de planos de fabricación. Se realizara un control de 100% en elementos principales. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Documental. Instrumental. 100 % elementos principales 	<ul style="list-style-type: none"> Planos aprobados para fabricación. CC-P-002 CC-I-002. DIN EN ISO 13920. 	<ul style="list-style-type: none"> DIN EN ISO 13920, 	100 %	<ul style="list-style-type: none"> CC-F-004 	H		



CM HOLLAND

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

CC-L-002

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

Versión:01

PROYECTO:

CLIENTE:

No.	ETAPA A SER INSPECCIONADA	CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	REGISTRO APLICABLE	ALCANCE DE LA INSPECCIÓN		
									OTROS	
05	PREPARACIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE GRANALLA.	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire. • Condiciones ambientales. • Calidad del abrasivo. • Grado de preparación de superficie SSPC-SP10. • Rango de perfil de rugosidad 2.0 - 3.0 mils. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual. • Documental. • Instrumental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Standard VIS 1. • Standard SSPC-SP6. • ASTM D4417 - Medición de Perfil de Superficie. • CC-P-002 	<ul style="list-style-type: none"> • Standard VIS 1. • Standard SSPC-SP10. • ASTM D4417 	100 %	<ul style="list-style-type: none"> • CC-F-006 	V	S R	----

LEYENDA:
R: Revisión de documentos.

S: Supervisa / Monitoreo (documento)

V: Verificación y/o comprobación

H: Pto. De espera.



CM HOLLAND

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

CC-L-002

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

Versión:01

PROYECTO:

CLIENTE:

No.	ETAPA A SER INSPECCIONADA	CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	REGISTRO APLICABLE	ALCANCE DE LA INSPECCIÓN	
									OTROS
06	PINTADO DE PIEZAS Y ELEMENTOS.	<ul style="list-style-type: none"> • Certificación de sistema de pintado. • Para iniciar el pintado se controlará: que la humedad relativa no sea mayor a 85% y que la temperatura de la superficie debe ser mínimo 3°C por encima de la temperatura del punto de rocío. • Calidad del aire. • Calidad de Superficie. • Espesores de película seca • Superficie seca: Por definir sistema de pintura. • Superficies Húmedas: Por definir sistema de pintura • Prueba de Adherencia en probetas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual. • Documental. • Instrumental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Standard SSPC-PA1. • Standard SSPC-PA2 - Medición de espesor de película seca. • Hoja técnica de la pintura. • Procedimiento de aplicación de pintura entregado por el proveedor de pintura. • ASTM E337 - Medición de Condiciones Ambientales • ASTM D4541 - Prueba de Adherencia. • CC-P-002 	<ul style="list-style-type: none"> • SSPC-PA2 (tolerancia de $\pm 20\%$ respecto al espesor final) 	100 %	<ul style="list-style-type: none"> • CC-F-006 	V	V
								H	S
									R

LEYENDA:

R: Revisión de documentos.

S: Supervisa / Monitoreo (documento)

V: Verificación y/o comprobación

H: Pto. De espera.



CM HOLLAND

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

CC-L-002

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

Versión:01

PROYECTO:

CLIENTE:

No.	ETAPA A SER INSPECCIONADA	CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	REGISTRO APLICABLE	ALCANCE DE LA INSPECCIÓN	
									OTROS
07	LIBERACION PARA DESPACHO. RECOPILACIÓN DE DOCUMENTACIÓN. LIBERACION FINAL Y ENTREGA DE DOCUMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> Estado del elemento a despachar, embalaje, identificación del elemento. Planos. Ordenes de compras y servicios, Guías de remisión y Certificados de calidad de materiales. Registros de control de calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Documental. Visual. 	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Aseguramiento y Control de Calidad. Plan de puntos de inspección. 	<ul style="list-style-type: none"> Especificaciones técnicas del cliente 	100%	CC-F-011	R V S	----- R -----
	DOSSIER DE CALIDAD.	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento del Plan de puntos de inspección 	<ul style="list-style-type: none"> Documental. 	<ul style="list-style-type: none"> Especificaciones Técnicas del Cliente 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega final. 	100 %	-----	R H	----- R -----
	ENTREGA FINAL.	<ul style="list-style-type: none"> Registros de inspección 	<ul style="list-style-type: none"> Documental. 	<ul style="list-style-type: none"> Especificaciones técnicas del cliente 	<ul style="list-style-type: none"> Especificaciones técnicas del cliente 	100 %	• Acta de entrega de Dossier.	R H	----- R -----

Elaborado por: Cargo:	Revisado por: Cargo:	Aprobado por: Cargo:
--------------------------	-------------------------	-------------------------

LEYENDA:

R: Revisión de documentos.

S: Supervisa / Monitoreo (documento)

V: Verificación y/o comprobación

H: Pto. De espera.



Specification for Welding of Industrial and Mill Cranes and Other Material Handling Equipment



American Welding Society



Specification for Welding of Industrial and Mill Cranes and Other Material Handling Equipment

1. Scope and General Provisions

1.1 Scope. This specification applies to the welding of all principal structural weldments and all primary welds used in the manufacture of cranes for industrial, mill, power house, and nuclear facilities. Furthermore, the specification applies to other overhead material handling machinery and equipment that support and transport loads within the design rating, vertically or horizontally, during normal operations, and, when agreed upon between the Owner and Manufacturer, to loading caused by abnormal operations or environmental events, such as seismic loading.

Secondary welds that will be subjected to tensile stresses of less than 5000 psi [34.5 MPa] need only meet the requirements of Section 7, Workmanship, and Section 10, Weld Quality and Inspection. The engineering drawings shall specify the joint detail, type, and size of weld. This specification is not intended for application to construction- or crawler-type cranes. For the welding of rails, refer to AWS D15.2, *Recommended Practice for the Welding of Rails and Related Rail Components for Use by Rail Vehicles*.

All provisions of this specification are equally applicable to the strengthening and repairing of existing overhead cranes and material handling equipment as described above.

This specification makes use of both U.S. Customary Units and the International System of Units (SI). The measurements may not be exact equivalents; therefore each system shall be used independently of the other without combining in any way. The specification with the designation D14.1 uses U.S. Customary Units. The specification D14.1M uses SI Units. The latter are shown in appropriate columns in tables and figures or within brackets []. Detailed dimensions on figures are in inches. A separate tabular form that relates the U.S. Customary Units with SI Units may be used in tables and figures.

Safety and health issues and concerns are beyond the scope of this standard, and therefore are not fully

addressed herein. Safety and health information is available from other sources, including, but not limited to, ANSI Z49.1, *Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes* and applicable federal and state regulations. Some other sources of safety and health information can be found in Annex D.

1.2 General Provisions. The Manufacturer's¹ adherence to this specification shall include responsibility for the following:

- (1) Welding, as defined in the Scope, in accordance with this specification;
- (2) Producing the welds designated on the drawings by appropriate welding symbols and notes containing sufficient detail to show joint preparations compatible with the designated welding processes;
- (3) Providing written welding procedures;
- (4) Recording results of all procedure and welder qualification tests;
- (5) Controlling the use of designated base metals and consumables; and
- (6) Inspecting the welds to the requirements of this specification.

1.2.1 Acceptance. Acceptance shall be as agreed upon between the Manufacturer and the Owner (purchaser). The fundamental premise of this specification is to provide general stipulations applicable to most situations. Acceptance criteria for production welds different from those stated in this specification may be used for a particular application, provided they are suitably documented by the proposer and approved by the Engineer. These alternate acceptance criteria can be based upon evaluation of suitability for service using past experience, experimental evidence or engineering analysis considering material type, service-load effects, and environmental factors.

¹ Manufacturer refers to the organization responsible for the performance of the work covered by this specification (see definition in Section 3).

1.2.2 Welding Symbols. Welding symbols used on shop drawings shall be those shown in AWS A2.4, *Standard Symbols for Welding, Brazing, and Nondestructive Examination*. Special requirements shall be fully explained by added notes or details.

1.2.3 Mechanical Testing of Welds. Methods used in the mechanical testing of welds shall be those described in AWS B4.0 or B4.0M, *Standard Methods for Mechanical Testing of Welds*. When there is a conflict between this specification and AWS B4.0 or B4.0M, the provisions of this specification shall govern.

1.2.4 Filler Metal Specifications. All welding consumables shall meet the requirements of the applicable AWS filler metal specifications, except for specific requirements of this specification.

2. Normative References

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this AWS standard. For undated references, the latest edition of the referenced standard shall apply. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply.

2.1 American Welding Society (AWS) Standards²

- (1) AWS A2.4, *Standard Symbols for Welding, Brazing, and Nondestructive Examination*
- (2) AWS A3.0, *Standard Welding Terms and Definitions*
- (3) AWS A5.01, *Filler Metal Procurement Guidelines*
- (4) AWS A5.1, *Specification for Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding*
- (5) AWS A5.5, *Specification for Low-Alloy Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding*
- (6) AWS A5.17, *Specification for Carbon Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding*
- (7) AWS A5.18, *Specification for Carbon Steel Electrodes and Rods for Gas Shielded Arc Welding*
- (8) AWS A5.20, *Specification for Carbon Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding*
- (9) AWS A5.23, *Specification for Low Alloy Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding*
- (10) AWS A5.25, *Specification for Carbon and Low Alloy Steel Electrodes and Fluxes for Electroslag Welding*
- (11) AWS A5.26, *Specification for Carbon and Low Alloy Steel Electrodes for Electrogas Welding*
- (12) AWS A5.28, *Specification for Low-Alloy Steel Filler Metals for Gas Shielded Arc Welding*

2. AWS standards are published by the American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

(13) AWS A5.29, *Specification for Low Alloy Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding*

(14) AWS A5.32, *Specification for Welding Shielding Gases*

(15) AWS B2.1, *Specification for Welding Procedure and Performance Qualification*

(16) AWS B4.0, *Standard Methods for Mechanical Testing of Welds* (U.S. Customary Units only)

(17) AWS B4.0M, *Standard Methods for Mechanical Testing of Welds* (SI Units only)

(18) AWS C4.1, *Oxygen Cutting Surface Roughness Gauge*

(19) AWS QC1, *Standard for AWS Certification of Welding Inspectors*

2.2 American Society of Mechanical Engineers (ASME) Standards³

(1) ASME B 46.1, *Surface Texture (Surface Roughness, Waviness, and Lay)*

2.3 American Society for Testing and Materials (ASTM) Standards⁴

(1) ASTM E 23, *Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*

(2) ASTM E 94, *Standard Guide for Radiographic Examination*

(3) ASTM E 164, *Practice for Ultrasonic Contact Examination of Weldments*

(4) ASTM E 165, *Test Method for Liquid Penetrant Examination*

(5) ASTM E 317, *Practice for Evaluating Performance Characteristics of Ultrasonic Pulse-Echo Testing Systems without the Use of Electronic Measurement Instruments*

(6) ASTM A 435, *Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Steel Plates*

(7) ASTM E 709, *Guide for Magnetic Particle Examination*

(8) ASTM E 1316, *Standard Terminology for Non-destructive Examinations*

2.4 American Society for Nondestructive Testing (ASNT) Standards⁵

(1) SNT-TC-1A, *Recommended Practice No. SNT-TC-1A*

3. ASME standards are published by the American Society of Mechanical Engineers, 3 Park Avenue, New York, NY 10017.

4. ASTM standards are published by the American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

5. ASNT standards are published by the American Society for Nondestructive Testing, Inc., P.O. Box 28518, 1711 Arlington Lane, Columbus, OH 43228-0518.

3. Definitions

The terms that follow are defined for the purposes of this specification. Other terms used in this specification are defined in AWS A3.0, *Standard Welding Terms and Definitions*.

Engineer. The responsible technical authority.

Manufacturer. The organization responsible for the performance of the work covered by this specification.

Owner. The person, company, or agency that purchases the equipment.

principal structural weldments. Those weldments that carry the main working loads during normal operations.

primary welds. Welds, the failure of which would result in (1) a carried load being dropped in excess of 4 in. [100 mm] or (2) an increase of stress beyond the allowable stress limits, as defined in Section 5, Allowable Stresses, in other welds or base metal. Any welds subject to only compressive stresses are not considered primary.

secondary welds. Welds not covered by the requirements of primary welds; secondary welds shall be noted as such on the drawings. Secondary welds only need to meet the requirements of Section 7, Workmanship, and Section 10, Weld Quality and Inspection.

tensile strength of the weld metal. The minimum tensile strength specified for the filler metal classification as published in the applicable filler metal specification.

4. Base Metals

4.1 Specifications. All ferrous and nonferrous metals, structural steel, steel castings, forgings, and any other metals used in the fabrication by welding of all components for overhead material handling machinery and equipment shall be identified by a specification. Common industry-wide specifications from organizations such as the American Society for Testing and Materials (ASTM), the American Iron and Steel Institute (AISI), the American Petroleum Institute (API), and the Society of Automotive Engineers (SAE), or written proprietary specifications developed by an individual equipment manufacturer, may be used.

4.2 Proprietary Base Metals. The weldability of and the procedure for welding (1) base metals covered by a specific equipment manufacturer's proprietary specifica-

tion, (2) steels not listed in Table 1, or (3) base metals not covered by accepted national specifications, shall be established by qualification, except as provided for in 4.4.

4.3 Tensile and Yield Strengths of a Base Metal. The minimum specified tensile and yield strengths for base metals are listed in Table 1. When Table 1 or the base metal specification does not establish the minimum tensile and yield strengths for acceptance, the Manufacturer shall establish the minimum tensile and yield strengths for design purposes. The documentation may be in the form of references to published data or compilations of test data. In the establishment of minimum tensile and yield strengths for design purposes, due regard shall be made for size effects, thermal or mechanical treatments, and the effect of the welding process on the base material in the heat-affected zone (HAZ).

4.4 Weldability. Steel base metals listed in Table 1 (including combinations thereof) shall be considered weldable without separate qualification, except base metals with a minimum yield strength of 90 ksi [620 MPa] or higher (see 9.1.1). The steels listed in Table 1 are classified into groups according to the degree of difficulty encountered during welding related to chemical composition, rolling condition, or heat treatment. Steels in the higher classifications require greater precautions during welding, such as preheat, limited heat input, or other precautions to ensure sound weldments. When welding combinations of these steels, precautions related to the steel with the higher classification number should be observed.

4.5 Quenched and Tempered Steels. Quenched and tempered steels may be used where design and other factors permit or require them. Their use shall be compatible with their mechanical properties and the design requirements as documented by the equipment manufacturer. Documentation may be in either of two forms:

- (1) An acceptable service history proving reliability, or
- (2) Welding procedure development and qualification data establishing the expected service life of the steel according to accepted engineering criteria for the application.

4.6 Nonferrous Metals. Nonferrous metals that meet the requirements of an accepted specification, as described in 4.1, may be used in the fabrication of components by welding. Proper documentation in the form of qualified welding procedures and other experimental data shall be provided by the Manufacturer using such metals.

**Table 1
Weldability Classification of Steels**

Material Class ⁽¹⁾	Steel Specification and Grade		Minimum or Range of Tensile Strength ksi [MPa]	Minimum Yield Strength ksi [MPa]
I	AISI/SAE		See Notes (2), (3), & (4)	See Notes (2) & (4)
	1005	Sheet, Plate	Hot Rolled 42 [290]	23.5 [162]
	1006	Bar or Casting	Hot Rolled 43 [295]	24 [165]
	1008	(Usually specified by composition only—without mechanical properties)	Hot Rolled 44 [305]	24.5 [170]
	1010		Hot Rolled 47 [325]	26 [180]
	1012		Hot Rolled 48 [330]	26.5 [183]
	1013		Hot Rolled 49 [338]	27 [186]
	1015		Hot Rolled 50 [345]	27.5 [190]
	1016		Hot Rolled 55 [380]	30 [205]
	1017		Hot Rolled 53 [365]	29 [200]
	1018		Hot Rolled 58 [400]	32 [220]
	1020		Hot Rolled 55 [380]	30 [205]
	1021		Hot Rolled 61 [420]	33 [230]
	1025	Hot Rolled 58 [400]	32 [220]	
II	ASTM		See Note (5)	See Note (5)
	A27	Grade N-1 Castings Chemistry Only	Not Specified—See 4.3	Not Specified—See 4.3
		Grade 60-30	60 [415]	30 [205]
		Grade 65-35	65 [450]	35 [240]
	A36	Shapes, Plate, Bar	58–80 [400–550]	36 [250]
	A53	Grade B Pipe	60 [415]	35 [240]
	A106	Grade B Pipe	60 [415]	35 [240]
	A131	Grade A, B, D, CS, DS	58–75 [400–520]	34 [235]
		Ship Building Shapes, Plate, Bars		
	A139	Grade A Pipe	48 [330]	30 [205]
		Grade B	60 [415]	35 [240]
		Grade C	60 [415]	42 [290]
		Grade D	60 [415]	46 [315]
		Grade E	66 [455]	52 [360]
	A283	Grade C, ≤ 2 in. [50 mm] Plate	55–75 [380–515]	30 [205]
		Grade D, ≤ 1 in. [25 mm]	60–80 [415–550]	33 [230]
	A381	Grade Y35 Pipe	60 [415]	35 [240]
	A500	Grade A Tubing	45 [310]	33 [288]
		Grade B	58 [400]	42 [290]
	A501	Tubing	58 [400]	36 [250]
	A515	Grade 55, ≤ 8 in. [200 mm] Plate <i>Grade no longer listed in A515-2003</i>	55–75 [380–515]	30 [205]
	A516	Grade 55, ≤ 8 in. [200 mm] Plate	55–75 [380–515]	30 [205]
		Grade 60, ≤ 8 in. [200 mm] Plate	60–80 [415–550]	32 [220]
A524	Grade I, ≤ 0.375 in. [10 mm] Pipe	60–85 [414–586]	35 [240]	
	Grade II, > 0.375 in. [10 mm] Pipe	55–80 [380–550]	30 [205]	
A570— <i>Withdrawn in 2000</i>	Grade 36 Sheet, ≤ 0.229 in. [6 mm]	53 [365]	36 [250]	
A573	Grade 58 Plate, ≤ 1.5 in. [40 mm]	58–71 [400–490]	32 [220]	
	Grade 65 Plate, ≤ 1.5 in. [40 mm]	65–77 [450–530]	35 [240]	
A662	Grade A Plate, ≤ 1.5 in. [40 mm]	58–78 [400–540]	40 [275]	
	Grade B Plate, ≤ 1.5 in. [40 mm]	65–85 [450–585]	40 [275]	
A709	Grade 36 Shapes, Plate, Bar	58–80 [400–550]	36 [250]	
API ⁽⁶⁾				
5L	Grade B Pipe	60 [410]	35 [240]	

(continued)

Table 1 (Continued)
Weldability Classification of Steels

Material Class ⁽¹⁾	Steel Specification and Grade		Minimum or Range of Tensile Strength ksi [MPa]	Minimum Yield Strength ksi [MPa]
III	AISI/SAE 1030	Sheet, Plate, Bar, or Casting (Usually specified by composition only— without mechanical properties)	See Notes (2) & (7) 68 [470]	See Notes (2) & (4) 37.5 [260]
	ASTM A27	Grade N-2 Castings Heat Treated	See Note (5) Not Specified—See 4.3	See Note (5) Not Specified—See 4.3
		Grade 70-36	70 [485]	36 [250]
		Grade 70-40	70 [485]	40 [275]
	A106	Grade C Pipe	70 [485]	40 [275]
	A131	Grade AH32, DH32, EH32	64–85 [440–590]	46 [315]
		AH36, DH36, EH36	71–90 [490–620]	51 [355]
	A283	Ship Building Shapes, Plate, Bars Grade C, > 2 in. [50 mm] to ≤ 4 in. [100 mm] Plate	55–75 [380–515]	30 [205]
		Grade D, > 2 in. [50 mm] to ≤ 4 in. [100 mm] Plate	60–80 [415–550]	33 [230]
	A500	Grade C Round Tubing	62 [427]	46 [317]
		Grade C Shaped Tubing	62 [427]	50 [345]
	A515	Grade 60, ≤ 2 in. [50 mm] Plate	60–80 [415–550]	32 [220]
		Grade 65, ≤ 2 in. [50 mm] Plate	65–85 [450–585]	35 [240]
	A516	Grade 60, ≤ 2 in. [50 mm] Plate	60–80 [415–550]	32 [220]
		Grade 65, ≤ 2 in. [50 mm] Plate	65–85 [450–585]	35 [240]
	A537	Class 1, ≤ 2.5 in. [65 mm] Plate	70–90 [485–620]	50 [345]
	A572	Shapes, Plate, Sheet, & Bar HSLA Cb-V Steels		
		Grade 42, ≤ 2 in. [50 mm]	60 [415]	42 [290]
		Grade 50, ≤ 0.5 in. [13 mm]	65 [450]	50 [345]
		Grade 50, > 0.5 [13 mm] to ≤ 2 in. [50 mm]		
		Type 1 or 2 Killed Steel	65 [450]	50 [345]
	A588	Grades A, B, C, & K Shapes, Plate, & Bar ≤ 4 in. [100 mm]	70 [480]	50 [340]
	A606	Type 2 & 4 Sheet ≤ 0.180 in. [5 mm]		
		Weathering Steel—As Rolled Cut Lengths All Other Coils & Cut Lengths	70 [480] 65 [450]	50 [340] 45 [310]
	A607— <i>Withdrawn in 2000</i>	Type 1 Class 2 Sheet ≤ 0.180 in. [5 mm] HSLA Non-Weathering	Grade 45 Grade 50 60 [410] 65 [450]	45 [310] 50 [340]
	A618	HSLA Structural Tubing Wall ≤ 3/4 in. [19 mm]	Grade II 70 [485]	50 [345]
		Wall > 3/4 in. [19 mm] to ≤ 1.5 in. [38 mm]	Grade II 67 [460]	46 [315]
			Grade III 65 [450]	50 [345]
	A633	HSLA Normalized Structural Plate, ≤ 4 in. [100 mm]	Grade A 63–83 [430–570]	42 [290]
		Plate, ≤ 2.5 in. [65 mm]	Grades C & D 70–90 [485–620]	50 [345]
		Plate, > 2.5 in. [65 mm] to ≤ 4 in. [100 mm]	Grades C & D 65–85 [450–590]	46 [315]
	A662	Grade B PV Plate Moderate & Low Temp. Applications	65–85 [450–585]	40 [275]

(continued)

Table 1 (Continued)
Weldability Classification of Steels

Material Class ⁽¹⁾	Steel Specification and Grade		Minimum or Range of Tensile Strength ksi [MPa]	Minimum Yield Strength ksi [MPa]	
III (Cont'd)	A709	Structural Shapes, Plate, Bars—Bridges Non-Weathering	Grade 50	65 [450]	50 [345]
	API ⁽⁶⁾	Weathering	Grade 50W	70 [485]	50 [345]
	5LX	Grade 42 High-Strength Pipe		60 [410]	42 [290]
IV	ASTM A283	Grade C, > 4 in. [100 mm] to ≤ 12 in. [300 mm] Plate		See Note (5)	See Note (5)
		Grade D, > 4 in. [100 mm] to ≤ 8 in. [200 mm] Plate		55–75 [380–515]	30 [205]
	A515	Grade 60, > 2 in. [50 mm] Plate		60–80 [415–550]	33 [230]
		Grade 65, > 2 in. [50 mm] Plate		60–80 [415–550]	32 [220]
	A516	Grade 60, > 2 in. [50 mm] Plate		65–85 [450–585]	35 [240]
		Grade 65, > 2 in. [50 mm] Plate		60–80 [415–550]	32 [220]
	A537 ⁽⁸⁾	Class 2, ≤ 2.5 in. [65 mm] Plate		65–85 [450–585]	35 [240]
	A572	Shapes, Plate, Sheet & Bar		80–100 [550–690]	60 [415]
		Grade 60, ≤ 1.25 in. [32 mm]		75 [520]	60 [415]
		Grade 65, ≤ 1.25 in. [32 mm]		80 [550]	65 [450]
	A607— <i>Withdrawn in 2000</i>	HSLA Non-Weathering	Grade 60 Grade 65	75 [520] 80 [550]	60 [410] 65 [450]
	A633 ⁽⁸⁾	HSLA Normalized Structural Plate			
		≤ 4 in. [100 mm]	Grade E	80–100 [550–690]	60 [415]
		> 4 in. [100 mm] to ≤ 6 in. [150 mm]	Grade E	80–100 [550–690]	55 [380]
V ⁽⁸⁾	ASTM			See Note (5)	See Note (5)
	A514	HSLA Q&T Plate, ≤ 2.5 in. [65 mm]		110–130 [760–895]	100 [690]
		> 2.5 in. [65 mm] to ≤ 6 in. [150 mm]		100–130 [690–895]	90 [620]
	A517	HSLA Q&T PV Plate, ≤ 2.5 in. [65 mm]		115–135 [795–930]	100 [690]
		> 2.5 in. [65 mm] to ≤ 6 in. [150 mm]		105–135 [725–930]	90 [620]
A709	HSLA Q&T Plate, ≤ 2.5 in. [65 mm]		110–130 [760–895]	100 [690]	
	Grades 100 & 100 W, > 2.5 in. [65 mm] to ≤ 4 in. [100 mm]		100–130 [690–895]	90 [620]	

Notes:

- (1) Material Class I steels are the most weldable, and Material Class V steel the most difficult to weld of the steels listed.
- (2) All tensile and yield strength values for AISI/SAE steels are *estimated minimum values*.
- (3) Hardness is not to exceed 160 Brinell for the AISI/SAE steels listed under Weldability Class I. These same AISI/SAE steels should be placed in a higher Weldability Class when hardness exceeds 160 Brinell (ultimate strength greater than 80 ksi [550 MPa]).
- (4) See 4.3 for tensile-yield property determination for AISI/SAE steels.
- (5) All tensile and yield strength values listed for ASTM steels are specified by the ASTM Standard.
- (6) API = American Petroleum Institute.
- (7) Hardness is not to exceed 180 Brinell for the AISI/SAE steel listed under Weldability Class III. This same AISI/SAE steel should be placed in a high Weldability Class when hardness exceeds 180 Brinell (ultimate strength greater than 90 ksi [620 MPa]).
- (8) Qualification is required due to the upper limit of the tensile strength range or the entire range exceeding 90 ksi [620 MPa].

10. Weld Quality and Inspection

10.1 General

10.1.1 Inspection personnel shall perform tests as necessary prior to, during, and after assembly and welding to ensure that materials and workmanship meet the requirements of this specification.

10.1.2 Personnel performing nondestructive examination other than visual shall be qualified in accordance with the American Society for Nondestructive Testing *Recommended Practice No. SNT-TC-1A*. Only individuals qualified for NDT Level I, and working under the NDT Level II, or individuals qualified for NDT Level II, may perform nondestructive examination. Certification of Level I and Level II individuals shall be performed by a Level III individual who has been certified by (1) The American Society for Nondestructive Testing, or (2) has the education, training, experience, and has successfully passed the written examination prescribed in SNT-TC-1A.

10.1.3 Inspectors responsible for acceptance or rejection of material and workmanship shall be qualified. The basis of inspector qualification shall be documented. If the Engineer elects to specify the basis of inspector qualification, it shall be so stated in contract documents. The following are acceptable qualification bases:

(1) Current certification as an AWS Senior Certified Welding Inspector (SCWI) or AWS Certified Welding Inspector (CWI) in conformance to the provisions of AWS QC1, *Standard for AWS Certification of Welding Inspectors*, or

(2) Current certification by the Canadian Welding Bureau (CWB) to the requirements of the Canadian Standard Association (CSA) Standard W178.2, *Certification of Welding Inspectors*, or

(3) An Engineer or technician who, by training or experience, or both, in metals fabrication, inspection, and testing, is competent to perform inspection of the work.

10.2 Owner's Representative

10.2.1 A representative designated by the Owner, when required by the contract, shall verify that all fabrication by welding is performed in conformance to the requirements of this specification. At their discretion, Owners, or their representatives, may waive verification of welding and fabrication inspection.

10.2.2 The representative shall be furnished with or have access to a complete set of detailed drawings showing the size, length, type, and location of all welds that are to be made.

10.2.3 The representative shall be notified in advance of the start of any welding operations, when required by the contract.

10.2.4 The representative shall not delay the normal operating schedule of the Manufacturer if the representative cannot be on site after proper notification, unless otherwise agreed to in the contract.

10.2.5 The representative shall have the option of performing all, or any part of, the functions set forth in 10.3, 10.4, and 10.5.

10.2.6 If agreed to in the contract, the representative may keep records of all welder and welding operator qualifications, all procedure qualifications, other tests that are made, and other information that may be required for the execution of duties. Otherwise, this information shall be made available for review at the Manufacturer's facility.

10.3 Inspection of Welding Procedure Qualifications. The Owner's representative may witness or review the records of welding and testing of any procedure qualifications that are required in this specification.

10.4 Inspection of Welder, Tack Welder, and Welding Operator Qualifications. The Owner's representative shall only permit welding to be performed by welders, tack welders, and welding operators who are qualified in advance in accordance with the requirements of this specification. If retesting or qualification is required, the purchasing representative may witness the welding and testing of the qualification test for each welder, tack welder, or welding operator. Otherwise, the purchasing representative may review the records of past qualification and testing.

10.5 Inspection of Work and Records

10.5.1 The Owner's representative shall make certain that the size, length, and location of welds conform to the requirements of this specification and to the detailed drawings, and that no specified welds are omitted.

10.5.2 The Owner's representative shall make certain that only those welding procedures that meet the provisions of this specification are employed.

10.5.3 The Owner's representative may, at suitable intervals, observe the technique and performance of any welder, welding operator, or tack welder to make certain that the applicable workmanship requirements of Section 7, Workmanship, are being met.

10.5.4 The Owner's representative may examine the work to make certain that it meets the requirements of the workmanship standards of this specification. Size and contour of the welds shall be measured with suitable gauges. Visual inspection for cracks in welds and base metal and for other defects should be aided by strong light or other devices, such as magnifiers, where they may be helpful.

10.5.5 The Owner's representative should identify all parts or joints that have been inspected and accepted with a distinguishing mark.

10.6 Visual Examination. All welds shall be visually examined. Examination shall be performed after removal of foreign debris, including slag. A weld shall be acceptable by visual examination if it meets the specified size on the drawings (see Section 7, Workmanship), and the following conditions are met:

- (1) The weld has no cracks.
- (2) Complete fusion exists between adjacent layers of weld metal and between weld metal and base metal.
- (3) All craters are filled to the full cross section of the weld.
- (4) Weld profiles are in accordance with 10.7.
- (5) Permissible frequency and size of piping porosity in fillet welds shall be limited as follows:
 - (a) For primary welds, no more than 1 pore in each 4 in. [100 mm] of length, and no larger in diameter than 3/32 in. [2.5 mm].
 - (b) For secondary welds, the sum of the diameters of piping porosity shall not exceed 3/8 in. [10 mm] in any linear inch of weld, and shall not exceed 3/4 in. [20 mm] in any 12 in. [300 mm] length of weld.
- (6) The actual size of a portion of continuous fillet weld, 3/8 in. [10 mm] or larger, can be under the nominal required fillet weld size by 1/16 in. [2 mm] without correction, provided that the undersize portion does not exceed 10% of the weld length. On web-to-flange fillet welds on girders, no undersize weld is permitted at the end of the joint in a length equal to twice the width of the flange.
- (7) Primary groove welds shall have no piping porosity. Secondary groove welds shall meet the porosity requirements for fillet welds in 10.6(5)(a).
- (8) Visual inspection of welds in all steels may begin immediately after the completed welds have cooled to ambient temperature. Acceptance criteria for ASTM A 514, A 517, and A 709 grades 100 and 100W steels shall be based on visual inspection performed not less than 48 hours after completion of the weld.

10.7 Welding Profiles

10.7.1 The faces of fillet welds may be slightly convex, flat, or slightly concave, as shown in Figures 32(A), 32(B), and 32(C), but with none of the unacceptable profiles shown in 32(D). Except at outside corner joints, the convexity C shall not exceed the sum of $0.1S + 0.03$ in. [0.8 mm], where S is the actual size of the fillet weld in inches [millimeters]. See Figures 32(B) and 32(C).

10.7.2 Groove welds shall be made with slight or minimum reinforcement, except as may be otherwise provided. For butt and corner joints, the reinforcement

height, R , shall not exceed 1/8 in. [3 mm] for metal thickness of 2 in. [50 mm] and under, and 3/16 in. [5 mm] for metal thicknesses over 2 in. [50 mm]. It shall have gradual transition to the plane of the base metal's surface, as shown in Figure 32(E). Groove welds shall be free of the discontinuities shown for butt joints in Figure 32(F).

10.7.3 Where the surface of butt joints are required to be flush, the thickness of the thinner base metal or weld metal shall not be reduced by more than 1/32 in. [1 mm], or 7% of the thickness, whichever is smaller, and weld reinforcement shall not exceed 1/32 in. [1 mm]. However, all reinforcement shall be removed where the weld forms part of a faying or contact surface. Any reinforcement shall blend smoothly into the plate surfaces with transition areas free from undercut. Chipping may be used, provided it is followed by grinding. Where surface finishing is required, the roughness value shall not exceed 250×10^{-6} in. [6×10^{-6} m]. Surfaces finished to values of over 125×10^{-6} in. [3×10^{-6} m] through 250×10^{-6} in. [6×10^{-6} m] shall be finished parallel to the direction of primary stress. Surfaces finished to 125×10^{-6} in. [3×10^{-6} m] or less may be finished in any direction. (See ASME B46.1, *Surface Texture*, for measurement method.)

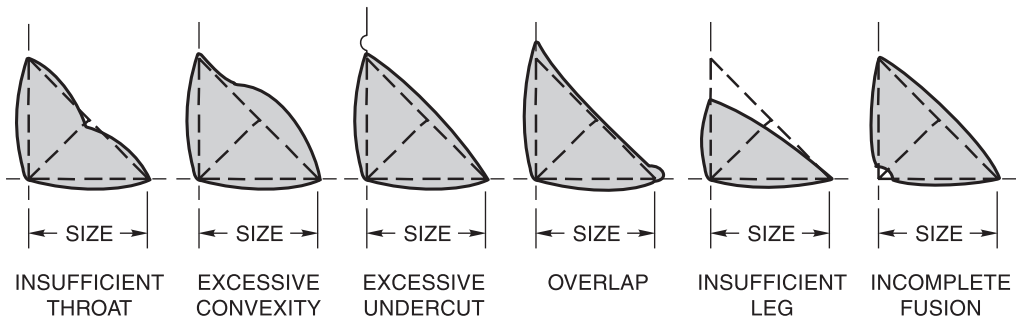
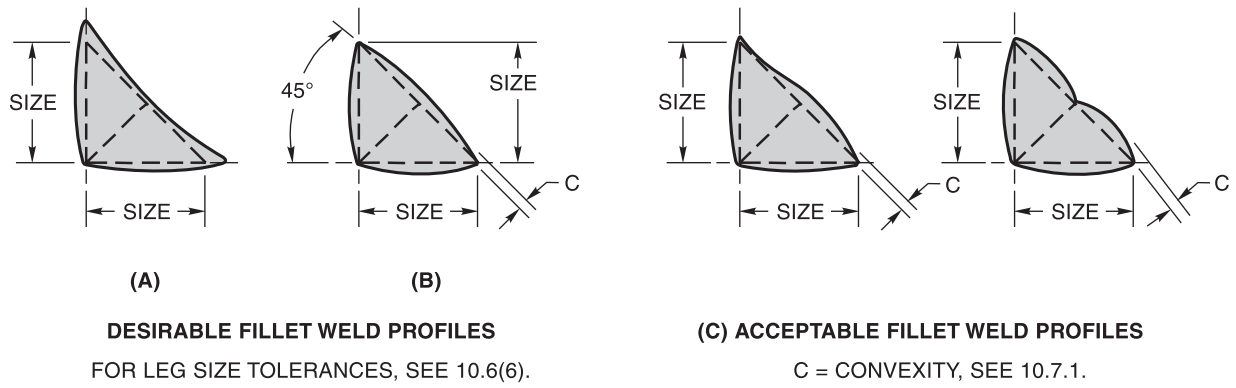
10.7.4 Undercut depth shall not exceed 1/32 in. [1 mm] or 7% of the base metal thickness, except that Joint Class IV, V, and VI welds with a total undercut of less than 1/2 in. [13 mm] in length in any linear 12 in. [300 mm] of weld are acceptable without measurement of the undercut depth.

10.7.5 Welds shall be free from overlap.

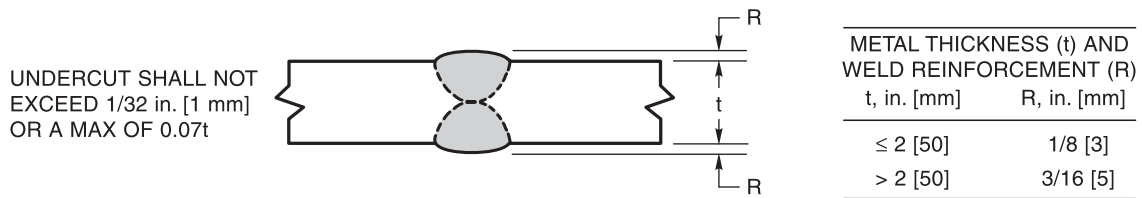
10.7.6 Fillet welds may not deviate from designated size by more than the tolerances given in 10.6(6). The convexity shall meet the tolerances given in 10.7.1. If the deviation exceeds these tolerances, the weld shall be corrected as noted in Section 12, Repair and Correction of Defects.

10.8 Nondestructive Examination

10.8.1 Joint Class I and II weld joints shall require either radiographic or ultrasonic examination in addition to magnetic particle or dye penetrant examination. Non-destructive examination (other than visual inspection) of weld joints other than Joint Class I or II, when it is to be required as a part of the contract, shall be announced in the information furnished to bidders. The information provided shall designate the inspection process to be employed, the welds to be examined, and the extent of examination of each weld. Such nondestructive examination shall be conducted in conformance to the require-

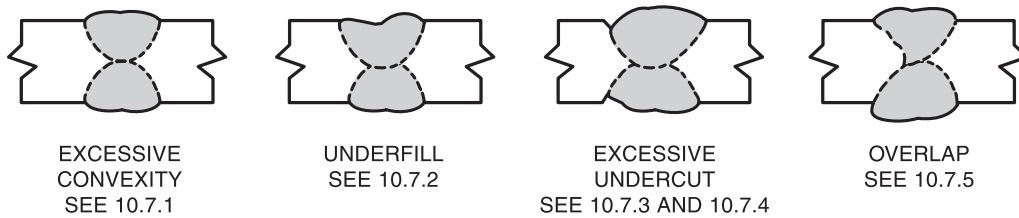


(D) UNACCEPTABLE FILLET WELD PROFILES



(E) ACCEPTABLE BUTT JOINT WELD PROFILE

SEE 10.7



(F) UNACCEPTABLE GROOVE WELD PROFILES IN BUTT JOINTS

Figure 32—Acceptable and Unacceptable Weld Profiles

ments of this specification, or as modified by mutual agreement between the Manufacturer and Owner.

For welds subject to nondestructive testing in accordance with 10.8, 10.11, 10.15, 10.16, or 10.17, the testing may begin immediately after the completed welds have cooled to ambient temperature. However, nondestructive testing of ASTM A 514, A 517, and A 709 Grade 100 and 100W steels shall begin not less than 48 hours after the completed welds have cooled to ambient temperature.

Refer to ASTM E 1316, *Standard Terminology for Nondestructive Examinations*, for standard definitions of terms.

10.8.2 Welds that do not meet the nondestructive examination requirements of this specification shall be repaired by the methods permitted by Section 12, Repair and Correction of Defects.

10.8.3 Nondestructive examination in this specification is only intended to apply to primary welds, unless otherwise specifically agreed to in the contract between the Manufacturer and the Owner.

10.8.4 A weld that is to be subjected to nondestructive examination need not be ground or otherwise smoothed, provided surface irregularities or juncture with the base metal do not obscure objectionable weld discontinuities during examination.

10.9 Radiographic Examination of Welds

10.9.1 The procedures and standards set forth in this section are to govern radiographic examination of welds when such testing is required by stipulation of 10.8. These procedures are restricted to inspection of groove welds with complete joint penetration.

10.9.2 Variations in testing procedure, equipment, and acceptance standards from those given in this section may be used upon agreement with the Owner. Such variations include the radiographic examination of fillet welds, T-welds, or corner welds; changes in source-to-film distance; unusual geometries; unusual penetrometer application, film type, or densities; and film exposure or development variations.

10.9.3 Information furnished to the bidders shall clearly identify the extent of radiographic testing required.

10.9.4 Complete testing, when specified, requires that the entire length of weld in each designated joint shall be tested.

10.9.5 Spot testing, when specified, requires that the number of spots to be radiographed in a stated length of weld in each designated category of weld joint shall be included in information furnished to bidders. Each spot

radiograph shall show at least 4 in. [100 mm] of weld length. If a spot radiograph shows discontinuities that require repair, as defined in 10.11, two adjacent spots shall be tested. If discontinuities requiring repair are detected in either of these, the entire length of weld in that joint shall be tested radiographically.

10.10 Radiographic Procedure

10.10.1 Radiographs shall be made by either X-ray or isotope radiation methods. Radiography shall be conducted in accordance with ASTM E 94, *Standard Guide for Radiographic Examination*.

10.10.2 The radiographic sensitivity shall be judged based on penetrameters. Radiographic technique and equipment shall provide sufficient sensitivity to clearly delineate the required penetrameters and the essential holes as described in 10.10.4 and Table 19. Identifying letters and numbers shall show clearly in the radiograph. *Note: Alternative image quality indicators may be used when approved by the Engineer.*

10.10.3 Radiographs shall have an H & D density¹⁴ of 2.0 minimum and 4.0 maximum. In addition, the density in the area of interest shall not vary more than minus 15% and plus 30% from the density through the penetrometer.

10.10.4 One penetrometer, centered on the film, shall be used for film 10 in. [250 mm] or less in length. Two penetrameters, one centered and one at the end of the film, shall be used for radiographs with a film length greater than 10 in. [250 mm] in length. For panoramic exposures, three penetrameters shall be placed 120° apart around the object being radiographed. Penetrameters shall be placed on the source side whenever possible. Failure to prove adequate sensitivity on all three penetrameters shall disqualify the exposure, and the entire technique shall be repeated.

10.10.5 Radiographs shall be made using a single source of radiation approximately centered with respect to the length and width of the area being examined. The minimum source-to-object distance shall be the greater of the film length or 7 times the maximum thickness of the weld being examined. For panoramic exposures, the minimum source-to-object distance shall be 7 times the maximum weld thickness. During exposure, the film shall be as close as possible to the opposite side of the weld being examined. Edge blocks shall be used when radiographing butt joints greater than 1/2 in. [13 mm]

14. H & D density, D, is a measure of film blackening expressed as $D = \log (I_0/I)$, where:

I_0 = light intensity on the film

I = light transmitted through the film

Table 19
Penetrameter Requirements (see 10.10.2)

Nominal Material Thickness Range ⁽¹⁾		Source Side		Film Side ⁽²⁾	
in.	mm	Designation	Essential Hole	Designation	Essential Hole
Up to 0.25 incl.	Up to 6 incl.	10	4T	7	4T
Over 0.25 through 0.375	Over 6 to 10	12	4T	10	4T
Over 0.375 through 0.625	Over 10 to 16	15	4T	12	4T
Over 0.625 through 0.75	Over 16 to 19	17	4T	15	4T
Over 0.75 through 1.00	Over 19 to 25	20	4T	17	4T
Over 1.00 through 1.25	Over 25 to 32	25	4T	20	4T
Over 1.25 through 1.50	Over 32 to 40	30	2T	25	2T
Over 1.50 through 2.00	Over 40 to 50	35	2T	30	2T
Over 2.00 through 2.50	Over 50 to 65	40	2T	35	2T
Over 2.50 through 3.00	Over 65 to 75	45	2T	40	2T
Over 3.00 through 4.00	Over 75 to 100	50	2T	45	2T
Over 4.00 through 6.00	Over 100 to 150	60	2T	50	2T
Over 6.00 through 8.00	Over 150 to 200	80	2T	60	2T

Notes:

(1) Single wall radiographic thickness (for tubulars).

(2) Applicable to tubular structures only.

thick. The minimum width of the edge blocks shall be 1 in. [25 mm] or half the weld thickness, whichever is greater. The edge blocks shall have a thickness equal to or greater than the thickness of the weld being radiographed.

10.10.6 All radiographs shall be free from chemical and mechanical blemishes that could mask discontinuities in the area of interest. Such blemishes include, but are not limited to, finger prints, crimps, screen marks, water marks, streaks, chemical stains, and fogging. Film identification shall be made permanent on the film by radiographic image, lead tape, flash type ID, or other approved means.

10.11 Acceptability of Radiographed Welds

10.11.1 Welds subject to radiographic examination shall first be visually examined in conformance to the requirements of 10.6 and 10.7.

10.11.2 The greatest dimension of any porosity or fusion-type discontinuity indications that are 1/16 in. [2 mm] or larger shall not exceed the size, B, indicated in Figure 33 for the effective throat of a groove weld or weld size of a fillet weld. The distance from any indication of porosity or fusion-type discontinuity to another such indication, to an edge, or to any intersecting weld shall not be less than the minimum clearance allowed, C, indicated in Figure 33 for the size of discontinuity under examination. Annex B illustrates the application of the requirements given in 10.11.2.

10.11.3 Discontinuities meeting requirements of 10.11.1 and having a greatest dimension of less than 1/16 in. [2 mm] are nevertheless not acceptable if the sum of their greatest dimensions exceeds 3/8 in. [10 mm] in any linear inch [25 mm] of weld.

10.11.4 The limitations for 1-1/2 in. [40 mm] groove weld effective throat given in Figure 33 shall apply to all welds with larger effective throats.

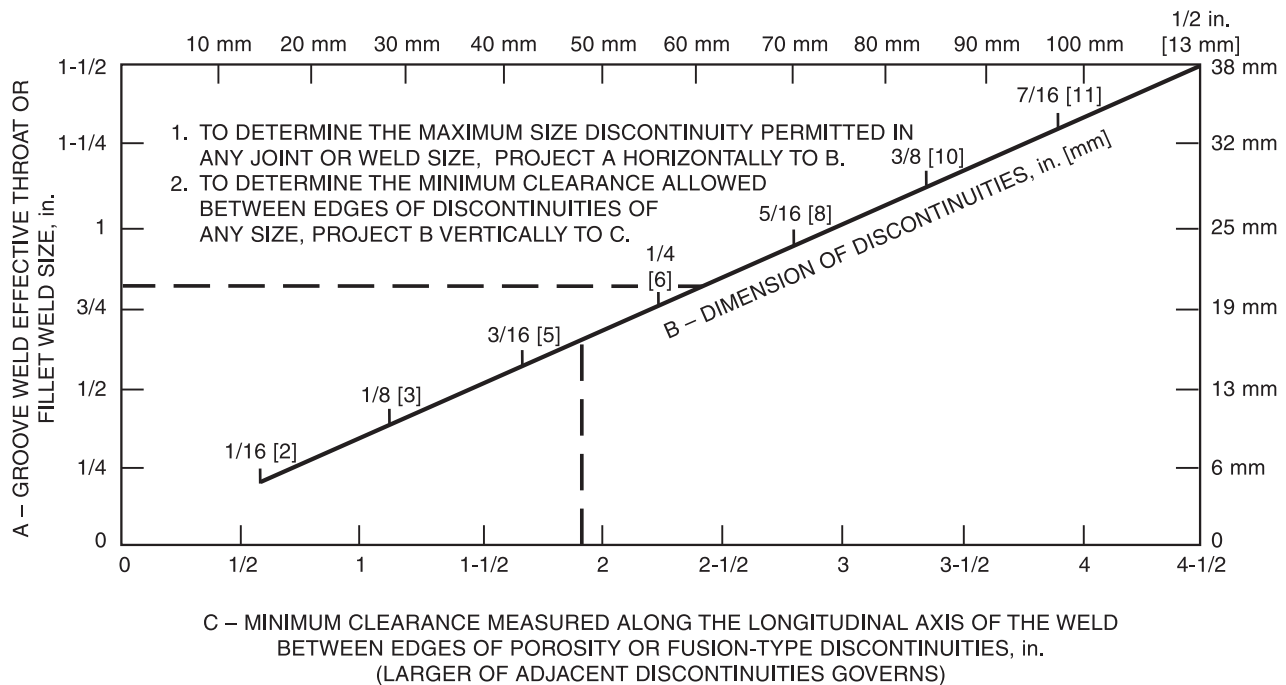
10.11.5 A recommended form for reporting the results of radiographic examination is shown in Annex A.

10.12 Examination, Report, and Disposition of Radiographs

10.12.1 The contractor shall provide a suitable high-intensity viewer with sufficient capacity to illuminate radiographs with a density of 4.0 without difficulty. It is recommended that at least a two-level or variable-intensity illuminator be used.

10.12.2 All radiographs of welds that are subject to contractual radiographic examination by the Manufacturer, including those that show unacceptable quality prior to repair, and a report interpreting them, shall be available for review by the Owner's representative before the weld is accepted.

10.12.3 A full set of radiographs for welds subject to radiographic examination by the Manufacturer for the Owner, including those that show unacceptable quality prior to repair, shall be delivered to the Owner upon



General Note: Adjacent discontinuities, spaced less than the minimum required clearance shall be measured as one length equal to the sum of the total length of the discontinuities plus the length of the space between them and evaluated as a single discontinuity.

Figure 33—Weld Quality Requirements for Discontinuities Occurring in Welds (Limitation of Porosity and Fusion—Type Discontinuities)

completion of the work. The Manufacturer’s obligation to retain radiographs shall cease (1) upon delivery of this full set to the Owner, (2) one full year after completion of the Manufacturer’s work, in the event that delivery is not required, or (3) as otherwise stated in the contract.

10.13 Ultrasonic Examination of Welds

10.13.1 The procedures and standards set forth in this section govern the ultrasonic examination of groove welds between the thicknesses of 5/16 in. [8 mm] and 8 in. [200 mm] inclusive, when such testing is required by 10.8 of this specification. These procedures and standards are not to be used as a basis for rejection of the base metal.

10.13.2 Variations in testing procedure, equipment, and acceptance standards not included in this section may be used by agreement between the Manufacturer and Owner. Such variations include other thicknesses, weld geometries, transducer sizes, frequencies, and couplants.

10.13.3 Spot radiography is suggested to supplement ultrasonic testing of electroslag and electrogas groove welds in material 2 in. [50 mm] and over in thickness to detect possible piping porosity.

10.13.4 Information furnished to bidders shall clearly identify the extent of ultrasonic testing required.

10.13.5 Complete testing, when specified, requires testing of the entire length of the weld in each designated joint.

10.13.6 Spot testing, when specified, requires that the number of spots in each designated category of weld, or the number required to be made in a stated length of weld, be included in the information furnished to bidders. When spot testing reveals discontinuities that require repair, two adjacent spots shall be tested. If discontinuities requiring repair are revealed in either of these, the entire length of the weld in that joint shall be tested ultrasonically.

10.14 Ultrasonic Testing Equipment and Calibration

10.14.1 The apparatus for ultrasonic examination shall meet the requirements of ASTM E 164, *Recommended Practice for Ultrasonic Contact Examination of Weldments*, and ASTM E 317, *Recommended Practices for Evaluating Performance Characteristics of Pulse-Echo Ultrasonic Testing Systems*. Refer to ASTM E 1316, *Standard Terminology for Nondestructive Examinations*, for standard definitions of terms.

10.14.2 Test instruments shall include internal stabilization so that, after warm up, no variation in response greater than ± 1 dB occurs with supply voltage changes of 15% nominal or, in the case of battery powered instruments, over the battery charge operating life. There shall be an alarm or meter to signal a drop in battery voltage prior to instrument shutoff due to battery exhaustion.

10.14.3 The test instrument shall have a calibrated gain control (attenuator) adjustable in discrete 1 or 2 dB steps over a range of at least 60 dB.

10.14.4 The dynamic range of the instrument's display shall be such that a difference of 1 dB of amplitude can be easily detected.

10.14.5 Each search unit shall be marked to clearly indicate the frequency of the transducer, nominal angle of refraction, and index point.

10.14.6 Preferred couplants are a cellulose gum-water mixture and glycerine with a wetting agent. Where possible, avoid the use of oil or grease as the couplant for examination of welds. If oil or grease is used as the couplant, the requirements of 7.2.1 shall be met before any repairs are made.

10.14.7 The horizontal linearity of the test instrument shall be within $\pm 5\%$ over the linear range that includes 90% of the sweep length presented on the display for the longest sound path to be used. The horizontal linearity shall be measured by the techniques prescribed in Section 7.9 of ASTM E 317, except that the results may be tabulated rather than graphically represented. Horizontal linearity shall be checked after each 40 hours of instrument use.

10.14.8 Internal reflections from the search unit, with a screen presentation higher than the horizontal reference line, appearing on the screen to the right of the sound entry point shall not occur beyond 1/2 in. [13 mm] equivalent distance in steel when the sensitivity is as follows: 20 dB more than that required to produce a maximized horizontal reference-line height indication from the 1/16 in. [1.59 mm] diameter hole in the International Institute of Welding (IIW) reference block (see ASTM E 164).

10.14.9 The dimensions of the search unit shall be such that the minimal allowable distance, X, between the toe of the search unit and the edge of the IIW block, shall be as follows:

- (1) 70° transducer, X = 2 in. [50 mm]
- (2) 60° transducer, X = 1-7/16 in. [37 mm]
- (3) 45° transducer, X = 1 in. [25 mm]

The search unit shall be positioned for maximum indication from the 1/16 in. [1.59 mm] diameter hole in the IIW calibration block.

10.14.10 Resolution

10.14.10.1 For shear waves, the combination of search unit and instrument shall resolve the appropriate three holes in the resolution test block shown in Figures 34A and 34B. For a 70° angle, the transducer should be set in position Q on the resolution block as shown in Figure 34C. The resolution shall be evaluated with the instrument controls set at normal test settings, and with indications from the holes brought to midscreen height. Resolution shall be sufficient to distinguish at least the peaks of indications from the three holes.

10.14.10.2 To determine longitudinal wave resolution, the instrument controls shall be at normal settings with indications from the holes brought to midscreen height (see Figure 34C).

- (1) Set the transducer in position F on the IIW block.
- (2) Transducer and instrument should resolve all three distances.

10.14.11 The IIW ultrasonic reference block, shown in ASTM E 164, shall be the standard used for both distance and sensitivity calibration. More portable reference blocks of other designs may be used, provided they meet the requirements of this specification and are referenced back to the IIW block. Approved designs are shown in ASTM E 164. See Figure 34C for application.

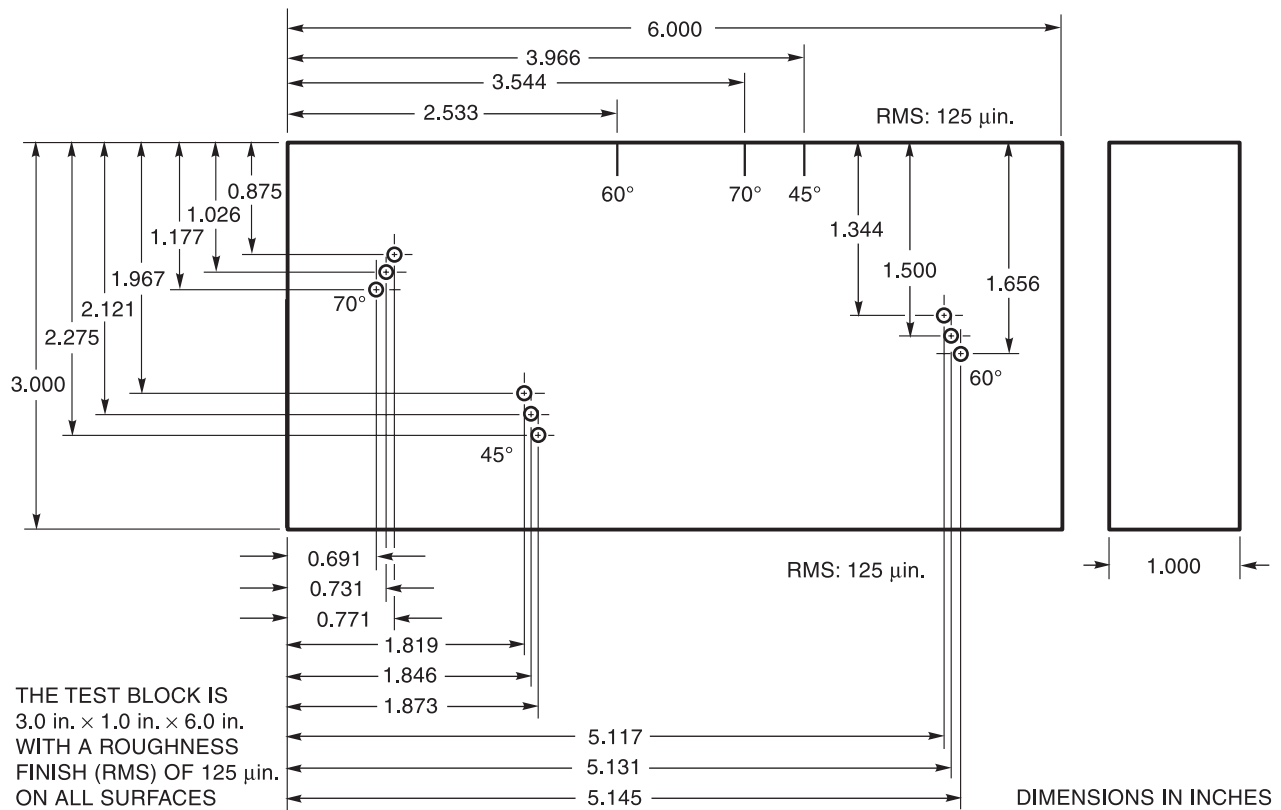
10.14.12 Using a corner reflector for calibration purposes is prohibited.

10.14.13 The gain control (attenuator) of the instrument shall meet the requirements of 10.14.3 and shall be checked for correct calibration at two-month intervals in accordance with a procedure approved by the manufacturer of the instrument.

10.14.14 With the use of an approved calibration block, each angle-beam search unit shall be checked after each eight hours of use to determine that:

- (1) The contact face is flat,
- (2) The sound entry point is correct, and
- (3) The beam angle is within the permitted $\pm 2^\circ$ tolerance.

Search units that do not meet these requirements shall be corrected or replaced.



General Note: All holes are 1/16 in. in diameter.

Source: Adapted from AWS D1.1/D1.1M:2004, Figure 6.23, p. 248.

Figure 34A—RC Resolution Reference Block (U.S. Units)

10.14.15 Calibration for sensitivity and horizontal sweep (distance) shall be made at the location of testing by the ultrasonic operator just prior to examination of each weld and at intervals of 30 minutes during examination. Recalibration shall be made when:

- (1) There is a change of operators,
- (2) Transducers are changed,
- (3) New batteries are installed, and
- (4) Equipment operating from a 110 volt source is connected to a different power outlet.

10.14.16 Calibration for straight beam testing shall be performed as follows:

(1) The horizontal sweep shall be adjusted for distance calibration to present the equivalent of a least two plate thicknesses on the display.

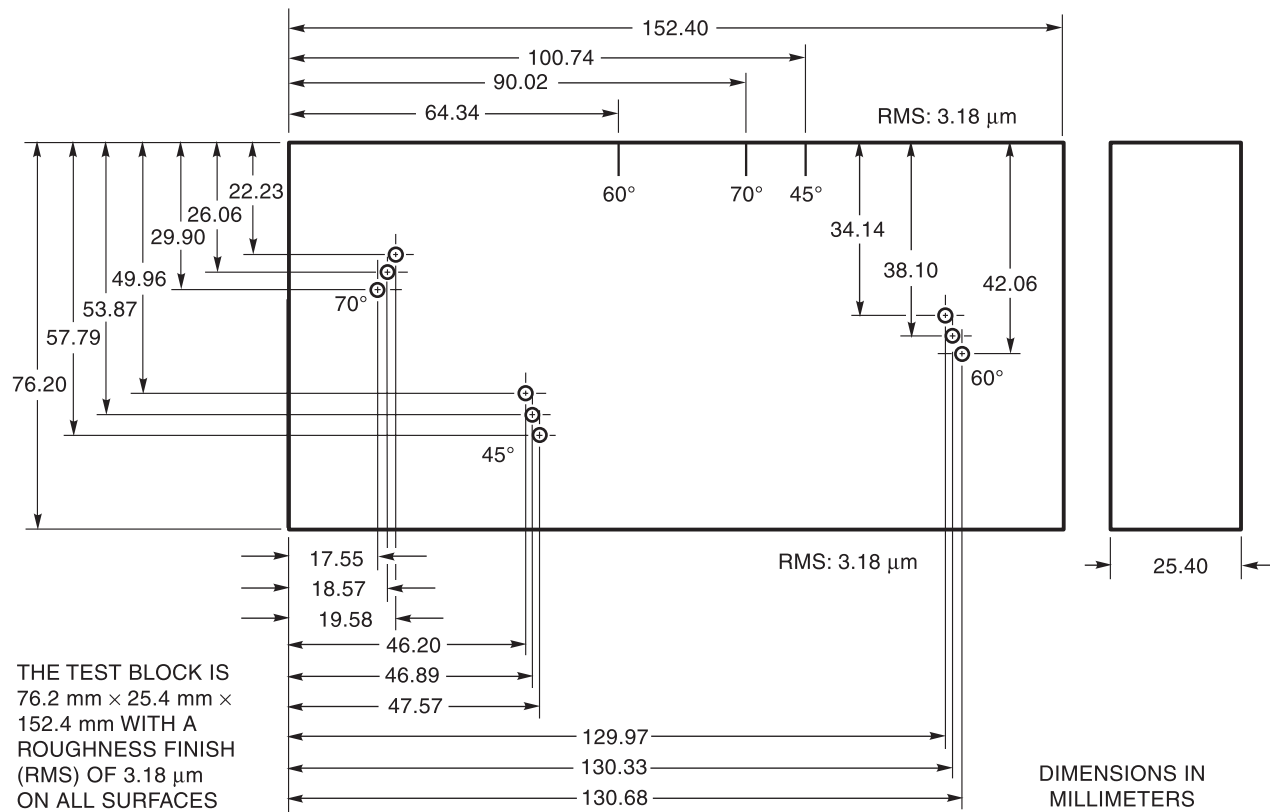
(a) Set the transducer in position G on the IIW block, position H on the DC block, or position M on the DSC block (see Figure 34C).

(b) Adjust instrument to produce indications at 1 in. [25 mm], 2 in. [50 mm], 3 in. [75 mm], 4 in. [100 mm], etc. on the display.

(2) The sensitivity (gain) shall be adjusted at a location free of indications so that the first back reflection from the far side of the plate will be 50% to 70% of full screen height. For this purpose, the reject (clipping) control shall be turned off.

10.14.17 Calibration for angle beam testing shall be performed as follows:

(1) The horizontal sweep shall be adjusted to represent the actual sound-path distance by using acceptable distance calibration blocks shown in Figure 34C and ASTM E 164. This distance calibration shall be made using either the 5 in. [125 mm] scale or the 10 in. [250 mm] scale on the display, whichever is appropriate, unless joint configuration or thickness prevents full examination of the weld at either of these settings.



General Note: All holes are 1.59 mm in diameter.

Source: Adapted from AWS D1.1/D1.1M:2004, Figure 6.23 (Continued), p. 249.

Figure 34B—RC Resolution Reference Block (SI Units)

(a) Set the transducer in position D on the IIW block (any angle).

(b) Adjust the instrument to obtain indications on the display at 4 in. [100 mm] and 9 in. [225 mm] from a Type 1 block, or at 4 in. [100 mm] and 8 in. [200 mm] from a Type 2 block.

(c) Set the transducer in position J or L on the DSC block (any angle).

(d) Adjust the instrument to obtain indications on the display at 1 in. [25 mm], 5 in. [125 mm], 9 in. [225 mm] in the J position, or at 3 in. [75 mm], and 7 in. [175 mm] in the L position.

(e) Set the transducer in position I on the DC block (any angle).

(f) Adjust the instrument to obtain indications on the display at 1 in. [25 mm], 2 in. [50 mm], 3 in. [75 mm], 4 in. [100 mm], and so forth.

(2) With the unit adjusted to conform with the requirements of 10.14.1 through 10.14.10, the sensitivity shall be adjusted by the use of the gain control (attenuator) so that a horizontal reference-level trace deflection results on the display with the maximum indication from the 0.060 in. [1.59 mm] diameter hole in the IIW block or from the equivalent reference reflector in other acceptable calibration blocks. This basic sensitivity then becomes the zero reference level for discontinuity evaluation and shall be recorded on the ultrasonic test reports under reference level. See Annex A for a sample ultrasonic test report form.

(a) Set the transducer in position A on the IIW block (any angle).

(b) Adjust the maximized signal from the 0.060 in. [1.59 mm] hole to attain a horizontal reference-line height indication.

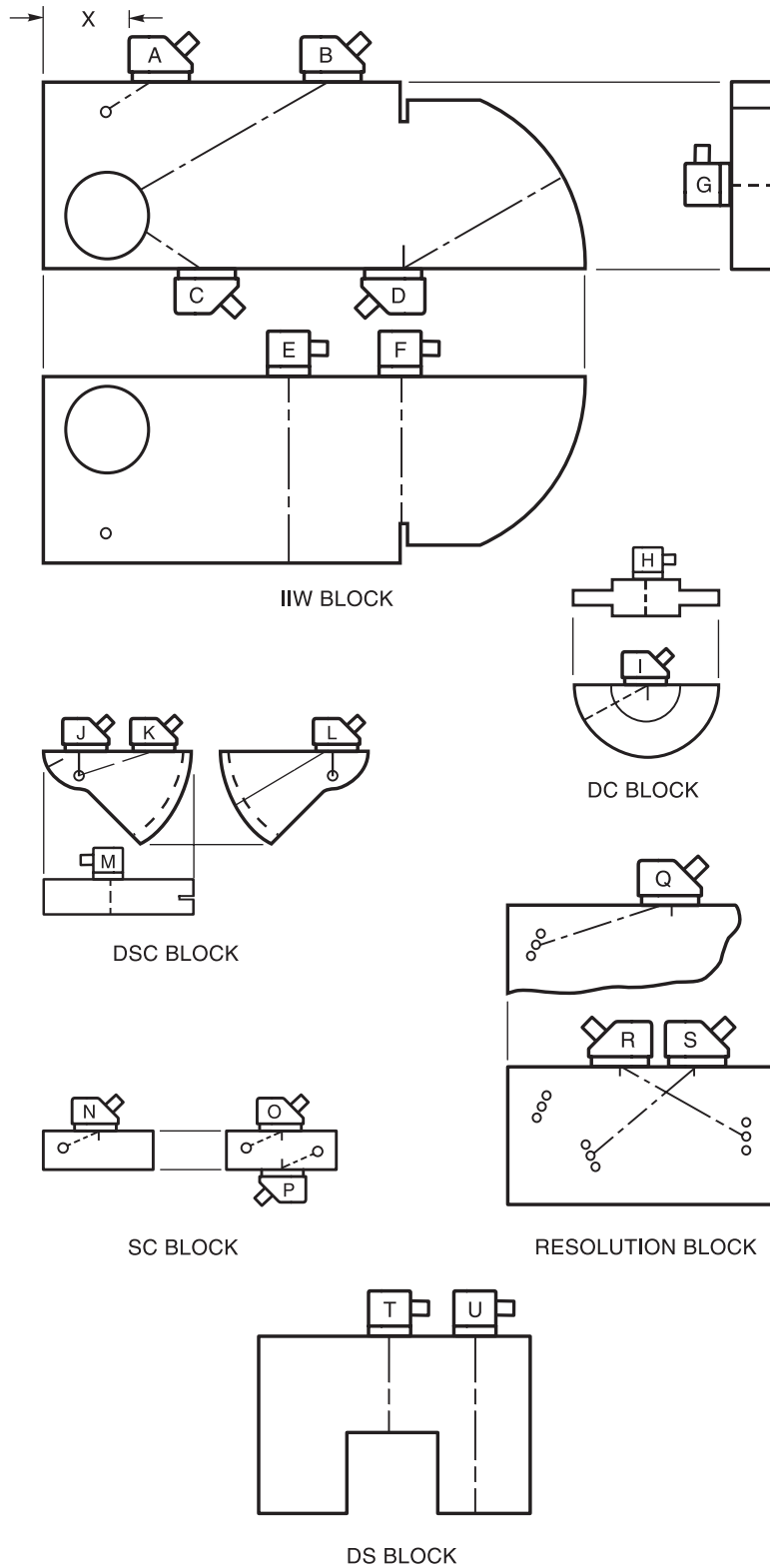


Figure 34C—Typical Transducer Positions

(c) Set the transducer in position L on the DSC block (any angle).

(d) Adjust the maximized signal from the 1/32 in. [0.8 mm] slot to attain a horizontal reference-line height indication.

(e) Set the transducer on the SC block in position N for 70° angle, position O for 45° angle, or position P for 60° angle.

(f) Adjust the maximized signal from the 0.060 in. [1.59 mm] hole to attain a horizontal reference-line height indication.

(g) The decibel reading obtained in (f) shall be used as the reference level, b, reading on the test report sheet (see Annex A).

10.15 Ultrasonic Testing Procedure, Acceptance Criteria, and Reports

10.15.1 The letter Y accompanied by a weld identification number shall be clearly marked on the base metal adjacent to the weld at the left end of each weld that is ultrasonically examined. This identification number serves as an orientation direction for weld discontinuity location and as the report number on the report form (see Annex A for suggested report form).

10.15.2 All surfaces to which a search unit is applied shall be free of weld spatter, dirt, grease, oil, (other than that used as a couplant) and loose scale and shall have a contour permitting intimate coupling. Tight layers of paint need not be removed unless their combined thickness exceeds 0.010 in. [0.25 mm].

10.15.3 A couplant shall be used between the search unit and the metal. The couplant should be either glycerine with a wetting agent, if needed, or a cellulose gum and water mixture of a suitable consistency. Light machine oil, or equivalent, may be used for couplant on calibration blocks.

10.15.4 The entire base metal through which ultrasonic vibrations must travel to test the weld shall be examined for laminar reflectors, using a straight-beam search unit conforming to the requirements of 10.14. If any area of base metal exhibits total loss of back reflection and is located in a position that would interfere with the normal weld scanning procedure, the following alternate weld scanning procedure shall be used. Alternate weld scanning procedure inspection may also be conducted in accordance with ASTM E 164.

(1) The area of the laminar reflector and its depth from the surface shall be determined and reported on the ultrasonic test report.

(2) If part of a weld is inaccessible to testing in accordance with the requirements of Table 20 because of laminar content recorded in accordance with 10.15.4(1), the testing shall be conducted by using an alternate scanning

pattern described in 10.15.5, by first grinding the weld surfaces flush to make total weld areas accessible to ultrasonic testing, or both.

10.15.5 Alternate Scanning Patterns (See Figure 35)

(1) *Longitudinal Discontinuities*. Scanning patterns shall consist of the following combined movements:

(a) Scanning movement A—Rotation angle, a, equals 10°.

(b) Scanning movement B—Scanning distance, b, shall be sufficient to ensure that the section of weld being examined is covered.

(c) Scanning movement C—Progression distance, c, shall be approximately one-half of the transducer width.

(2) *Transverse Discontinuities*

(a) Scanning pattern D—when welds are ground flush.

(b) Scanning pattern E—when weld is not ground flush.

(c) Scanning angle $e = 15^\circ$ maximum.

(d) Scanning pattern shall ensure the full weld section is covered.

(3) *Electroslag or Electrogas Welds*. (Additional scanning pattern)—scanning pattern E

(a) Search unit rotation angle, e, between 45° and 60°.

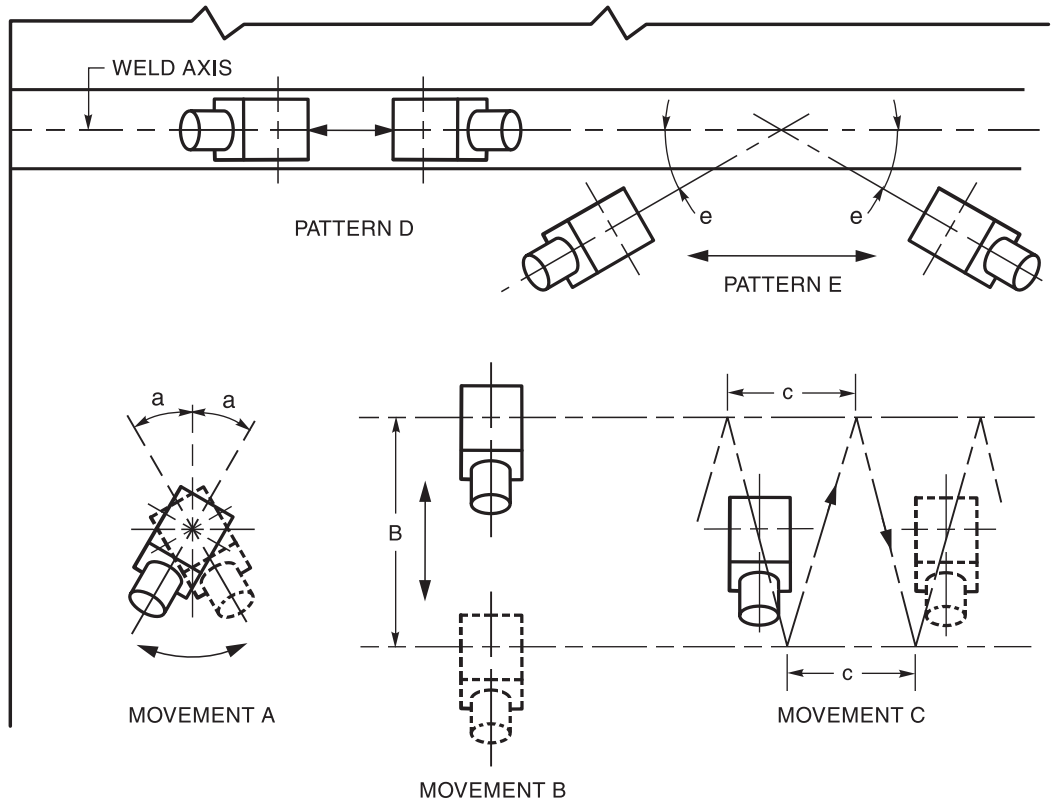
(b) Scanning pattern shall ensure that the full weld section is covered.

10.15.6 Welds shall be examined using an angle-beam search unit conforming to the requirements of 10.14 and ASTM E 164. Following calibration and during testing, the only instrument adjustment permitted is in the sensitivity-level adjustment with the calibrated gain control or attenuator. Sensitivity shall be increased from the reference level for weld scanning in accordance with Table 21.

10.15.6.1 If mechanically possible, all welds shall be scanned from both sides on the same face for longitudinal and transverse discontinuities. The applicable scanning pattern, or patterns, shown in Figure 35 shall be used.

10.15.6.2 The testing angle shall be as shown in Table 20.

10.15.6.3 When a discontinuity indication appears on the screen, the maximum attainable indication from the discontinuity shall be adjusted to produce a horizontal reference level trace deflection on the display. This adjustment shall be made with the calibrated gain control or attenuator, and the instrument reading in decibels shall be recorded on the ultrasonic test report under the heading Indication Level, a.



General Notes:

1. Testing patterns are all symmetrical around the weld axis with the exception of pattern D, which is conducted directly over the weld axis.
2. Testing from both sides of the weld axis is to be made wherever mechanically possible.

Figure 35—Plan View of UT Scanning Patterns

10.15.6.4 The attenuation factor, *c*, on the test report is obtained by subtracting 1 in. [25.4 mm] from the sound-path distance and multiplying the remainder by 2 [0.0787].

10.15.6.5 The indication rating, *d*, on the test report is the difference between the reference level and the indication level after the indication level has been corrected by the attenuation factor.

Instruments with gain in dB: $a - b - c = d$

Instruments with attenuation in dB: $b - a - c = d$

10.15.6.6 The length of a discontinuity, as entered under indication length on the test report, shall be determined by locating the points at each end at which the indication amplitude drops 6 dB (50%) and measuring between the centerlines of those transducer locations.

10.15.6.7 Each weld discontinuity shall be accepted or rejected on the basis of its indication rating and its length in accordance with Table 21. Only those discontinuities which are rejectable need be recorded on the test report.

10.15.7 Each rejectable discontinuity shall be indicated on the weld by a mark directly over the discontinuity for its entire length. The depth from the surface and type of discontinuity shall be noted on nearby base metal.

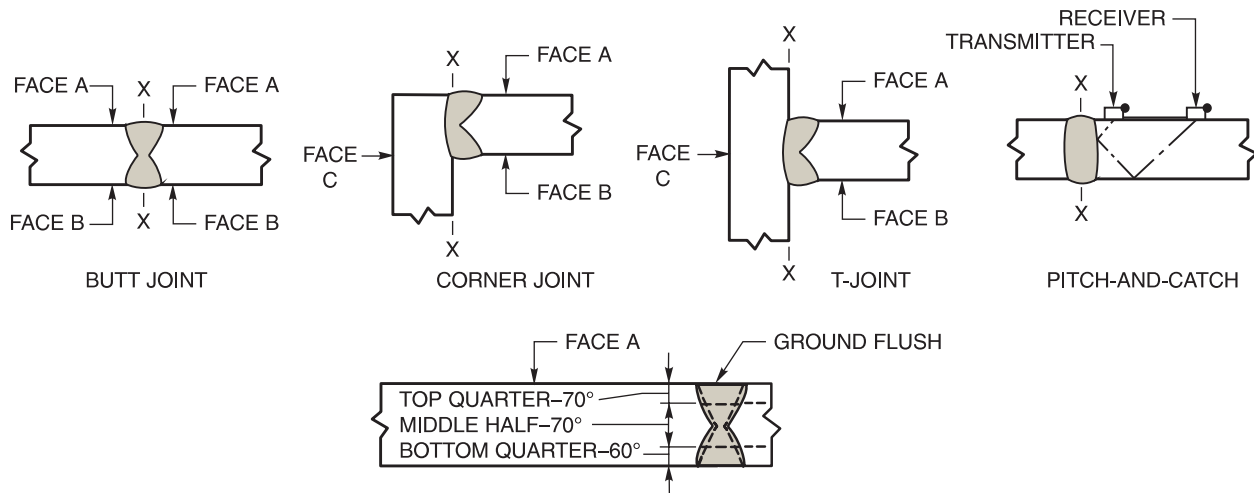
10.15.8 Welds found unacceptable by ultrasonic testing shall be repaired by methods permitted by Section 12, Weld Repairs, of this specification. Repaired welds shall be reexamined ultrasonically, and an additional report form completed.

Table 20
Ultrasonic Testing Angle

Procedure Chart

Material Thickness, in. [mm]

Weld Type	5/16 [8]	>1-1/2 [40]	>1-3/4 [45]	>2-1/2 [65]	>3-1/2 [90]	>4-1/2 [115]	>5 [125]	>6-1/2 [165]	>7 [180]
	to ≤1-1/2 [40]	to ≤1-3/4 [45]	to ≤2-1/2 [65]	to ≤3-1/2 [90]	to ≤4-1/2 [115]	to ≤5 [125]	to ≤6-1/2 [165]	to ≤7 [180]	to ≤8 [200]
	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Butt	1 O	1 F	1G or 4 F	1G or 5 F	6 or 7 F	8 or 10 F	9 or 11 F	12 or 13 F	12 F
T-	1 O	1 F or XF	4 F or XF	5 F or XF	7 F or XF	10 F or XF	11 F or XF	13 F or XF	— —
Corner	1 O	1 F or XF	1G or 4 F or XF	1G or 5 F or XF	6 or 7 F or XF	8 or 10 F or XF	9 or 11 F or XF	13 or 14 F or XF	— —
Electrogas & Electroslag	1 O	1 O	1G or 4 1**	1G or 3 P1 or P3	6 or 7 P3	11 or 15 P3	11 or 15 P3	11 or 15 P3	11 or 15** P3



General Notes:

1. Where possible, all examinations shall be made from Face A and in Leg 1, unless otherwise noted in this table.
2. Root areas of single groove weld joints which have backing not requiring removal by contract, shall be tested in Leg 1, where possible, with Face A being that opposite the backing. (Grinding of the weld face or testing from additional weld faces may be necessary to permit complete scanning of the weld root.)
3. Examination in Leg II or III shall be made only to satisfy provisions of this table or when necessary to test weld areas made inaccessible by an unground weld surface, or interference with other portions of the weldment.
4. A maximum of Leg III shall be used only where thickness or geometry prevents scanning of complete weld areas and heat-affected zones in Leg I or Leg II.
5. On tension welds in cyclically loaded structures, the top quarter of thickness shall be tested with the final leg of sound progressing from Face B toward Face A, and the bottom quarter of thickness shall be tested with the final leg of sound progressing from Face A toward Face B; i.e., the top quarter of thickness shall be tested either from A in Leg II or from B in Leg I at the contractor's option, unless otherwise specified in the contract documents.
6. The weld face indicated shall be ground flush before using procedure 1G, 6, 8, 9, 12, 14, or 15. Face A for both connected members shall be in the same plane.

(See Legend on next page)

Table 20 (Continued)
Ultrasonic Testing Angle

Legend:

- X — Check from Face “C.”
- G — Grind weld face flush.
- O — Not required.
- A Face — The face of the material from which the initial scanning is done (on T- and corner joints, follow above sketches).
- B Face — Opposite the “A” face (same plate).
- C Face — The face opposite the weld on the connecting member or a T- or corner joint.
- * — Required only where reference level indication of discontinuity is noted in fusion zone (weld metal to base metal interface) while searching at scanning level with primary procedures selected from first column.
- ** — Use 15 in. [375 mm] or 20 in. [500 mm] screen distance calibration.
- P — Pitch and catch shall be conducted for further discontinuity evaluation in only the middle half of the material thickness with only 45° or 70° transducers of equal specification, both facing the weld. (Transducers shall be held in a fixture to control positioning—see sketch.) Amplitude calibration for pitch and catch is normally made by calibrating a single search unit. When switching to dual search units for pitch and catch inspection, there should be assurance that this calibration does not change as a result of instrument variables.
- F — Weld metal to base metal interface indications shall be further evaluated with either 70°, 60°, or 45° transducer—whichever sound path is nearest to being perpendicular to the suspected fusion surface.

Procedure Legend

No.	Area of Weld Thickness		
	Top Quarter	Middle Half	Bottom Quarter
1	70°	70°	70°
2	60°	60°	60°
3	45°	45°	45°
4	60°	70°	70°
5	45°	70°	70°
6	70°G A	70°	60°
7	60° B	70°	60°
8	70°G A	60°	60°
9	70°G A	60°	45°
10	60° B	60°	60°
11	45° B	70°**	45°
12	70°G A	45°	70°G B
13	45° B	45°	45°
14	70°G A	45°	45°
15	70°G A	70°A B	70°G B

Table 21
Ultrasonic Acceptance and Rejection Criteria

Weld Thickness, ⁽¹⁾ in. [mm] and Search Unit Angle											
Flaw Class	$\geq 5/16$ [8] to $\leq 3/4$ [20]	$> 3/4$ [20] to $\leq 1-1/2$ [40]	$> 1-1/2$ [40] to $\leq 2-1/2$ [65]			$> 2-1/2$ [65] to ≤ 4 [100]			> 4 [100] to ≤ 8 [200]		
	70°	70°	70°	60°	45°	70°	60°	45°	70°	60°	45°
Class A	+10 & lower	+8 & lower	+4 & lower	+7 & lower	+9 & lower	+1 & lower	+4 & lower	+6 & lower	-2 & lower	+1 & lower	+3 & lower
Class B	+11	+9	+5 +6	+8 +9	+10 +11	+2 +3	+5 +6	+7 +8	-1 +0	+2 +3	+4 +5
Class C	+12	+10	+7 +8	+10 +11	+12 +13	+4 +5	+7 +8	+9 +10	+1 +2	+4 +5	+6 +7
Class D	+13 & up	+11 & up	+9 & up	+12 & up	+14 & up	+6 & up	+9 & up	+11 & up	+3 & up	+6 & up	+8 & up

Note:

(1) Weld thickness shall be defined as the nominal thickness of the thinner of the two parts being joined.

General Notes:

- Class B and C flaws shall be separated by at least 2L, L being the length of the longer flaw, except that when two or more such flaws are not separated by at least 2L, but the combined length of flaws and their separation distance is equal to or less than the maximum allowable length under the provisions of Class B or C, the flaw shall be considered a single acceptable flaw.
- Class B and C flaws shall not begin at a distance less than 2L from the end of the weld, L being the flaw length.
- Discontinuities detected at "scanning level" in the root face area of complete penetration double groove weld joints shall be evaluated using an indicating rating 4 dB more sensitive than described in 10.15.6.5 when such welds are designated as "tension welds" on the drawing (subtract 4 dB from the indication rating "d"). This shall not apply if the weld joint is backgouged to sound metal to remove the root face, and magnetic particle examination is used to verify that the root face has been removed.

Class A (Large Flaws)

Any indication in this category shall be rejected (regardless of length).

Class B (Medium Flaws)

Any indication in this category having a length greater than 3/4 in. [20 mm] shall be rejected.

Class C (Small Flaws)

Any indication in this category having a length greater than 2 in. [50 mm] length in the middle half or 3/4 in. [20 mm] length in the top of bottom quarter of weld thickness shall be rejected.

Class D (Minor Flaws)

Any indication in this category shall be accepted regardless of length or location in the weld.

10.15.9 A report form which clearly identifies the work and the area of inspection shall be completed by the ultrasonic inspector at the time of the inspection. The report form for welds that are unacceptable need only contain sufficient information to identify the weld, the inspector (signature), and the acceptability of the weld. An example of such a form is shown in Annex A.

10.15.10 All report forms pertaining to a weld subject to contractual ultrasonic testing by the Manufacturer for

Scanning Levels

Sound path, ⁽²⁾ in. [mm]	Above Zero Reference, dB
$\leq 2-1/2$ [65]	20
$> 2-1/2$ [65] to ≤ 5 [125]	25
> 5 [125] to ≤ 10 [250]	35
> 10 [250] to ≤ 15 [375]	45

Note: (2) refers to sound path distance; NOT material thickness.

the Owner, including those that show unacceptable quality prior to repair, shall be available for review by the Owner's representative before the weld is accepted.

10.15.11 A full set of completed report forms of welds subject to contractual ultrasonic testing by the Manufacturer for the Owner, including any that show unacceptable quality prior to repair, shall be delivered to the Owner upon completion of the work. The Manufacturer's obligation to retain ultrasonic reports shall cease

(1) upon delivery of this full set to the Owner or (2) at the end of one full year after completion of the Manufacturer's work, in the event that delivery is not required, or as otherwise provided in the contract.

10.16 Magnetic Particle Examination of Welds

10.16.1 The procedure and technique for magnetic particle examination, when required, shall be in accordance with ASTM E 709, *Practice for Magnetic Particle Inspection* (latest edition), and the standards of acceptance shall be in accordance with 10.16.4.

10.16.2 Variations in testing procedure, equipment, and acceptance standards not included in this specification may be used upon agreement between the Manufacturer and the Owner.

10.16.3 Welds subject to magnetic particle examination shall first be subject to visual examination in accordance with the requirements of 10.6 and 10.7.

10.16.4 Welds that are subject to magnetic particle examination shall be unacceptable if any discontinuities exceed the following limits:

(1) A magnetic particle indication of any porosity or fusion-type discontinuity, that is 1/16 in. [1.5 mm] or larger in greatest dimension, shall not exceed the size, B, indicated in Figure 33 for the effective throat or weld size involved. The distance from any indication of an acceptable porosity or fusion-type discontinuity to another discontinuity, to an edge, or to any intersecting weld shall not be less than the minimum clearance, C, indicated by Figure 33 for the size of discontinuity under examination. (Annex B illustrates the application of the requirements given. A sample report form is shown in Annex A.)

(2) Discontinuities meeting the requirements of 10.16.4(1) and having a greatest dimension of less than 1/16 in. [1.5 mm] are nevertheless not acceptable if the sum of their greatest dimensions exceeds 3/8 in. [10 mm] in any linear inch [25 mm] of weld.

(3) The limitations given by Figure 33 for a groove weld effective throat of 1-1/2 in. [40 mm] shall apply to groove welds of greater thickness.

10.17 Liquid Penetrant Examination of Welds

10.17.1 When liquid penetrant examination is required, the procedure and technique shall be in accordance with ASTM E 165, *Recommended Practice for Liquid Penetrant Inspection*. The standard of acceptance shall be in accordance with 10.17.3.

10.17.2 Variations in testing procedure, equipment, and acceptance standards not included in this specification may be used upon agreement between the Manufacturer and Owner.

10.17.3 Welds that are subject to liquid penetrant examination shall be evaluated on the basis of the requirements for visual inspection as defined in 10.6 and 10.7.

11. Field Weld Repair and Modification

11.1 General. Repairs and modifications shall require the approval of the Engineer (see 11.3.1). The material composition of the components shall be identified and the welding procedures approved by the Engineer before starting repair or modification. The repair and modification work shall conform to all applicable sections of this specification. When a modification includes removal, addition, or alteration of structural members, the Engineer shall verify that the original design requirements are satisfied. This section is a guide to aid the Manufacturer and the Owner by suggesting pertinent items that shall be considered at the time of initial contract negotiations. The eventual need for field weld repairs as a result of normal wear and tear, modification, or accident is often forgotten. Every repair, no matter how small, becomes the total responsibility of the Owner and the organization performing the repair work, who must consider its effect on the equipment involved. The original Manufacturer should be contacted to ensure that the projected repair is advisable and sound from an engineering standpoint. Safe recommended repairs and modifications can only be accomplished with knowledge of the design loading on the equipment and the resulting stresses at the repair locations.

Caution: *Leaking of flammable liquids from pressurized lines may exist and shall be addressed to prevent fires when welding and cutting is performed. Confined space circumstances can also exist on some repair operations.*

11.2 Field Repair—Manufacturer's Responsibility.

The Manufacturer shall furnish, as a part of instruction manuals or as a separate publication, instructions for field repair when required by the contract. The completeness and extent of material identification and welding repair procedures shall be covered in the contract.

11.2.1 Instructions by the Manufacturer shall include the following:

(1) Qualification requirements of the welder performing the repair (see Section 9, Qualification, for minimum requirement).

(2) A list of materials used in the manufacture of the equipment and the location of materials by some appropriate means such as an outline drawing. This shall include lists and locations of those materials that:

(a) Are easily weldable without preheat or postheat treatment, provided ambient temperatures are considered normal, and

(b) Require special welding procedures. For special welding procedures, the Manufacturer shall include information concerning the base metals, filler metals, and preheat or postheat treatment so that properly qualified welders can make an acceptable weld repair.

11.2.2 All field weld repair procedures shall include recommended means for inspection or testing of the repair by the Engineer or the equipment manufacturer and necessary nondestructive testing procedures.

11.2.3 The manufacturers should list special precautions for field welding of their products and other necessary precautions. The following items should be addressed.

11.2.3.1 Field repair should not proceed:

(1) Without adequate preparation (thorough cleaning and joint preparation) and a full review of any previous repairs in the area involved;

(2) Until the welder and weld repair area are adequately protected from the elements, and a proper equipment environment is provided; or

(3) Without considering the stresses on the members.

11.2.3.2 A method by which stresses can be relieved before welding, as well as the sequence of repair, should be considered.

11.2.3.3 The Manufacturer shall indicate weldments and components on which field repairs are not recommended.

11.2.4 Safety precautions and good workmanship instructions listed in the various ANSI and AWS specifications shall be followed, including, but not limited to ANSI Z49.1, *Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes*.

11.3 Field Repair—Owner's Responsibility

11.3.1 The Owner shall appoint the Engineer who shall be responsible for the actual field execution of the repair work, and the complete detailed adherence to the repair procedures furnished by the Manufacturer.

11.3.2 Owners or their agents shall permit only qualified and properly trained personnel to perform field weld repairs, such as welders qualified in accordance with this specification.

11.3.3 Full and complete records of all repaired welds shall be maintained by means of marked outline drawings or other appropriate documents.

12. Repair and Correction of Defects

12.1 Weld Repairs

12.1.1 Overlap or Excessive Convexity. Excess weld metal shall be removed.

12.1.2 Excessive Concavity of Weld or Crater and Undersize Welds. Prepare surfaces and deposit additional weld metal. All slag shall be removed and the adjacent base metal shall be clean before additional welding.

12.1.3 Cracks in Weld or Base Metal. Determine the extent of the crack by liquid penetrant, magnetic particle examination, or other suitable means. Remove the crack and adjacent sound metal for a 2 in. [50 mm] length beyond each end of the crack.

Prior to rewelding, these areas shall be checked by an appropriate inspection method, such as magnetic particle or liquid penetrant, to ensure complete removal of cracked material. After rewelding in conformance to an approved repair welding procedure, the repaired area(s) shall be reinspected per Section 10.

12.1.4 Undercutting. Undercutting may be repaired by grinding and blending or by welding. It is preferably done by careful grinding and blending. Grinding should be performed with a pencil-type grinder. The grinding marks should be transverse to the length of the weld, and have a 250×10^{-6} in. [6×10^{-6} m] finish or better. Blending shall be done with a slope not to exceed 1 in 3. On plates of 1/2 in. [13 mm] thickness and above, up to 7% reduction of base-material thickness is permitted. Repair of undercut areas by grinding and blending in excess of this amount may be permitted with the approval of the Design Engineer. When undercut is to be repaired by welding, the surfaces should be prepared and then additional weld metal deposited.

12.1.5 Weld areas containing unacceptable incomplete fusion, porosity or slag inclusions shall be removed (see 12.3) and rewelded.

12.2 Base Metal Repairs

12.2.1 Defects in Edges of Plate. If a defect is found in a plate edge that exceeds the limits imposed in Table 7, it shall be removed and repaired in accordance with 7.3.

12.2.2 Arc Strikes and Temporary Attachment Areas. Arc strikes or severed temporary welds shall be ground smooth to ensure that no abrupt change in section exists. The smoothed area shall be inspected by an appropriate nondestructive testing method to ensure that there are no existing cracks or similar discontinuities. The Engineer may require hardness testing of the area to

verify material properties. Any cracks or similar discontinuities shall be repaired in accordance with 12.1.3.

12.3 Removal of Defective Areas. The removal of weld metal or portions of the base metal may be done by machining, grinding, chipping, oxygen gouging, or air carbon arc gouging. It shall be done in such a manner that the remaining weld metal is not nicked or undercut. Oxygen gouging shall not be used on quenched and tempered steel. Unacceptable portions of the weld shall be removed without substantial removal of the base metal. Additional weld metal, to compensate for any deficiency in size, shall be deposited using low-hydrogen electrodes, preferably smaller in diameter than those used for making the original weld, and preferably not more than 5/32 in. [4 mm] in diameter. The surfaces shall be cleaned thoroughly before welding. Defects that occur in material handling that do not affect the structural integrity of the design can be repaired by grinding.

12.4 Distortion and Camber. Members distorted by welding may be straightened by mechanical means or by carefully supervised application of a limited amount of localized heat. The temperature of heated areas, as mea-

sured by approved methods, shall be limited to that imposed by the materials exposed to the heat, but it shall not exceed 1100°F [590°C] for quenched and tempered or normalized and tempered steels, nor 1200°F [650°C] for other steels. The part to be heated for straightening shall be substantially free of stress and external forces, except those stresses resulting from the mechanical straightening method used in conjunction with the application of heat. All heat-straightening operations shall be covered by an approved written procedure (see 7.2.4).

12.5 Correction of Improperly Fitted and Welded Members. If a weld is found to be unacceptable after additional work has rendered it inaccessible, or new conditions make correction of the unacceptable weld dangerous or ineffectual, the original conditions shall be restored by removing welds or members, or both, before the corrections are made. If this is not done, the deficiency shall be compensated for by additional work performed according to an approved revised design. Improperly fitted and welded members require Design Engineer approval prior to cutting apart. Cutting is to be handled by methods similar to those in 12.3.

SSPC: The Society for Protective Coatings

SSPC-PA 1

SHOP, FIELD, AND MAINTENANCE COATING OF METALS

1. SCOPE

1.1 This standard provides basic requirements for best practices for application of industrial/marine protective coatings to coated or uncoated metallic substrates, and is intended for use by both specifiers and contractors, either in its entirety or by referencing specific sections. It focuses on the coating application process and application-related items that are included as one element of the contractor's work plan or process control procedures. The scope of this standard includes specific as well as general requirements for the application of liquid coatings applied by brush, spray, or roller. Detailed descriptions of site preparation, surface preparation, pretreatments, or selection of primers and finish coats are beyond the scope of this standard. Appendix A provides additional information about the value and use of project-specific contractor work plans. Appendix B provides an example of language that can be used in procurement/specification documents to specify compliance with requirements of SSPC-PA 1. Appendix C provides a list of additional SSPC reference materials.

2. CONTENTS

1. Scope
2. Contents
3. Referenced Standards
4. Definitions
5. Requirements for Handling and Storage of Coating
6. Requirements to Address Before Coating Application
7. General Requirements for Application of Coatings
8. Requirements for Brush, Roll, and Spray Application
9. Requirements for Shop Coating
10. Requirements for Field Coating
11. Repair of Existing Damaged Coatings
12. Curing and Handling of Applied Coatings
13. Inspection Requirements
14. Disclaimer
15. Notes

3. REFERENCED STANDARDS

3.1 The latest issue, amendment, or revision of the referenced documents in effect at the time of publication of this standard is shown below and shall govern unless otherwise specified. Items preceded by an asterisk (*) are referenced in the Notes and are not requirements of the standard.

3.2 If there is a conflict between the requirements of any of the cited reference documents and this standard, the requirements of this standard shall prevail.

3.3 SSPC DOCUMENTS:

- | | |
|---|--|
| PA 2 (2015) | Determining Compliance to Dry Coating Thickness Requirements |
| PA 17 (2012) | Determining Compliance to Steel Profile Requirements |
| Guide 12 (1998) | Guide for Illumination of Industrial Painting Projects |
| Guide for Planning Coatings Inspection | |

3.4 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM) STANDARDS:¹

- | | |
|------------------------|---|
| D16 (2014) | Standard Terminology for Paint, Related Coatings, Materials, and Applications |
| D660-93 (2011) | Standard Test Method for Evaluating Degree of Checking of Exterior Paints |
| D714-02 (2009) | Standard Test Method for Evaluating Degree of Blistering of Paints |
| D4285-83 (2012) | Method for Indicating Oil or Water in Compressed Air |
| E337-15 | Standard Test Method for Measuring Humidity with a Psychrometer (the Measurement of Wet- and Dry-Bulb Temperatures) |

3.5 NACE INTERNATIONAL STANDARD:²

- * **SP0178 (2007)** Fabrication Details, Surface Finishing Requirements, and Proper Design Considerations for Tanks and Vessels to be Lined for Immersion Service

4. DEFINITIONS

BLISTERING: Formation of dome-shaped projections (blisters) in paints or varnish films resulting from local loss of adhesion and lifting of the film from an underlying paint film

¹ ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959. For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

² NACE International, 15835 Park Ten Place, Houston, Texas 77084. Phone 281-228-6200. <<http://www.nace.org>>

(intercoat blistering) or the base substrate. The standard test method for evaluating the degree of blistering of paints is described in ASTM D 714.

CHECKING: Fine cracking that develops in paint films during prolonged curing or weathering which does not penetrate to the underlying surface.

DEFECT: A surface or film imperfection (flaw), deficiency, or incompleteness that deviates from a specification or industry-accepted condition.

DRIP: A drop of wet coating that forms on or falls from the edge of the coated substrate.

DRY SPRAY: A rough, powdery, non-coherent film produced when an atomized coating partially dries before reaching the intended surface.

FIELD COATING: The on-site coating of new or previously coated metallic substrates.

HOLD POINT: Critical point in an operation where the process is stopped until the work completed to date has been evaluated against the project specification or work standard.

HOLIDAY: An unintentional void in a coating.

INDUCTION TIME: Sometimes called "sweat-in time," the time interval that must elapse after combining the mixed components of multi-component paint before satisfactory application can begin.

MAINTENANCE PAINTING: (1) In broad terms, all painting on industrial structures conducted for protection or aesthetics; (2) Any coating work conducted subsequent to the coating work associated with construction to ensure continuous protection of coated surfaces.

MANUFACTURER'S INSTRUCTIONS AND RECOMMENDATIONS: These (or similar terms such as Product Data Sheet) are used to refer to an equipment supplier's or coating manufacturer's latest published or written instructions and recommendations. Approval of these recommendations shall be obtained from the facility owner or authorized representative. Oral recommendations or instructions from an equipment or coating manufacturer are not acceptable unless backed up in writing by the manufacturer's technical staff.

PAINT: Any pigmented liquid, liquefiable, or mastic composition designed for application to a substrate in a thin layer that is converted to an opaque solid film after application. Used for protection, decoration, identification, or to serve some other functional purposes.

PINHOLE: A holiday or discontinuity that extends entirely through a coating film, approximately the size of a pin; normally caused by solvent bubbling, moisture, or foreign particles.

POT LIFE: The length of time during which the mixed coating can be applied after combining two or more components of a multiple-component coating in accordance with the manufacturer's product data sheet.

PRECONSTRUCTION PRIMER: Thin primer coat for steel components, usually applied in a shop prior to construction of a structure, to provide temporary corrosion control during construction.

PRETREATMENT: (1) Chemical treatment to prepare a bare metal surface for painting; (2) A wash primer, such as vinyl butyral.

PROCESS CONTROL PROCEDURE: A detailed written description of a process to ensure that it is performed and evaluated consistently.

RUNS: Irregularities of a surface due to uneven flow, frequently due to application of a coat that is too heavy and not brushed out well. Also known as "sags" or "curtains."

SAGGING: The irregular downward flow of wet paint under the force of gravity to produce a thicker lower edge.

SHOP COATING: The surface preparation and coating of metallic substrates inside a shop or plant before shipment to the site, or when returned to the shop for refurbishment or repair.

STRIPE COAT: A coat of paint applied to edges, welds, rivet or bolt heads, nuts, rivets and other irregular surfaces on steel structures before or after a full coat is applied to the entire surface. The stripe coat is intended to give those areas sufficient film build to resist corrosion.

TIE COAT: A coating recommended by the manufacturer of a given paint system that creates an effective chemical or adhesive bond between two coats when the recoat window has been exceeded, or is needed to effect positive adhesion of a coating to a known existing coating system.

WORK PLAN: Document containing a list of all actions and procedures that a contractor should perform in logical sequence in order to meet all requirements of the procurement/specification documents.

WRINKLING: A defect that creates small furrows or ridges in a coating film.

5. REQUIREMENTS FOR HANDLING AND STORAGE OF COATING

5.1 All coating shall be delivered to the shop or jobsite in original, unopened containers with labels intact. Minor damage to containers is acceptable provided the container has not been punctured or the lid seal broken. The shipment shall be checked upon receipt to verify that:

- the correct material has been delivered
- the product was shipped in accordance with manufacturer's shipping requirements
- all material is from the same batch, unless otherwise specified

5.2 Each container of coating shall be clearly marked or labeled to show coating identification, date of manufacture, batch number, and other information as needed to meet regulatory requirements. The container label information shall be legible and shall be checked at the time of use to verify that the material's shelf life has not expired.

Each type of coating shall be accompanied by the manufacturer's Safety Data Sheet (SDS) and product data sheet (PDS).

5.3 Coatings shall be stored in original unopened containers in weather-tight spaces where the temperature is maintained between 40 °F and 100 °F (4 °C and 38 °C) unless otherwise recommended in writing by the manufacturer. The coating temperature shall be brought to the manufacturer's

written recommended application temperature before use. (See Note 15.1 for more information on coating storage.)

5.4 Coating shall be used before its shelf life has expired. A coating that has exceeded its shelf life shall not be used unless the contractor or applicator, with permission from the facility owner or authorized representative, has first obtained a certificate of conformance (COC) from the coating manufacturer. The COC shall verify the acceptability of that batch of coating for use for a specified period of time.

5.5 All containers of coating shall remain unopened until required for use. Coating that has livered, gelled, or otherwise deteriorated during storage shall not be used. Thixotropic materials that are within the viscosity range specified on the product data sheet shall be stirred to attain normal consistency.

6. REQUIREMENTS TO ADDRESS BEFORE COATING APPLICATION

6.1 AMBIGUOUS OR CONFLICTING APPLICATION INSTRUCTIONS OR REQUIREMENTS: Items needing clarification such as omissions, discrepancies, apparent errors, or conflicting requirements identified in the procurement/specification documents shall be identified, addressed and resolved prior to beginning the application process. The resolutions shall be documented. See Appendix A for additional information.

6.2 EXEMPT SURFACES: The contractor shall ensure that areas, components and fittings exempt from coating as identified in the procurement/specification documents are noted in any written communication with the application crew. The contractor shall ensure that the areas are protected with materials sufficient to withstand surface preparation and coating operations. If masking instructions are unclear or lacking in the project procurement/specification documents, the contractor shall obtain clarification from the facility owner or authorized representative or those who manage coating projects for the owner or authorized representative. Machine finished or similar surfaces that should not be coated, but do require protection, shall be protected as specified.

6.3 ILLUMINATION: The type of lighting fixtures and the level of illumination of the work area shall comply with the minimum requirements listed in SSPC-Guide 12 for the operation being performed (general work area, surface preparation and coating application, or inspection).

6.4 SURFACE PREPARATION

6.4.1 Immediately prior to coating application, the surface to be coated shall meet the level of cleanliness, surface profile and other surface condition requirements (e.g., grinding of welds and sharp edges) specified in the procurement/specification documents. If surface preparation requirements are not addressed in the procurement/specification documents, the surface shall meet the level of cleanliness and surface profile

requirements stated in the coating manufacturer's written recommendations. Unless otherwise specified by the facility owner or authorized representative, the surface cleanliness and profile shall be within the coating manufacturer's written recommendations for the intended service environment.

If the surface to be coated is degraded or contaminated subsequent to surface preparation and prior to coating, the contractor shall verify that the surface has been restored to the specified condition before coating application (see Note 15.2). When verified in accordance with SSPC-PA 17, the surface profile shall be within the profile range appropriate for the coating as specified in the procurement/specification documents, as shown on the product data sheet, or in the manufacturer's written application instructions.

6.4.2 Previously applied coating shall be roughened prior to overcoating whenever necessary for the development of proper intercoat adhesion (see Section 7.9). If special surface preparation procedures are required before application of field coats, the coating manufacturer's instructions shall be followed.

6.4.3 Weld Preparation: Before applying the coating, verify that all welds and all areas adjacent to welds meet, at minimum, the cleanliness level and profile range specified for the metallic substrate (see Section 7.4 and Note 15.3).

6.5 REQUIRED AMBIENT CONDITIONS

6.5.1 Temperature: The application of a coating system shall occur only when the air and substrate temperatures are within the ranges indicated by the manufacturer's written instructions for both application and curing and can be expected to remain in those ranges. Coatings shall not be applied outside the manufacturer's recommended temperature ranges without the written approval of the manufacturer and the facility owner or authorized representative (see Note 15.4).

6.5.2 Surface Moisture: Unless otherwise specified, or authorized by the facility owner or authorized representative, coating shall not be applied in rain, wind, snow, fog, or mist, or when the metallic substrate's surface temperature is less than 5 °F (3 °C) above the dew point. Coating shall not be applied to wet or damp surfaces unless the coating is formulated and certified by the manufacturer for this type of application. Coating shall not be applied on frosted or ice-coated surfaces.

6.5.3 Humidity: Because curing of coatings may be adversely affected by humidity that is too low or too high, no coating shall be applied unless the manufacturer's written recommendations for the humidity range are met (see Note 15.5).

6.5.4 Wind Speed: Unless otherwise specified by the facility owner or authorized representative, exterior application of paint shall cease when wind velocity reaches 25 miles per hour or more at the point of application, either in gusts or at a steady state see Note 15.6).

6.6 PROTECTION OF EXPOSED SUBSTRATE FROM WEATHER: If ambient conditions are not suitable for coating application, the metallic substrate shall remain under cover or be protected by enclosure in containment until ambient conditions permit coating application to proceed.

6.7 REQUIRED PRETREATMENT

6.7.1 When specified, the surface shall be pretreated prior to application of the prime coat. The pretreatment shall be compatible with the specified primer as documented by the coating manufacturer.

6.7.2 The provisions of Section 5 and Section 6.4 shall also apply to pretreated surfaces and the materials used for this purpose.

6.7.3 In order to control the degradation or contamination of cleaned surfaces, the pretreatments, or, in the absence of a pretreatment, the prime coat, shall be applied as soon as possible after the surface has been cleaned and before degradation or contamination has occurred. Succeeding coats shall be applied before contamination of any existing coating occurs.

6.7.4 When chemical pretreatments are specified, sufficient time shall elapse between pretreatment and application of the prime coat to permit any chemical reactions to be completed and the surface to dry. Multi-component pretreatments shall be applied within the specified interval after mixing. When pretreatments are used, the instructions of the pretreatment manufacturer shall be followed.

6.7.5 Inhibitive water washes used to prevent rusting of cleaned surfaces prior to coating shall not be considered pretreatments. These shall be used only as specified and only if it is documented by the coating manufacturer that the inhibitor is compatible with the coating to be used and will not have adverse long-term effects on the performance of the coating. When specified, test patches shall be used to check adhesion of the coating prior to coating the entire surface.

6.8 MIXING OF COATING COMPONENTS

6.8.1 Manual mixing shall be limited to mixing/blending of low-viscosity single-component coatings. The coating shall be blended completely to ensure that all elements of the materials are suspended properly in the coating (see Note 15.7). Coating shall be strained or filtered after mixing according to the manufacturer's recommendations, except where application equipment is provided with strainers. Strainers shall be of a size to remove skins and undesirable matter, but not to remove the pigment.

6.8.2 The following are acceptable methods for mixing most single-component coatings:

6.8.2.1 Manual (Hand) Mixing: Most of the vehicle shall be poured off into a clean container. The pigment in the coating

shall be lifted from the bottom of the container with a broad, flat paddle. Lumps shall be broken up, and the pigment shall be thoroughly mixed with the remaining vehicle. The poured-off vehicle shall be returned to the coating with simultaneous stirring, until the composition is uniform.

6.8.2.2 Power Mixing: Power mixing of single-component materials is permitted unless otherwise recommended in product data sheets. Power mixing shall be carried out with a suitable high-torque variable-speed mixer at a sufficient speed to blend the materials. The agitator blade shall be capable of lifting material that dropped out of suspension off the bottom of the container. Care shall be taken to limit the speed to ensure that there is no entrainment or entrapment of air in the coating while ensuring that the blending action is suitable. Mixed coating shall not show evidence of air entrapment. Mixing of solvent-containing coatings in open containers shall be done in a ventilated area away from sparks or flames in accordance with applicable safety regulations.

6.8.3 Where a skin has formed in the container, the skin shall be cut loose from the sides of the container, removed and discarded. If the volume of such skins is visually estimated to be more than 2% of the remaining coating, the coating shall not be used.

6.8.4 Coating shall not be mixed or kept in suspension by means of an air stream bubbling under the coating surface.

6.8.5 Dry pigments that are separately packaged shall be mixed into coatings in such a manner that they are uniformly blended and all particles of the dry powder are wetted by the vehicle.

6.8.6 Multiple-component coatings shall be mixed in the correct proportions in accordance with the coating manufacturer's written recommendations. Proper mix ratio shall be maintained when mixing multi-component coatings to ensure that they are blended properly and achieve a proper cure.

6.8.7 Coating materials shall be pre-mixed prior to catalyzing or introduction into equipment to ensure that the material is homogeneous and all the solids are properly dispersed.

6.8.8 Catalysts, curing agents, or hardeners that are separately packaged shall be added to the base coating only after the latter has been thoroughly mixed. The proper volume of the catalyst shall then be slowly poured into the required volume of base with constant agitation. To avoid mixing incorrect ratios of components, mix only complete kits. Do not pour off liquid that has separated from the pigment and then add the catalyst to the settled pigment to aid mixing. The mixture shall be used within the pot life specified by the manufacturer. Therefore, only enough coating shall be catalyzed for prompt use. Most mixed, catalyzed coatings cannot be stored, and unused portions of these shall be placed in proper storage containers for later appropriate disposal (see Note 15.8).

When specified, special continuous mixing equipment shall be used according to the manufacturer's directions.

6.8.9 Pastes shall be made into coatings in such a manner that the paste shall be uniformly blended and all lumps and particles broken up to form a homogenous coating.

6.8.10 Coating that does not have a limited pot life or does not deteriorate on standing may be mixed at any time before using, but if settling or phase separation has occurred it must be remixed immediately before using.

6.8.11 Coating shall not remain in spray pots, painters' buckets, etc., overnight, but shall be stored in a covered container and remixed before use.

6.9 MANUFACTURER'S REQUIRED INDUCTION TIME AND POT LIFE: The induction time (sometimes called "sweat-in time") and pot life stated on the coating manufacturer's product data sheet must be observed.

6.10 THINNING

6.10.1 Thinning of the coating shall be done in accordance with the manufacturer's product data sheet and only with the approval of the facility owner or authorized representative (see Note 15.9). The use of thinners shall comply with air pollution control regulations. In no case shall more thinner be added than that recommended by the manufacturer's written instructions.

6.10.2 The type and amount of thinner added to the coating shall be in accordance with the coating manufacturer's product data sheets for the specific coating being applied, the prevailing ambient conditions and surface temperature, and local air pollution regulations.

6.10.3 When the use of thinner is permissible, thinner shall be added slowly to the coating during the mixing process. For multi-component coatings, thinner is added to the binder during the mixing process. All thinning shall be done under supervision of a knowledgeable person acquainted with the correct amount and type of thinner to be added to the coating and familiar with pertinent regulations relating to solvent emissions.

6.11 TINTING: When successive coats of coating of the same color have been specified, alternate coats of coating shall be tinted, when practical, to produce enough contrast to indicate complete coverage of the surface. Tinting shall be performed in such a manner that it will not be necessary to tint the final coat. Field tinting shall be done only with coatings of the same type from the same manufacturer. When the coating is the color of the metallic substrate, the first coat to be applied shall be tinted. The tinting material shall be compatible with the coating and not detrimental to its service life. It is suggested that the coating be tinted by the manufacturer and appropriately labeled. Single component coatings to be blended for tinting

shall be thoroughly mixed separately before combining and further mixing. For multiple components, similar components of the two different colors shall be blended together before combining and mixing these blends.

7. GENERAL REQUIREMENTS FOR APPLICATION OF COATINGS

7.1 GENERAL: Coating shall be applied in accordance with the manufacturer's written instructions and the project specification. If there is a conflict between the requirements of the manufacturer and the project specification, the more restrictive requirements shall be used unless an exception is approved by the facility owner or authorized representative prior to beginning the application process.

7.2 NUMBER OF COATS AND TYPE OF COATING: The number of coats, type of coating, and surfaces to be coated are normally specified in the procurement/specification documents. If coating thickness is not specified, the dry film thickness (DFT) shall comply with the coating manufacturer's written recommendations. The coating application shall be scheduled to provide protection to the substrate at all construction stages (see Notes 15.10 and 15.11).

7.3 STRIPE COAT APPLICATION: When stripe coating is specified in the procurement/specification documents, all corners, crevices, rivets, nuts, bolts, welds, and sharp edges shall be stripe coated. Unless otherwise specified or approved by the facility owner, the stripe coat shall be applied by brush before applying a full coat. The stripe coat shall extend a minimum of one inch (2 cm) from the edge it is protecting. The coating manufacturer's recommended recoat windows for the stripe coat and full coat shall be observed (see Note 15.12).

7.4 APPLICATION NEAR AREAS TO BE WELDED: If the coating specified can be damaged by the heat of welding, or will create fumes hazardous to the welder when heated during the welding process, or is detrimental to the welding operation or the finished welds, the metallic substrate shall not be coated within four inches (100 millimeters) of the areas to be welded, except when using inorganic zinc-rich primer, which may be applied to within two inches (50 millimeters) of the weld area.

7.5 APPLICATION CONTINUITY: To the maximum extent practical, each coat shall be applied as a visually continuous film of uniform thickness free of holidays, pinholes, and other defects (including runs, drips, sags, etc.). All thin spots or areas missed in the application shall be recoated and permitted to dry before the next coat of coating is applied.

7.6 DRY FILM THICKNESS (DFT): Unless otherwise specified in the procurement/specification documents, all dry film thickness determinations shall be performed as specified in SSPC-PA 2. If no Coating Thickness Restriction Level is specified, Level 3 shall be the default level.

7.6.1 If not otherwise specified, each applied coat shall be within the range specified for that coat by the product data sheet or procurement/specification documents.

7.6.2 In the event the required minimum thickness is not achieved as specified, additional coats shall be applied in accordance with the procurement/specification documents or the coating manufacturer's instructions until the required thickness is obtained. Inorganic zinc-rich coatings shall not be corrected in this manner unless the manufacturer's instructions specifically permit this practice.

7.7 RECOAT WINDOWS: Each coating layer shall be in a proper state of cure or dryness before the application of the succeeding coat so that it is not adversely affected by topcoating. Consult the coating manufacturer for the appropriate time interval before recoating. When applying multiple coats of two-component thermosetting systems, topcoats shall be applied within the recoat window specified by the manufacturer of the undercoat in order to obtain good intercoat adhesion. If, for any reason, this time period is exceeded, the undercoat surface shall be treated as recommended by its manufacturer before topcoating. Such treatments include mild abrasion, solvent treatment, and use of a tie coat. Remove surface contamination that could affect the adhesion of subsequent coats.

7.8 CONTACT SURFACES: Contact surfaces shall be coated or left uncoated as specified in the procurement/specification documents.

7.8.1 Contact surfaces of members to be joined by high strength bolts in a friction connection (faying surfaces) shall provide the required slip coefficient based on the specified class of slip resistance based on the design criteria. Uncoated faying surfaces shall meet the surface preparation and cleanliness requirements for the specified class and shall be free of oil and grease. If coated faying surfaces are required or permitted, the coating used shall be tested and certified to the required class (see Note 15.13) and shall not exceed the allowable thickness as stated on the Certification. If the coating is thinned, the manufacturer and type of thinner shall be the same type as stated on the Test Certificate. The amount of thinner used should be the same as stated on the Test Certificate; however greater or lesser amounts of thinner may be necessary for proper atomization. The maximum amount of thinner added shall not exceed the manufacturer's instructions. The application to, or removal of, coating from bolt hole interiors is not required unless specified in procurement/specification documents, although overspray coating is frequently present.

7.8.2 Coatings on metallic substrates to be embedded, encased or completely enclosed in concrete shall be compatible with concrete.

7.8.3 The areas to be in contact with wood shall receive the full specified coating system before assembly.

7.9 INACCESSIBLE AREAS: Metallic surfaces that will be inaccessible for coating after assembly or field erection shall receive the full specified coating system before assembly or erection.

7.10 PROTECTION OF COATED SURFACES: Wet coating shall be protected against damage from dust or other detrimental foreign matter as much as is practical.

8. REQUIREMENTS FOR BRUSH, ROLL, AND SPRAY APPLICATION

8.1 GENERAL: Apply the coatings using the application methods recommended by the coating manufacturer and as approved by the facility owner or authorized representative (see Notes 15.14 and 15.15). If a conflict arises between the application recommendations in the product data sheet and those in the procurement/specification documents, the contractor or applicator shall seek written clarification from the owner or authorized representative. This standard contains requirements for application using the most common application methods. Specialized methods such as plural-component spray, dipping, flow coating, electrostatic spray, and fluidized bed application shall be performed by craft workers who have been properly qualified and trained for specialized equipment and application techniques.

Whichever application method is used, the dry film thickness of each coat shall meet the requirement of the procurement/specification documents. If no requirements are provided in the procurement/specification documents, the dry film thickness of each coat shall meet the recommended range on the product data sheet for that coating.

8.2 BRUSH APPLICATION: Brush application of coating shall be in accordance with the following:

8.2.1 Brushes shall be of a style and quality that will enable proper application of coating.

8.2.2 The brushing shall be done so that a smooth coat as uniform in thickness as possible is obtained.

8.2.3 Coating shall be worked into all crevices and corners.

8.2.4 All runs or sags shall be brushed out immediately.

8.2.5 Brush marks and other surface irregularities shall be minimized.

8.3 ROLLER APPLICATION: Roller application shall be in accordance with the following:

8.3.1 Rolling shall be done so that a smooth coat as uniform in thickness as possible is achieved (see Note 15.16).

8.3.2 Roller covers that do not shed fibers into the paint shall be used. The roller cover nap shall be appropriate for the particular surface roughness.

8.3.3 Roller application shall be in accordance with the recommendations of the coating manufacturer and roller manufacturer. Coating rollers shall be of a style and quality that will enable proper application of coating having the continuity and thickness required in Sections 7.5 and 7.6.

8.3.4 Roller application shall not be used on irregular surfaces such as rivets, bolts, crevices, welds, corners, or edges, unless specifically permitted by the procurement/specification documents. If roller application to irregular surfaces is permitted, the coating shall be immediately brushed out to form a continuous and unbroken film (see Note 15.17).

8.4 SPRAY APPLICATION (GENERAL): All spray application of coating shall be in accordance with the following:

8.4.1 The equipment used shall be suitable for the intended purpose, shall be capable of properly atomizing the coating to be applied, and shall be equipped with suitable pressure regulators and gages. The equipment shall be maintained in proper working condition. Spray equipment shall meet the material transfer requirements of the local air pollution or air quality management district.

8.4.2 Spray equipment shall be kept sufficiently clean so that dirt, dried coating, and other foreign materials are not deposited in the coating film. Any solvents left in the equipment shall be completely removed before using.

8.4.3 Coating shall be applied in a uniform layer with overlapping at the edges of the spray pattern. During application, the gun shall be held perpendicular to the surface and at a distance that will ensure that a wet layer of coating is deposited on the surface. The trigger of the gun shall be released at the end of each stroke (see Note 15.18 for possible exceptions).

8.4.4 All runs and sags shall be brushed out immediately where possible. Repairs shall be performed in accordance with the coating manufacturer's written recommendation as approved by the facility owner.

8.4.5 Cracks, crevices, blind areas of all rivets and bolts, and all other inaccessible areas shall be coated by brush or daubers.

8.5 AIR ATOMIZING SPRAY APPLICATION: Compressed air atomizing spray application of coating shall be in accordance with all the provisions of Section 8.4 and in addition shall comply with the following:

8.5.1 Traps or separators shall be provided to remove any oil or condensed water from the air. The traps or separators must be of adequate size and must be bled continuously or drained periodically during operations. The air from the spray gun impinging against a clean surface shall show no condensed water or oil. ASTM D4285 (frequently called the "blotter test")

provides a test procedure for indicating the presence of oil or water in compressed air.

8.5.2 The pressure of the material in the pot and of the air at the gun shall be adjusted for optimum spraying effectiveness. The pressure on the material in the pot shall be adjusted when necessary for changes in elevation of the gun with respect to the elevation of the pot. The atomizing air pressure at the gun shall be high enough to properly atomize the coating, but not so high as to cause excessive fogging of coating, excessive evaporation of solvent or loss by overspray.

8.6 AIRLESS SPRAY APPLICATION: Airless or high pressure spray application of coating shall be in accordance with all of the provisions of Section 8.4 and in addition shall comply with the following:

8.6.1 The orifice size and the fan width of the airless spray tip shall be selected based on the manufacturer's recommendations, site-specific conditions and the configurations of the surfaces being coated.

8.6.2 The air pressure to the coating pump shall be adjusted so that the coating pressure to the gun is proper for optimum spraying effectiveness. This pressure shall be sufficiently high to properly atomize the coating. Pressures considerably higher than those necessary to properly atomize the coating shall not be used.

8.6.3 Spraying equipment shall be kept clean and shall utilize proper filters in the high-pressure line so that dirt, dry coating, and other foreign materials are not deposited in the coating film (see Note 15.19). Any solvents left in the equipment shall be completely removed before applying coating. Observe the coating manufacturer's recommendations regarding proper use of filters.

8.6.4 The trigger of the gun shall be pulled fully open and held fully open during all spraying to ensure proper application of coating. During application, the gun shall be held perpendicular to the surface and at a distance that will ensure that a wet layer of coating is deposited on the surface. The trigger of the gun shall be released at the end of each stroke (see Note 15.18).

8.6.5 Airless coating spray equipment shall always be provided with an electric ground wire in the high-pressure line between the gun and the pumping equipment. Further, the pumping equipment shall be suitably grounded to avoid the build-up of any electrostatic charge on the gun. The manufacturer's instructions are to be followed regarding the proper use of the equipment.

8.7 REPAIR OF APPLICATION-RELATED DEFECTS: Regardless of the application method used, defects in films that are not permitted by the procurement/specification documents, including but not limited to runs, drips, sags, holidays, overspray, or incorrect coating thickness, shall be repaired in

accordance with the coating manufacturer's recommended procedures and shall be approved by the facility owner or authorized representative.

9. REQUIREMENTS FOR SHOP COATING

9.1 APPLICABILITY: All provisions of this standard shall be applicable to shop coating except those under Section 10.

9.2 TOUCH-UP OF SHOP COATED SURFACES: Damage resulting from fabrication, handling, and storage in the shop shall be repaired before leaving the shop. Metal that has been shop-coated shall be touched up with the same coating as the shop coat unless otherwise specified. Inorganic zinc-rich coatings shall not be corrected in this manner unless the manufacturer's instructions specifically permit this practice.

9.3 ERECTION MARKS: Erection and weight marks that need to be visible after erection shall be placed over cured shop-applied coatings unless otherwise specified. Compatible and non-bleeding markers or coating sticks shall be used.

10. REQUIREMENTS FOR FIELD COATING

10.1 APPLICABILITY: All provisions of this standard shall pertain to the field coating of metallic substrates except those in Section 9.

10.2 CURE: Previously applied shop coatings shall be dry or cured sufficiently for overcoating and shall meet project procurement/specification requirements for surface cleanliness and roughening. The manufacturer's instructions shall be followed if special surface preparation procedures are required before application of the field coats.

10.3 COATING COMPATIBILITY: If the field coatings are not specified, the coatings selected shall be compatible with the shop coating and the service environment as determined by the primer manufacturer.

10.4 FIELD COATING PROCEDURES

10.4.1 Touch-Up of Shop Coated Surfaces: Metallic substrates stored pending erection shall be kept free from contact with the ground and positioned to minimize water-holding pockets, soiling, contamination, and deterioration of the coating film. Metallic substrates shall be cleaned and recoated or touched up with the specified coating whenever it becomes necessary to maintain the integrity of the film. Metal that has been shop coated shall be touched up with the same coating as the shop coat unless otherwise specified. Inorganic zinc-rich coatings shall not be corrected in this manner unless the manufacturer's instructions specifically permit this practice.

This touch-up shall include preparing, cleaning and coating of field connections, welds or fasteners, and all damaged or defective coating and rusted areas as specified.

10.4.2 Application of Field Coat: The first field coat shall be applied to shop-coated metallic substrates in a timely manner, as required by the project procurement/specification documents, to protect the metallic substrate from corrosion and to comply with any applicable recoat window for the shop-applied coating. SSPC surface preparation standards require the metallic surface to meet specified cleanliness requirements immediately prior to coating application.

10.4.3 The final coat of coating shall not be applied to metallic substrates until all concrete work in the vicinity is finished. In addition to the cleaning required in Section 10.4.1, all concrete spatter and drippings shall be removed from the metallic substrate before any application of coating. If any coating is damaged due to concrete work, the damaged surface shall be cleaned and recoated before the final coat is applied.

11. REPAIR OF EXISTING DAMAGED COATINGS

11.1 SURFACE PREPARATION FOR RECOATING

11.1.1 Only loose, cracked, brittle, or non-adherent coating shall be removed in cleaning unless otherwise specified. Cleaning shall be performed two inches (50 millimeters) beyond the damaged areas in all directions or until only sound coating remains in the area to be repaired. Where the remaining coating is thick, all exposed edges shall be feathered. Rust spots shall be thoroughly cleaned and the edges of all old coating shall be abraded back to sound material (see Note 15.20).

11.1.2 The contractor shall have the option to remove all coating from large areas containing smaller areas of coating that are required to be removed by the procurement/specification documents.

11.2 INCOMPATIBILITY: Only coatings compatible with the existing coatings and the service environment shall be used. All defects arising from unexpected incompatibility shall be corrected as specified.

12. CURING AND HANDLING OF APPLIED COATINGS

12.1 CURING OF COATINGS

12.1.1 The ambient temperature and humidity as well as minimum and maximum curing times shall conform to manufacturer's written recommendations prior to topcoating. If the maximum cure time is exceeded, the cured coating shall be roughened or otherwise treated as recommended by the manufacturer of the topcoat or overcoat before applying another coat.

12.1.2 No coating shall be force-cured under conditions that will cause checking, wrinkling, blistering, formation of pinholes, or detrimentally affect the protective properties of the coating. Always check with the coating manufacturer before force-curing a coating.

12.1.3 Coating shall be protected from rain, condensation, contamination, snow, and freezing until sufficiently cured for exterior exposure.

12.1.4 No coating shall be subjected to immersion before it is thoroughly cured in accordance with the manufacturer's written recommendations.

12.2 HANDLING OF COATED METALLIC SUBSTRATES

12.2.1 Coated metallic substrates shall not be handled, loaded for shipment, or shipped until the coating has dried except as necessary in turning for coating or stacking for drying.

12.2.2 Coating that is damaged in handling shall be removed and touched up with the same number of coats and kinds of coatings as were previously applied to the metallic substrate or as specified by the procurement/specification documents.

13. INSPECTION REQUIREMENTS

The contractor's work plan (or the inspector's inspection plan) shall include hold points prior to each step of the application as described in the SSPC Guide for Planning Coating Inspection (2008). These include:

- Pre-surface preparation
- Post-surface preparation
- Coating conditions for application
- Coating application
- Post-application of coating
- Post-curing

14. DISCLAIMER

14.1 This is a consensus standard developed by SSPC: The Society for Protective Coatings. While every precaution is taken to ensure that all information furnished in SSPC standards standard is as accurate, complete, and useful as possible, SSPC cannot assume responsibility nor incur any obligation resulting from the use of any materials, coatings, or methods specified herein, or of the standard itself.

14.2 This standard does not attempt to address problems concerning safety associated with its use. The user of this standard, as well as the user of all products or practices described herein, is responsible for instituting appropriate health and safety practices and for ensuring compliance with all governmental regulations.

15. NOTES

Notes are not requirements of this standard.

15.1 It is recommended that coating be stored in a warm building during very cold weather because application will be

easier and thinning the coating prior to application can be avoided. When warming coatings, their temperature should not be permitted to exceed 100 °F (38 °C) unless special coating heating equipment is used. When the coating (or thinner) has a flash point below 100 °F (38 °C) it should not be heated above its flash point if it is heated in an open container.

15.2 Overcoating should be accomplished as soon as possible after curing requirements of undercoats are met. When this is not feasible, the surface should be restored to the cleanliness level required for application of the overcoat. This may require washing or solvent cleaning of the surface to remove soluble contaminants or, if rusting or damage to the coating has occurred, power tool cleaning or blast cleaning and spot repair may be necessary.

15.3 Options for cleaning welds include blast cleaning, power tool cleaning, chemical scrubbing, or water scrubbing to remove detrimental deposits. Chemical or water scrubbing will not provide a profile on the weld. The procurement/specification documents should contain requirements for surface preparation cleanliness level and cleaning method.

For high-performance coating service, special weld surfacing may be required to provide suitable surface conditions for the coating system specified. NACE SP0178 provides one method of specifying weld surfacing requirements, as well as other design and fabrication requirements for improving coating serviceability. Other methods of specifying and accepting weld surfacing conditions are employed in various industries. The weld surfacing requirements are generally placed in the procurement/specification documents so that the painting contractor will not have to perform welding or grinding to provide the specified final surface conditions.

15.4 Cold weather, high humidity, water, fog and mist, and rain during coating application, drying, or curing are detrimental to the performance of most coatings. It is impossible to set down specific rules that govern the limits in which the coating application should be done, since the variation from one coating to another may be large. Generally speaking, application should be done only under conditions that are conducive to quick evaporation of water. This generally means that the relative humidity needs to be low. Metallic substrates should not be coated when it is below the dew point since condensation of water on the metallic substrate will result. The only exception is for coatings that are formulated to tolerate moisture or liquid water on the surface during application

Coatings that dry solely by evaporation of organic solvent are not normally harmed by application to metallic substrates which are below 32 °F (0 °C); however, under such conditions, the danger always exists that there will be a layer of ice on the surface of the metallic substrate. This same condition may prevail for application of conventional, air-oxidizing coatings. When the humidity is low and the metallic substrate is thoroughly dry, coatings may be applied provided they will not be damaged and that drying will not be impaired by low temperature or low humidity.

Generally speaking, coatings should not be applied when ambient conditions will subject them to damage, nor should they be applied when it is expected that the temperature will vary either below or above the temperature range recommended in writing by the manufacturer or drop to freezing before they have cured.

Coatings formulated for application to hot surfaces may not be suitable for application to surfaces below the designed temperature. Conversely, coatings formulated for application at ambient or low temperatures may not be suitable for application to hot surfaces.

Low temperatures greatly reduce the curing rates of chemically cured coatings (certain epoxies, urethanes, inorganic zinc-rich coatings, coal tar epoxies, etc.).

The dew point is the temperature at which moisture from the air will begin to condense. If the surface temperature of the substrate is at the dew point, moisture will condense on it. Dew point may be determined with a sling psychrometer, or other instrument, usually requiring determination of wet and dry bulb temperatures (ASTM E337). Hand-held, digital psychrometers, hygrometers, etc., can make measurement of relative humidity and dew point simple and instantaneous. These electronic instruments can also measure of relative humidity and dew point of a surface that is at a different temperature than the air.

15.5 High humidity may cause moisture to condense on or react with uncured coating films to cause blushing or other adverse effects. However, some coatings such as inorganic zinc and moisture-cured urethane coatings cure by chemically reacting with water, and so require a minimum humidity for complete curing.

15.6 The project specifications may address maximum wind velocity permissible during coating application. A lower velocity may be specified due to individual jobsite conditions and associated safety concerns.

15.7 Power mixing of the components of the coating is preferable to manual (hand) mixing due to the higher viscosity of materials in industrial coatings, particularly where multi-component materials are used. Pigments or solids that inadvertently are not mixed back into the coating may adversely affect the performance of the coating. The coating manufacturer should be consulted for acceptable mixing tolerances.

15.8 Mixing of some coating components can cause a chemical reaction called an “exothermic reaction,” generating heat that can result in expansion of the materials, and a release of vapors or gases that may rupture sealed containers. If exothermic reaction is a possibility, the containers should be vented.

15.9 Coatings to be applied by brush will usually require no thinning. Coatings to be sprayed, if not specifically formulated for spraying, may require thinning when proper adjustment of the spray equipment and air pressure does not result in satisfactory coating application.

Particular care should be observed with respect to type of thinner, amount of thinner, coating temperature, and operating techniques in order to avoid deposition of coating which is too viscous, too dry, or too thin. At very low temperatures, thinners can shock sensitive coating materials, resulting in gelling. It may be necessary to use an approved different coating material or other equipment to resolve these problems.

15.10 Preconstruction primers are usually formulated to provide short-term protection and a good bond between the metallic substrate and subsequent coats. Many preconstruction primers are not intended to provide long-term protection of the metallic substrate, particularly during exposure to dampness, bad weather, and industrial fumes. Between shop application of the primer and field coating application, the metallic substrate is often exposed to the most severe environmental conditions it will ever encounter at a time when it is protected by only one coat of primer. The length of time anticipated between shop application of the primer and the first field-applied coating should be considered when selecting the primer to be used. Long periods of field exposure may degrade the primer so that it may have to receive periodic maintenance to continue to protect the metallic substrate from corrosion and be in a suitable condition for overcoating. When long periods of exposure are anticipated, special consideration should be given to surface preparation, coating selection, film thickness, and to early application of a second primer/overcoat.

15.11 Whenever possible, the last full (finish) coat of coating should be applied after erection of the structure and repair of damaged areas of existing coating. Members may be coated on the ground before erection, provided any damaged coating is touched-up with the same number of coats and kinds of coatings after erection.

15.12 Stripe coating of edges, corners, fasteners, welds, etc., is advantageous in preventing breakdown of coating on such configurations in very corrosive surroundings. Stripe coating is most effective on edges that are prepared by grinding. Tinting of the striping coating is advisable to promote contrast (see Section 7.3). Additional information on stripe coating and edge protection is available in SSPC-PA Guide 11.

15.13 The Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts, published by the Research Council on Structural Connections (RCSC), includes a procedure for determining the slip coefficient of a coating. Most facility owners that have been certified to meet the appropriate slip coefficient requirements.³

15.14 There may be limitations on application techniques based on location and configuration of the facility. For example, spray application may be restricted due to the potential for overspray damage on adjacent surfaces.

³ American Institute of Steel Construction Research Council on Structural Connections, One East Wacker Drive, Suite 700, Chicago, IL 60601-1802. Phone 312-670-5414, <<http://www.boltcouncil.org>>

15.15 Coatings on structural metallic substrates are generally applied by brush or by spray. Daubers, natural or synthetic wool mitts, or other applicators may be used for places of difficult access when no other application method is practical. Any of these methods is satisfactory if properly performed and if the coating is formulated for the application method being used. The variations are slight, and often overshadowed by variations in workmanship.

Brushing of primers has the advantage of working coating into cracks and crevices and other surface irregularities. It may, however, create brush marks with coatings having limited leveling.

With many types of coatings, properly used high-pressure spray methods can result in a thicker, more impermeable film. Spray operators must be properly trained. Careful supervision and inspection are necessary with the various spray application methods to prevent encountering such difficulties as dirty surfaces, dry spray, pinholes, holidays, missed areas, blind spots, contamination of coating or air, wind loss, or excessive outdoor overspray.

Several advantages are possible with the various high-pressure airless methods of coating application, both hot and cold spray. These include faster application and a greater thickness per coat than is achieved by conventional air spray. Additional advantages include less, less overspray, reduced power (compressor) requirements, ability to use high-solids coating formulations, and less sensitivity to changes in ambient temperature during application.

Round or oval brushes are generally considered most suitable for rivets, bolts, irregular surfaces, and rough or pitted metallic substrates. Wide, flat brushes are suitable for large flat areas, but they should not have a width over five inches.

15.16 With roller application of coating on structural metallic substrates, high production rates approaching that of conventional spraying may be possible. The method works best on large smooth areas such as tanks or walls, and may be used on flat or slightly curved surfaces. Difficulties may be encountered when coating welds, rough spots, pits, rivet heads or bolt heads, nuts, edges, corners, etc., to ensure that adequate coating is applied. Supplementary brush coating is mandatory for those areas on structural metallic substrates, even though special rollers for these areas are available for general work. The requirements are generally the same as for brush and spray coating. Roller coating is particularly useful where spraying cannot be undertaken due to damage from other hazards.

15.17 In extreme cases, such as work in high-wind areas or when using coatings with very short pot lives, brushing-out may not be feasible. Verify with the coating manufacturer and the owner or authorized representative that sags and runs left in the coating are aesthetically acceptable and will not adversely affect its performance.

15.18 Releasing the trigger at the end of each stroke may

not be possible with some high-solid urethanes, or coatings that have very short cure times or are high-build.

15.19 Excessive filtering can restrict delivery, increase heat, and decrease working time.

15.20 In maintenance coating it is not ordinarily intended that sound and adherent old coating be removed unless it is excessively thick or brittle or is incompatible with the new coating. It is essential, however, that the removal of deteriorated coating be carried back around the edges of the spot or area until an area of completely intact and adherent coating film, with no rust or blisters underneath, is attained. Edges of tightly adherent coating remaining around the area to be recoated must be feathered so that the recoated surface can have a smooth appearance to provide a transition from the area of repair to the intact coating. The remaining old coating should have sufficient adhesion so that it cannot be lifted as a layer by inserting the blade of a dull putty knife under it using moderate pressure.

Unless experience or spot tests have shown otherwise, it is usually preferable to use the same generic type of coating for maintenance recoating as the original coating. If the new coating curls or lifts after application to an existing coating, the cleaning and application procedures should be reviewed to determine if good coating practices have been followed. If the new coating is found to be incompatible with the previous coating system, either the new coating needs be replaced with one more compatible, or the old coating should be completely removed before application of a new system.

Coating records should be kept by the owner or authorized representative for the purpose of determining information on the durability of coatings and the economic protection afforded by them.

APPENDICES

Appendices are not requirements of the PA 1 standard.

APPENDIX A. WORK PLAN: It is strongly recommended that the owner or authorized representative or those who manage coating projects for the owner or authorized representative, require the contractor to submit a detailed, project-specific work plan for the surface preparation and coating application process for review and acceptance by the facility owner or authorized representative prior to project startup. The preparation and use of a contractor work plan has been proven an effective mechanism for project oversight and quality assurance. The contractor's work plan should address key project steps such as mobilization and setup, surface preparation, coating application, coating initial cure, tracking and correction of non-compliant work, and demobilization. PA 1 focuses on the coating application process and application-related items that should be included as one part of the contractor's work plan. Each portion of the work plan will need adjustments for specific projects.

Additional information on the use and benefits of contractor work plans can be found in the following references:

- J. H. Brandon, J.H.; Hames, B; Gorrell, P.G. Use of Work (Quality) Plans on Coatings Projects. SSPC: The Society for Protective Coatings 2003, New Orleans, LA
- J.H. Brandon and M. D. Damiano, "Effective Contract Administration: Key to a Successful Coating Project," JPCL, January 2007, pp. 58-72.
- J. H. Brandon and M. D. Damiano, "Contract Expectations," JPCL, August 2007, pp. 50-60.
- J.H. Brandon and M. D. Damiano, "Surveillance Techniques to Administer Contracts for Procedural Conformity," JPCL, December 2008, pp. 18-33.

APPENDIX B: SAMPLE SPECIFICATION LANGUAGE

Below is an example of language that can be used in procurement documents to specify compliance with requirements of SSPC-PA 1:

Coatings shall be applied in accordance with SSPC-PA 1 with the following exceptions:

[list any exceptions here]

Discrepancies between requirements of procurement documents, product data sheets, and SSPC-PA 1 shall be identified and clarified with the facility owner or authorized representative prior to commencement of work.

APPENDIX C: ADDITIONAL REFERENCE MATERIAL

The standards, reports, and publications listed below are not required as part of the SSPC-PA 1 standard but are recommended resources for additional information.

- SSPC-SP COM Surface Preparation Commentary
- SSPC-Paint 15 Steel Joist Shop Primer/Metal Building Primer
- SSPC-Paint 16 Coal Tar Epoxy Polyamide Black (or Dark Red) Coating
- SSPC-Paint 20 Zinc-Rich Coating (Type I – Inorganic, and Type II – Organic)
- SSPC-Paint 23 Latex Primer for Steel Surfaces, Performance Based)
- SSPC-Paint 24 Latex Semigloss Exterior Topcoat
- SSPC-Paint 27 Basic Zinc Chromate—Vinyl Butyral Wash Primer

- SSPC-Paint 29 Zinc Dust Pigmented Primer, Performance-Based
- SSPC-Paint 30 Weld-Through Inorganic Zinc Primer
- SSPC-Paint 32 Coal Tar Emulsion Coating
- SSPC-Paint 33 Coal Tar Mastic, Cold Applied
- SSPC-Paint 36 Two-Component Weatherable Aliphatic Polyurethane Topcoat, Performance-Based)
- SSPC-Paint 38 Single-Component, Moisture-Cure Weatherable Aliphatic Polyurethane Topcoat, Performance-Based
- SSPC-Paint 39 Two-Component Aliphatic Polyurea Topcoat Fast or Moderate Drying, Performance-Based
- SSPC-Paint 40 Zinc-Rich Moisture-Cure Polyurethane Primer, Performance-Based
- SSPC-Paint 41 Moisture-Cured Polyurethane Primer or Intermediate Coat, Micaceous Iron Oxide Reinforced, Performance-Based
- SSPC-Paint 42 Epoxy Polyamide/Polyamidoamine Primer, Performance-Based
- SSPC-Paint 43 Direct-to-Metal Aliphatic Polyurea Coating, Performance-Based
- SSPC-Paint 44 Liquid-Applied Organic Polymeric Coatings and Linings for Concrete Structures in Municipal Wastewater Facilities, Performance-Based
- SSPC-Paint 45 Two-Component, Thick-Film Polyurea and Polyurea/Polyurethane Hybrid Coatings, Performance-Based
- SSPC-Paint 46 Elastomeric, Water-Based, High-Build, Flat Performance-Based Coating for Masonry and Concrete
- SSPC-PS 12.00 Guide to Zinc-Rich Coating Systems
- SSPC-PS 12.01 One-Coat Zinc-Rich Painting System
- SSPC-CS 23.00/AWS C2.23M/NACE No. 12 Specification for the Application of Thermal Spray Coatings (Metallizing) of Aluminum, Zinc, and Their Alloys and Composites for the Corrosion Protection of Steel
- SSPC-PS 28.01 Two-Coat Zinc-Rich Polyurethane Primer/Aliphatic Polyurea Topcoat System, Performance-Based
- SSPC-PS 28.02 Three-Coat Moisture-Cured Polyurethane Coating System, Performance-Based

COPYRIGHT ©

SSPC standards, guides, and technical reports are copyrighted world-wide by SSPC: The Society for Protective Coatings. Any photocopying, re-selling, or redistribution of these standards, guides, and technical reports by printed, electronic, or any other means is strictly prohibited without the express written consent of SSPC: The Society of Protective Coatings and a formal licensing agreement.

SSPC: The Society for Protective Coatings Paint Application Standard No. 2

Procedure for Determining Conformance to Dry Coating Thickness Requirements

1. SCOPE

1.1 This standard describes a procedure for determining shop or field conformance to a specified coating dry film thickness (DFT) range on ferrous and non-ferrous metal substrates using nondestructive coating thickness gages (magnetic and eddy current) described in ASTM D7091.¹

1.2 The procedures for adjustment and measurement acquisition for two types of gages: “magnetic pull-off” (Type 1) and “electronic” (Type 2) are described in ASTM D7091.

1.3 This standard defines a procedure to determine whether coatings conform to the minimum and the maximum thickness specified. See Note 12.1 for an example of a possible modification when measuring dry film thickness on overcoated surfaces.

1.4 This document contains the following non-mandatory appendices:

- Appendix 1 - Numerical Example of Average Thickness Measurement and Illustration of the Procedure for Determining the Magnitude of a Nonconforming Area
- Appendix 2 - Methods for Measuring Dry Film Thickness on Steel Beams (Girders)
- Appendix 3 - Methods for Measuring Dry Film Thickness for a Laydown of Beams, Structural Steel, and Miscellaneous Parts after Shop Coating
- Appendix 4 - Method for Measuring Dry Film Thickness on Coated Steel Test Panels
- Appendix 5 - Method for Measuring Dry Film Thickness of Thin Coatings on Coated Steel Test Panels that Have Been Abrasive Blast Cleaned
- Appendix 6 – Method for Measuring the Dry Film Thickness of Coatings on Edges
- Appendix 7 – Method for Measuring Dry Film Thickness on Coated Steel Pipe Exterior
- Appendix 8 – Examples of the Adjustment of Type 2 Gages Using Shims
- Appendix 9 – Precaution Regarding Use of the Standard for Coating Failure Investigations

1.5 This standard is not intended to be used for measurement of thermal spray coatings. The thickness measurement procedures for thermal spray coatings applied over steel substrates are described in SSPC-CS 23.00/AWS C2.23M/NACE No. 12.

2. REFERENCED STANDARDS

2.1 The latest issue, revision, or amendment of the referenced standards in effect on the date of invitation to bid shall govern unless otherwise specified. Standards marked with an asterisk (*) are referenced only in the Notes, which are not requirements of this standard.

2.2 If there is a conflict between the requirements of any of the cited reference standards and this standard, the requirements of this standard shall prevail.

2.3 ASTM International

ASTM D7091 Standard Practice for Nondestructive Measurement of Dry Film Thickness of Nonmagnetic Coatings Applied to Ferrous Metals and Nonmagnetic, Nonconductive Coatings Applied to Non-Ferrous Metals (mandatory document)

2.4 SSPC: The Society for Protective Coatings

* **PA Guide 11** Protecting Edges, Crevices, and Irregular Steel Surfaces by Stripe Coating

3. DEFINITIONS

3.1 Gage Reading: A single instrument reading.

3.2 Spot Measurement: The average of three, or at least three gage readings made within a 4-cm (approximately [~]1.5-inch) diameter circle.

Discussion: Acquisition of more than three gage readings within a spot is permitted. Any unusually high or low gage readings that are not repeated consistently are discarded. The average of the acceptable gage readings is the spot measurement.

¹ ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959. For referenced ASTM standards visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, or to review the scope of an ASTM standard, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

3.3 Area Measurement: The average of five spot measurements obtained over each 10 m² (~100 ft²) area of coated surface, or portion thereof.

3.4 Certified Standards: Coated or plated metal plates (containing an uncoated plate for zero reference) with assigned values traceable to a national metrology institution. Also, uncoated shims of flat plastic sheet with assigned values traceable to a national metrology institution.

4. DESCRIPTION OF GAGES

4.1 Gage Types: The gage type is determined by the operating principle employed in measuring the thickness and is not determined by the mode of data readout, i.e. digital or analog.

4.2 Type 1 – Magnetic Pull-Off Gages: For magnetic pull-off gages, a permanent magnet is brought into direct contact with the coated surface. The force necessary to pull the magnet from the surface is measured and interpreted as the coating thickness value on an analog dial (scale) on the gage. Less force is required to remove the magnet from a thick coating. The gage scale is non-linear.

4.3 Type 2 – Electronic Gages: An electronic gage uses electronic circuitry to convert a reference signal into coating thickness.

5. Calibration, Verification of Accuracy and Adjustment

5.1 ASTM D 7091 describes three operational steps necessary to ensure accurate coating thickness measurement: calibration, verification of accuracy and adjustment of coating thickness measuring gages, as well as proper methods for obtaining coating thickness measurements on both ferrous and non-ferrous metal substrates. These steps shall be completed before taking coating thickness measurements to determine conformance to a specified coating thickness range. Verification of accuracy shall be performed using certified standards. Type 2 gage adjustment to compensate for characteristics including (but not limited to) substrate metallurgy, geometry, thickness/thinness and roughness shall be performed using certified shims. The measured shims commonly supplied with Type 2 gages are also acceptable for gage adjustment.

5.2 Gages shall be calibrated by the equipment manufacturer, their authorized agent or an accredited calibration laboratory. A test certificate or other documentation showing traceability to a national metrology institution is required. There is no standard time interval for re-calibration, nor is one absolutely required. Calibration intervals are usually established based upon experience and the work environment, or when specified. A one-year calibration interval is a typical starting point suggested by gage manufacturers.

5.3 To guard against measuring with an inaccurate gage, gage accuracy shall be verified at a minimum of the beginning

and end of each work shift according to the procedures described in ASTM D 7091. The user is advised to verify gage accuracy during measurement acquisition (e.g., hourly) when a large number of measurements are being obtained. If the gage is dropped or suspected of giving erroneous readings during the work shift, its accuracy shall be rechecked.

5.4 Record the serial number of the gage, the reference standard used, the stated thickness of the reference standard as well as the measured thickness value obtained, and the method used to verify gage accuracy. If the same gage, reference standard, and method of verification are used throughout a job, they need to be recorded only once. The stated value of the standard and the measured value must be recorded each time accuracy is verified.

5.5 If the gage fails the post-measurement accuracy verification check, all measurements acquired since the last accuracy verification check are suspect. In the event of physical damage, wear, or high usage, or after an established calibration interval, the gage shall be rechecked for accuracy of measurement. If the gage is not measuring accurately, it shall not be used until it is repaired and/or recalibrated (usually by the gage manufacturer).

5.6 A Type 1 gage that does not meet the manufacturer's stated accuracy (when verified on certified standards) cannot be adjusted to correct for the out-of-tolerance condition and shall not be used until it is repaired and/or re-calibrated (typically by the gage manufacturer). Any manual adjustment of these gages will limit the DFT range for which the gage will provide accurate readings; therefore, adjustment of the gage is not permitted. Furthermore, the application of a single "correction value" representing the full range of the gage to compensate for a gage that is not measuring accurately is not appropriate, since the gage scale is non-linear.

6. MEASUREMENT PROCEDURE - TYPE 1 GAGES

6.1 Verify Type 1 gage accuracy using certified coated metal plates having at least one thickness value within the expected range of use. Unless explicitly approved by the gage manufacturer, certified shims of plastic or of non-magnetic metals that are acceptable for verifying the accuracy of Type 2 (electronic) gages shall not be used for verifying the accuracy of Type 1 gages.

6.2 In order to compensate for any effect of the substrate itself and surface roughness, obtain measurements from the bare, prepared substrate at a minimum of ten (10) locations (arbitrarily spaced) and calculate the average value. This value represents the effect of the substrate/surface roughness on a coating thickness gage. This average value is the base metal reading (BMR).

6.3 Measure the DFT of the coating at the number of spots specified in Section 8.

6.4 Subtract the BMR from the gage reading to obtain the thickness of the coating.

7. MEASUREMENT PROCEDURE - TYPE 2 GAGES

7.1 The manufacturers of Type 2 (electronic) gages prescribe different methods of adjustment to measure dry film thickness over roughened surfaces. Adjust the gage according to the manufacturer's instructions using one of the methods described in ASTM D 7091 or Appendix 8 of this standard.

7.2 Measure the DFT of the coating at the number of spots specified in Section 8.

8. REQUIRED NUMBER OF MEASUREMENTS FOR CONFORMANCE TO A THICKNESS SPECIFICATION

8.1 Number of Measurements: Repeated gage readings, even at points close together, often differ due to small surface irregularities of the coating and the substrate. Therefore, a minimum of three (3) gage readings shall be made for each spot measurement of the coating. For each new gage reading, move the probe to a new location within the 4-cm (approximately [~]1.5-inch) diameter circle defining the spot. Discard any unusually high or low gage readings that are not repeated consistently. The average of the acceptable gage readings is the spot measurement.

8.2 Unless otherwise specified in the procurement documents (project specification), an area measurement is obtained by taking five (5) separate spot measurements (average of the gage readings described in Section 8.1) randomly spaced throughout each 10-m² (~100 ft²) area to be measured and representative of the coated surface. The five spot measurements shall be made for each 10-m² (~100 ft²) area as follows:

8.2.1 For areas of coating not exceeding 30 m² (~300 ft²) arbitrarily select and measure each 10-m² (~100 ft²) area.

8.2.2 For areas of coating greater than 30 m² (~300 ft²) and not exceeding 100 m² (~1,000 ft²), arbitrarily select and measure three 10-m² (~100 ft²) areas.

8.2.3 For areas of coating exceeding 100 m² (~1,000 ft²), arbitrarily select and measure the first 100 m² (~1,000 ft²) as stated in Section 8.2.2. For each additional 100 m² (~1,000 ft²) coated area (or increment thereof), arbitrarily select and measure one additional 10-m² (~100 ft²) area.

8.3 Nonconforming Areas: If the coating thickness for any 10-m² (~100 ft²) area is not in compliance with the contract documents, the procedure described here shall be followed to assess the magnitude of the nonconforming thickness.

8.3.1 Determine the spot DFT at 1.5-meter (5-foot) intervals in eight equally spaced directions radiating outward from the nonconforming 10-m² (100-ft²) area.

If there is no place to measure in a given direction, then no measurement in that direction is necessary. Acquire spot measurements in each direction (up to the maximum surface area coated during the work shift) until two consecutive conforming spot measurements are acquired in that direction or until no additional measurements are possible. Acceptable spot measurements are defined by the minimum and maximum values in the contract documents. No allowance is made for variant spot measurements, as is the practice when determining the area DFT. An illustration of this procedure is shown in Figure A1.2.

8.3.1.1 On complex structures or in other cases where making spot measurements at 1.5-meter (5-foot) intervals is not practical, spot measurements shall be performed on repeating structural units or elements of structural units. This method shall be used when the largest dimension of the unit is less than 3 meters (10 feet). Make spot measurements on repeating structural units or elements of structural units until two consecutive units in each direction are conforming or until there are no more units to test.

8.3.2 Non-compliant areas shall be demarcated using removable chalk or other specified marking material and documented. All of the area within 1.5 meters (5 feet) of any non-compliant spot measurement shall be designated as non-compliant. For a given measurement direction or unit measurement, any compliant area or unit preceding a non-compliant area or unit shall be designated as suspect, and as such is subject to re-inspection after corrective measures are performed (see Note 12.2).

8.3.3 Appendices 2 through 7 provide specifiers with optional alternatives for defining the area size as well as the number and frequency of spot measurements to include in project specifications as appropriate for the size and shape of the item or structure to be coated.

9. CONFORMANCE TO SPECIFIED THICKNESS

9.1 A minimum and a maximum thickness are normally specified for each layer of coating. If a single thickness value is specified and the coating manufacturer does not provide a recommended range of thickness, then the minimum and maximum thickness for each coating layer shall be $\pm 20\%$ of the stated value.

9.2 Table 1 provides five thickness restriction levels. Level 1 is the most restrictive and does not allow for any deviation of spot or area measurements from the specified minimum and maximum thickness, while Level 5 is the least restrictive. Depending on the coating type and the prevailing service environment, the specifier selects the dry film thickness restriction level for a given project. If no restriction level is specified, then Level 3 is the default. It is possible to specify a maximum thickness threshold for Level 5 Spot or Area measurements for some generic product types and service environments.

**TABLE 1
COATING THICKNESS RESTRICTION LEVELS**

Thickness	Gage Reading	Spot Measurement	Area Measurement
Level 1			
Minimum	Unrestricted	As specified	As specified
Maximum	Unrestricted	As specified	As specified
Level 2			
Minimum	Unrestricted	As specified	As specified
Maximum	Unrestricted	120% of maximum	As specified
Level 3 (default)			
Minimum	Unrestricted	80% of minimum	As specified
Maximum	Unrestricted	120% of maximum	As specified
Level 4			
Minimum	Unrestricted	80% of minimum	As specified
Maximum	Unrestricted	150% of maximum	As specified
Level 5			
Minimum	Unrestricted	80% of minimum	As specified
Maximum	Unrestricted	Unrestricted	Unrestricted

9.3 For the purpose of final acceptance of the total dry film thickness, the cumulative thickness of all coating layers shall be no less than the cumulative minimum specified thickness and no greater than the cumulative maximum specified thickness.

10. Report

The following items shall be reported:

10.1 The type of instrument used, including manufacturer, model number, serial number and date of calibration.

10.2 The type of certified standard used to verify gage accuracy, including manufacturer, model number, serial number and thickness value(s).

10.3 The thickness of the measured shim(s) used to adjust a Type 2 gage.

10.4 The average BMR (if appropriate).

10.5 The spot and area measurements.

10.6 The gage operator and date of measurement acquisition.

11. Disclaimer

11.1 While every precaution is taken to ensure that all information furnished in SSPC standards and specifications is as accurate, complete, and useful as possible, SSPC cannot assume responsibility nor incur any obligation resulting from the use of any materials, coatings or methods specified therein, or of the specification or standard itself.

11.2 This standard does not attempt to address problems concerning safety associated with its use. The user of this standard, as well as the user of all products or practices described herein, is responsible for instituting appropriate health and safety practices and for ensuring compliance with all governmental regulations.

12. Notes

Notes are not requirements of this standard.

12.1 Overcoating: Maintenance painting often involves application of a new coating over an existing coating system. It can be very difficult to accurately measure the DFT of this newly applied coating using non-destructive methods. First, access to the profile is not available, compromising the accuracy of the BMR or the adjustment of a Type 2 gage. Second, unevenness in the DFT of the existing coating necessitates careful mapping of the “before and after” DFT readings. This unevenness also adds to the statistical variation in trying to establish a base DFT reading to be subtracted from the final DFT.

A paint inspection gage (sometimes called a Tooke or PIG gage) will give accurate DFT measurements, but it requires that an incision be made through the coating (overcoat only or total system), so each measurement site will require repair.

A practical approach to monitoring DFT (when overcoating) is to compute the DFT using wet film thickness (WFT) readings, the percent volume solids of the coating being applied, and any thinner addition as shown here.

$$\begin{aligned}
 \text{DFT} &= \text{Measured WFT} \times \% \text{ Volume Solids,} \\
 &\text{or} \\
 \text{DFT} &= \text{Measured WFT} \times \% \text{ volume solids} \\
 &\quad \div (100\% + \% \text{ thinner added})
 \end{aligned}$$

If the DFT of the existing coating is not too uneven or eroded, the average DFT of the existing coating can be measured per this standard to establish a base DFT. This base DFT can then be subtracted from the total DFT to isolate the thickness of the overcoat(s).

12.2 Correcting for Low or High Thickness: The specifier should specifically state the methodology to correct the applied and cured film for low or high thickness. If this information is not contained in the specification, then the coating manufacturer's instructions should be followed.

APPENDIX 1 - NUMERICAL EXAMPLE OF AVERAGE THICKNESS MEASUREMENT AND ILLUSTRATION OF THE PROCEDURE FOR DETERMINING THE MAGNITUDE OF A NONCONFORMING AREA

Appendix 1 is not a mandatory part of this standard.

The following numerical example is presented as an illustration of Section 8. Metric values are calculated equivalents from U.S. Customary measurements (reference Journal of Protective Coatings and Linings, Vol. 4, No 5, May 1987). The example is based on a Level 3 Restriction (default).

Suppose this structure is 30 m² (~300 ft²) in area. Divide the surface into three equal parts, each being about 10 m² (~100 ft²).

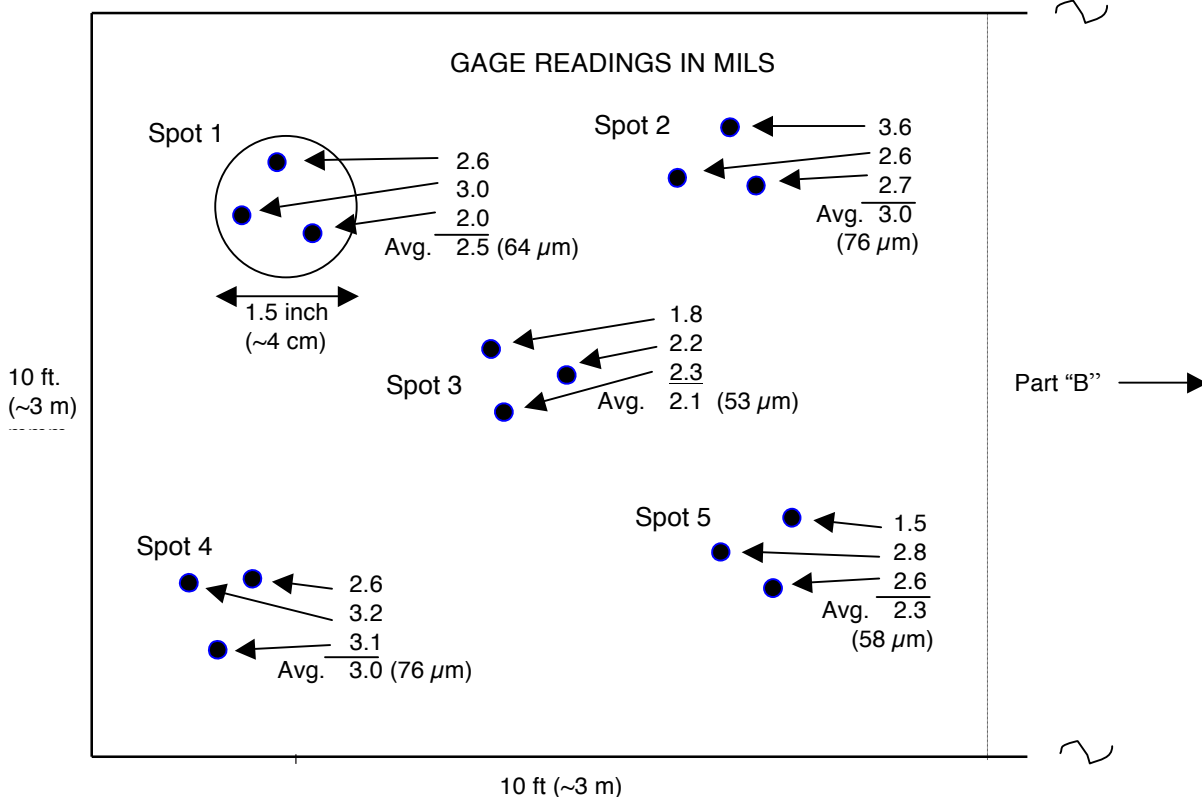
- Part A - 10 m² (~100 ft²)
- Part B - 10 m² (~100 ft²)
- Part C - 10 m² (~100 ft²)

First, measure the coating thickness on Part A. This involves at least 15 gage readings with a Type 1 or Type 2 device (see Figure A1.1). Assume the specification calls for 64 μm (~2.5 mils) minimum thickness. The coating thickness for area A is then the average of the five spot measurements made on area A, namely 65.4 μm (~2.6 mils).

Spot 1	64 μm	2.5 mils
Spot 2	76	3.0
Spot 3	53	2.1
Spot 4	76	3.0
Spot 5	58	2.3
Average	65.4 μm	2.6 mils

Considering the U.S. Customary Measurements: The average, 2.6 mils, exceeds the specified minimum of 2.5 mils and thus satisfies the specification. Next, determine if

**FIGURE A1.1
PART "A" OF STRUCTURE
(AREA 100 FT² [APPROXIMATELY 10 M²])**



paint is obviously too thin or too thick must be corrected and are beyond the scope of this standard.

The number of spot measurements in these protocols may far exceed the "5 spot measurement per 10 m² (100 ft²)" required in the standard. The full DFT determination, described in Section A2.2, provides a very thorough inspection of the beam. The sample DFT determination, described in Section A3.4, allows for fewer spot measurements. The user does not have to require a full DFT determination for every beam in the structure. For example, the requirement may be for a full DFT determination on one beam out of ten, or a sample DFT determination on one beam out of five, or a combination of full and sample DFT determinations. Note that for existing structures, the top side of the top flange (Surface 1) may not be accessible for measuring coating thickness.

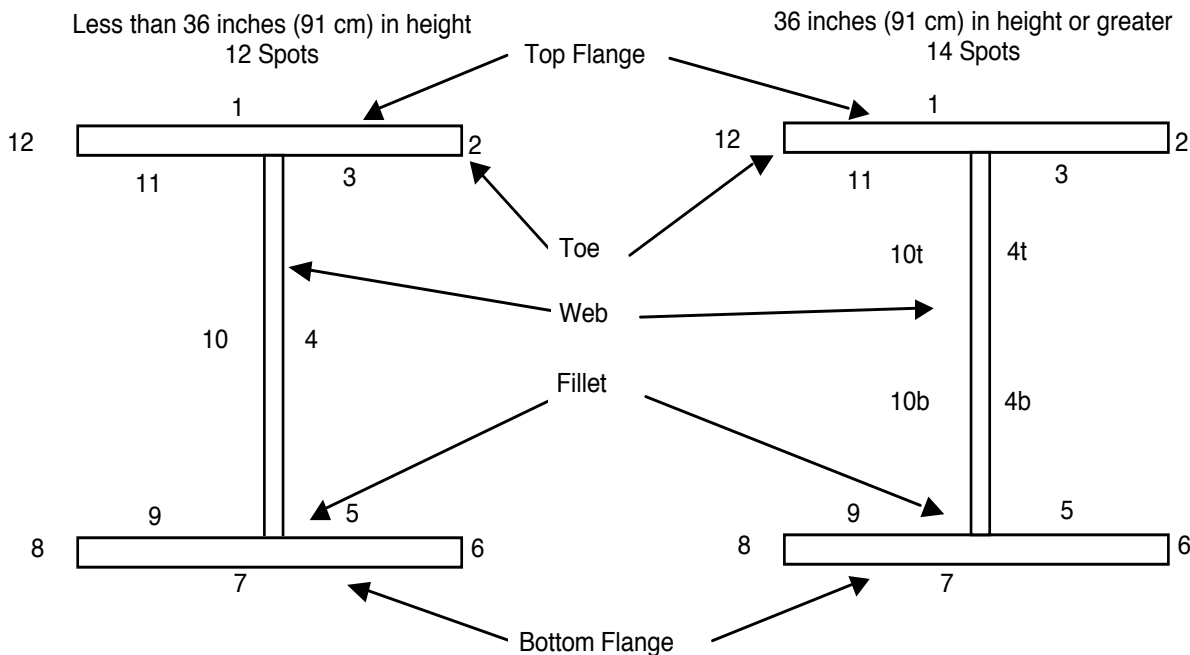
A beam has twelve different surfaces as shown in Figure A2. Any one of these surfaces may have a DFT outside the specified range, and hence, shall be measured. If the thickness of the flange is less than 25 mm (1 inch), the contracting parties may choose not to measure the DFT on the toe, i.e., surfaces 2, 6, 8, and 12 of Figure A2. As an informal initial survey, the inspector may want to check for uniformity of DFT across each surface. Is the DFT of the flange near the fillet the same as near the toe? Is the DFT uniform across the web? The inspector must be sure to use a gage that is not susceptible to edge effects. Follow the gage manufacturer's instructions when measuring the edges.

A2.2 Full DFT Determination of a Beam: Divide the beam or girder into five equal sections along its length. Identify the 12 surfaces of the beam as shown in Figure A2 for each section. For tall beams, where the height of the beam is 91 cm (36 inches) or more, divide the web in half along the length of the beam. For the full DFT determination, each half of the web is considered a separate surface. Take one spot measurement (as defined in Section 8.1) on surface 1 in each of the five sections. The location of the surface 1 measurement within a section is arbitrarily chosen by the inspector in each of the five sections. The average of these five spot measurements is the DFT of surface 1. Repeat for the other 11 surfaces (7 surfaces if the toe is not measured; 14 surfaces for tall beams). The data can be reported in a format shown in Table A2.1.

A2.3 If Coating Thickness Restriction Level 3 is invoked by the specification (or if no Restriction Level is invoked by the specification), then no single spot measurement can be less than 80% of the specified minimum DFT, and no single spot measurement can be more than 120% of the specified maximum DFT. The average value for each surface must conform to the specified DFT. (There will be only eight average values if the DFT of the toe is not measured; there may be as many as 14 average values for beams greater than 36 inches in height.)

A2.4 SAMPLE DFT DETERMINATION OF A BEAM: In lieu of a full DFT determination of each beam, the job

FIGURE A2
THE SURFACES OF A STEEL BEAM
(36 in [91 cm] in height)



**TABLE A2.1
DATASHEET FOR RECORDING SPOT MEASUREMENTS AND
AVERAGE DFT VALUES FOR THE 12 SURFACES OF A BEAM OR GIRDER**

Spot Measurements of DFT on Beam # _____

Surface	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5	Average
1						
2						
3						
4t						
4b						
5						
6						
7						
8						
9						
10t						
10b						
11						
12						

t = top half of web (for beams > 36" in height)
b = bottom half of web (for beams > 36" in height)

**TABLE A2.2 – NUMBER OF SPOT MEASUREMENTS NEEDED
ON EACH SURFACE OF A BEAM FOR A FULL OR A SAMPLE DFT DETERMINATION**

Length of Beam	Number of Spot Measurements per Surface	
	Full DFT Determination*	Sample DFT Determination
less than 20 ft (6 m)	5	2
from 20 to 60 ft (6 to 18 m)	5	3
over 60 ft (18 m)	5	NA

* For beams 36 inches (91 cm) or more, the top half and the bottom half of the web are treated as separate surfaces in a full DFT determination.

specification may require only a sample DFT determination for selected beams less than 18 m (60 ft) long. For a sample DFT determination, the web of beams greater than 36 inches in height is not split.

A2.4.1 Beams less than 6 m (20 ft) in length: For beams less than 6 m (20 ft) in length, take two spot measurements, randomly distributed, on each of the 12 surfaces (8 surfaces if the toe is not measured) of the beam as defined in Figure A2. Each spot measurement must conform to the specified DFT.

A2.4.2 Beams 6 m (20 ft) up to 18 m (60 ft) in length: For beams 6 m (20 ft) up to 18 m (60 ft) in length, take three spot measurements, randomly distributed, on each of the 12 surfaces (8 surfaces if the toe is not measured) of the beam as defined in Figure A2. Each spot measurement must conform to the specified DFT.

A2.5 NON-CONFORMANCE: If any spot measurement falls outside the specified range, additional measurements may be made to define the non-conforming area.

A2.6 RESTRICTED ACCESS: If the beam is situated such that one or more of the surfaces are not accessible, take measurements on each accessible surface in accordance with Section A2.2 or Section A2.4 through A2.4.2, as specified.

A2.7 ATTACHMENTS: Stiffeners and other attachments to a beam should be arbitrarily measured.

APPENDIX 3 – METHODS FOR MEASURING DRY FILM THICKNESS FOR A LAYDOWN OF BEAMS, STRUCTURAL STEEL, AND MISCELLANEOUS PARTS AFTER SHOP COATING

Appendix 3 is not a mandatory part of this standard, but it provides two sample protocols for measuring DFT for a laydown.

A3.1 GENERAL: A “laydown” is a group of steel members laid down to be painted in one shift by one painter. For inspection of a laydown, first make a visual survey to detect areas with obvious defects, such as poor coverage, and correct

as necessary. As an informal initial survey, the inspector may want to check for uniformity of DFT across each surface.

A3.2 FULL DFT DETERMINATION

A3.2.1 Beam (Girder): Follow the procedure described in Section A2.2.

A3.2.2 Miscellaneous Parts: Take one spot measurement (as defined in Section 8.1) on each surface of the part. If the part has fewer than five surfaces, take multiple spot measurements on the larger surfaces to bring the total to five. If the total area of the part is over 10 m² (100 ft²), take 5 spot measurements randomly distributed over the part for each 10 m² (100 ft²) or fraction thereof.

A3.3 If Coating Thickness Restriction Level 3 is invoked by the specification (or if no Restriction Level is invoked by the specification), then no single spot measurement can be less than 80% of the specified minimum DFT, and no single spot measurement can be more than 120% of the specified maximum DFT. The average value of the spot measurements on each surface must conform to the specified DFT. If there is only a single spot measurement on a surface, it must conform to the specified DFT.

A3.4 SAMPLE DFT DETERMINATION: In lieu of a full DFT determination of each painted piece as described in Section A2.2, the job specification may require only a sample DFT determination for selected pieces.

A3.4.1 Beams less than 6 m (20 ft) in length: Follow the procedure described in Section A2.4.1.

A3.4.2 Beams greater than 6 m (20 ft) up to 18 m (60 ft) in length: Follow the procedure described in Section A2.4.2.

A3.4.3 Miscellaneous parts: For a miscellaneous part, take three spot measurements, randomly distributed on the part. Each spot measurement must conform to the specified DFT.

A3.5 NON-CONFORMANCE: If any spot measurement falls outside the specified range, additional measurements may be made to define the non-conforming area.

A3.6 RESTRICTED ACCESS: If a beam or miscellaneous part is situated such that one or more of the surfaces are not accessible, take measurements on each accessible surface in accordance with Section A2.2 or Section A2.4, as specified.

A3.7 NUMBER OF BEAMS OR PARTS TO MEASURE: In a laydown, the number of beams or parts to receive a full DFT determination and the number to have a sample DFT determination can be specified. For example, do a full DFT determination on a piece painted near the beginning of the shift, near the middle of the shift, and near the end of the shift in accordance with Section A3.2, and perform a sample DFT determination on every third piece in accordance with Section A3.4.

A3.8 ATTACHMENTS: Stiffeners and other attachments to a beam shall be arbitrarily measured.

APPENDIX 4 – METHOD FOR MEASURING DRY FILM THICKNESS ON COATED STEEL TEST PANELS

Appendix 4 is not a mandatory part of this standard, but it provides a sample protocol for measuring DFT on coated steel test panels.

A4.1 PANEL SIZE: The test panel shall have a minimum area of 116 cm² (18 in²) and a maximum area of 930 cm² (144 in²); e.g., minimum 7.5 x 15 cm (3 x 6 inch) and maximum 30 x 30 cm (12 x 12 inch).

A4.2 PROCEDURE: Use a Type 2 electronic gage. Take two spot measurements from the top third, the middle third, and the bottom third of the test panel. Readings shall be taken at least 12 mm (one-half inch) from any edge and 25 mm (one inch) from any other spot measurements. Discard any unusually high or low gage reading that cannot be repeated consistently. The DFT of the test panel is the average of the six acceptable spot measurements.

A4.3 MINIMUM THICKNESS: The average of the acceptable spot measurements shall be no less than the specified minimum thickness. No single spot measurement shall be less than 80% of the specified minimum.

A4.4 MAXIMUM THICKNESS: The average of the acceptable spot measurements shall be no more than the specified maximum thickness. No single spot measurement shall be more than 120% of the specified maximum.

A4.5 REJECTION: If a spot measurement is less than 80% of the specified minimum DFT or exceeds 120% of the specified maximum DFT, additional measurements may be made to reevaluate the DFT on the area of the test panel near the low or high spot measurement. If the additional measurements indicate the DFT in the disputed area of the panel to be below the minimum or above the maximum allowable DFT, the panel shall be rejected.

APPENDIX 5 – METHOD FOR MEASURING DRY FILM THICKNESS OF THIN COATINGS ON COATED STEEL TEST PANELS THAT HAVE BEEN ABRASIVE BLAST CLEANED

Appendix 5 is not a mandatory part of this standard, but it provides a sample protocol for measuring DFT of thin coatings on coated steel test panels that had been abrasive blast cleaned.

A5.1 For the purposes of this standard, a coating is defined as thin if the dry film thickness (DFT) is on the order of 25 micrometers (1 mil) or less. Because the DFT is the same order as the statistical fluctuations of a DFT gage on bare blast cleaned steel, many gage readings must be taken to get a meaningful average.

A5.2 PANEL SIZE: The test panel shall have a minimum area of 116 cm² (18 in²) and a maximum area of 930 cm² (144 in²); e.g., minimum 7.5 x 15 cm (3 x 6 inch) and maximum 30 x 30 cm (12 x 12 inch).

A5.3 PROCEDURE: Use a properly adjusted Type 2 electronic gage. Take ten gage readings randomly distributed in the top third of the panel. Compute the mean (average) and standard deviation of these ten readings. Similarly, take ten readings from the middle third and ten readings from the bottom third of the test panel and compute their means and standard deviations. Readings shall be taken at least 12 mm (one-half inch) from any edge and 25 mm (one inch) from any other gage reading. Discard any unusually high or low gage reading, i.e., a reading that is more than three standard deviations from the mean. The DFT of the test panel is the average of the three means.

A5.4 MINIMUM THICKNESS: The average of the means shall be no less than the specified minimum thickness. No single mean shall be less than 80% of the specified minimum.

A5.5 MAXIMUM THICKNESS: The average of the means shall be no more than the specified maximum thickness. No single mean shall be more than 120% of the specified maximum.

APPENDIX 6 – METHOD FOR MEASURING THE DRY FILM THICKNESS OF COATINGS ON EDGES WITH TYPE 2 GAGES

Appendix 6 is not a mandatory part of this standard, but it provides a sample protocol for measuring DFT of coatings on edges.

A6.1 Type 2 gage manufacturers offer a variety of probe configurations, some of which are less affected by proximity to edges and are designed to better measure the thickness of coatings on edges. The user should consult the gage manufacturer's instructions before measuring coating thickness on edges. SSPC-PA Guide 11 describes the use of coatings with edge retention properties and references a method (MIL-PRF-23236D, Coating Systems for Ship Structures) for assessing edge retention properties of coatings.

A6.2 Prior to measurement of coating on edges, the gage and probe should be verified for accuracy by placing a thin, flexible shim onto the prepared, uncoated edge. Adjustments to the gage may or may not be required. This procedure also verifies that the probe configuration will accommodate the edge configuration prior to coating thickness data acquisition.

A6.3 Obtain a minimum of three gage readings within 4 linear cm (~1.5 linear inches) of coated edge. The average of the gage readings is considered a spot measurement. The number of spot measurements along the edge will vary depending on the total length of the coated edge.

APPENDIX 7 – METHOD FOR MEASURING DRY FILM THICKNESS ON COATED STEEL PIPE EXTERIOR

Appendix 7 is not a mandatory part of this standard, but it provides a sample protocol for measuring DFT of the exterior of coated pipe.

A7.1 Pipe sections that are loaded onto a cart or rack are considered a complete unit, as opposed to a single joint of pipe. The total number of spot and area measurements is based on the total square footage of pipe on the cart or rack. The square footage can be calculated using the formula here:

Circumference of pipe = π × diameter
Area = (length of each pipe x circumference) × no. of pipe sections on cart or rack

Example (U.S. Units):

- 10 pieces of 48-inch long x 9-inch diameter pipe = 4 ft x (3.14 x 0.75 ft) = 9.4 ft² area per pipe section.
- 9.4 ft² per pipe section x 10 pipe sections = 94 ft² total coated area

Since the total area is less than 100 ft², 5 spots (each spot is a minimum of 3 gage readings) are measured, according to Section 8.2.1 of SSPC-PA 2.

A7.2 Pipe DFT Frequency Factors: Some carts may contain multiple small pipe sections, resulting in a total coated surface area in excess of 100 ft². In such cases, the specifier may require additional spot measurements, due to a large number of items on the cart. Using Section 8.2.1 of this standard, five readings are required for the first 100 ft² of coated pipe. In addition, the Owner/Contractor may specify one of the Pipe DFT Frequency Factors shown here. Based on the example in Section A7.1, if "Pipe DFT Frequency Factor 4" was invoked, 20 spot measurements would be acquired (5 spots [for the first 100 ft²] x 4 frequency factor). In such a case, more of the items on the cart are measured, giving a better sampling to determine compliance.

Example (U.S. Units) if total coated area exceeds 100 ft² and Frequency Factor 2 is invoked:

- Total coated square footage on a cart = 175 ft²
- Section 8.2.1 of SSPC-PA 2 requires 2 sets of 5 spot measurements (5 spots on each of two 100-square foot areas) = 10 spot measurements.

Pipe DFT Frequency Factor of 2 x 10 spots = 20 spot measurements

A7.3.1 Pipe DFT Frequency Factor 2 = (length of each pipe x circumference) x no. of pipe sections on cart or rack = (number of spot measurements) x 2

A7.3.2 Pipe DFT Frequency Factor 3 = (length of each pipe x circumference) x no. of pipe sections on cart or rack = (number of spot measurements) x 3

A7.3.3 Pipe DFT Frequency Factor 4 = (length of each pipe x circumference) x no. of pipe sections on cart or rack = (number of spot measurements) x 4

A7.3.4 Pipe DFT Frequency Factor 5 = (length of each pipe x circumference) x no. of pipe sections on cart or rack = (number of spot measurements) x 5

A7.3.5 Pipe DFT Frequency Factor 6 = (length of each pipe x circumference) x no. of pipe sections on cart or rack = (number of spot measurements) x 6

A7.4 Measurements on Individual Pipe Spools: Pipe spools that are not loaded onto a rack or cart are measured individually. The number and locations of spot measurements are based on Table A7. Three sets of 4 circumferential spot measurements should be obtained on pipe spools less than 3 meters (10 feet) in length.

A7.5 A challenge for the painter in coating fabricated pipe spools is providing a uniform thickness throughout the entire surface. On a fabricated pipe spool, there are potentially valves, flanges, and elbows that tend to have low or high DFT compared to the straight run section. Painters may develop a pattern of work for a specific task. Hence, the DFT on the flange and valves may be consistently on the high side or the low side of the target DFT. This type of error is easy to detect and correct. Random errors pose a more difficult problem. Gross errors where the paint is obviously too thin or too thick must be corrected and are beyond the scope of this standard.

The number of spot measurements in this protocol may far exceed the “5 spot measurements per 10 m² (100 ft²)” required in the standard. The full DFT determination, described in Table A7, provides a very thorough inspection of a joint of pipe. The DFT determination, described in Section A7.1, may allow for fewer spot measurements. The user does not have to require a full DFT determination for every joint of pipe. For example, the requirement may be for a full DFT determination on one pipe out of ten, or a sample DFT determination on one pipe out of five, or a combination of full and sample DFT determinations.

APPENDIX 8 - EXAMPLES OF THE ADJUSTMENT OF TYPE 2 GAGES USING SHIMS

Appendix 8 does not form a mandatory part of this standard, but it provides examples of how to adjust Type 2

gages using certified shims or measured shims on roughened (e.g., abrasive blast cleaned) surfaces.

This example describes a method of adjustment to improve the effectiveness of a Type 2 (electronic) gage on a blast cleaned or otherwise roughened surface. Blast cleaning is used throughout this example, but these methods are applicable to other types of surface preparation. A less uniform surface, such as partially rusted hand tool cleaned steel, may require more gage readings to achieve a satisfactory level of statistical significance. Since gage operation differs among manufacturers, follow the manufacturer’s instructions for adjustment of a particular gage.

A Type 2 gage needs to be adjusted to account for the profile of the substrate in order to read the coating thickness directly. Type 2 gages equipped with double pole probes may provide greater measuring precision on rough surfaces compared to single pole probes.

A portion of the substrate, after blast cleaning but prior to coating, can be used to adjust the gage. Alternatively, an uncoated test panel, blast cleaned at the time the structure was blast cleaned and having a profile representative of the structure can be used to adjust the gage provided the test panel is of material with similar magnetic properties and geometry as the substrate to be measured. If this is not available then a correction value can be applied to a smooth surface adjustment as described in A8.3.

Three adjustment techniques can be used depending on the capability and features of the gage to be used for the inspection. Note that due to the statistical variation produced by a roughened surface, individual readings taken using these three methods may not perfectly agree.

The first two examples describe adjustment and verification to one or more shims. When shims are used, resultant gage measurements are less accurate and must be recalculated. For example, if the accuracy of a properly calibrated gage is ± 2% and the thickness of a shim is accurate to within ± 3%, the combined tolerance of the gage and the shim will be ± 4% as given by the sum of squares formula:

$$\sqrt{2^2 + 3^2} = 3.6055 \approx 4\%$$

For the gage to be in agreement with the shim, the average thickness measured by the gage must be within ±4% of the shim’s thickness. If the average thickness measured on a 250-micrometer (µm) (10-mil) shim is between 240 µm (9.6 mils) and 260 µm (10.4 mils), the gage is properly adjusted. The minimum of 240 is 250 minus 4% of 250 (9.6 is 10 minus

**TABLE A7
NUMBER AND LOCATIONS OF SPOT MEASUREMENTS – PIPE SPOOLS**

Pipe Diameter	Circumferential Spot Measurements	Interval Spacing
Up to 12 in (30 cm)	4 evenly spaced	10 feet (3 meters) apart
14 to 24 inches (36-60 cm)	6 evenly spaced	10 feet (3 meters) apart
Greater than 24 inches (60 cm)	8 evenly spaced	10 feet (3 meters) apart

4% of 10); the maximum of 260 is 250 plus 4% of 250 (10.4 is 10 plus 4% of 10). [4% of 250 is 10; 4% of 10 is 0.4.]

A8.1 SINGLE-POINT ADJUSTMENT: This example uses a single shim value at or close to the thickness to be measured. The thickness range over which this adjustment achieves the required accuracy will vary with gage design.

Assuming that the coating thickness to be measured is 100 μm (4.0 mil), then a shim of approximately 100 μm (4.0 mil) or slightly greater should be used to adjust the gage. The shim is placed on an area of the substrate that has been blast cleaned to the required standards, or on a blasted test coupon with a similar surface profile.

The average of 10 readings on the shim is sufficient to allow for the statistical variation in the blast profile.

A8.2 TWO-POINT ADJUSTMENT: This example uses two shim values, one above and one below the expected film thickness to be measured. It should be noted that not all film thickness gages can be adjusted in this manner.

Assuming that the coating thickness to be measured is 100 μm (4.0 mil), then shims of 250 μm (10.0 mil) and 50 μm (2.0 mil) are appropriate for setting the upper and lower values on the scale of the gage.

As protective coatings are normally applied to blast cleaned metal surfaces, a statistical approach is required to obtain a typical value for the adjustment. Ten readings on a shim are sufficient to establish a reliable average value for that shim on the roughened surface. Following the manufacturer's instructions, the gage is adjusted so that the actual shim thickness is then used to set the gage.

This procedure should be repeated for both the upper and lower shim values.

The average of 10 readings on an intermediate shim, approximately 100 μm (4.0 mil) thick in the case described here, will confirm that the gage has been adjusted correctly. It is acceptable for the average reading to be within $\pm 4\%$ of the shim thickness.

This method ensures that the gage reads the thickness of the coating over the peaks of the profile.

A8.3 SMOOTH SURFACE ADJUSTMENT: If access to the bare blast cleaned substrate is not available because the coating already covers it, a smooth surface can be used to adjust the gage. Adjust the gage on a smooth surface according to the manufacturer's instructions. Alternatively, it may be possible to adjust some Type 2 gages through the coating already applied to an abrasive blast cleaned substrate (may be necessary if no uncoated substrate exists). This procedure should be performed according to the manufacturer's instructions.

Readings taken on the blast-cleaned substrate will be higher than the true value by an amount dependant on the surface profile and the gage probe design. For most applications, a correction value of 25 μm (1.0 mil) is generally applicable. Note that this value is not related to the actual surface profile measurement. This correction value must be subtracted from each gage reading to correct for the effect of the profile. The resulting corrected reading represents the thickness of the coating over the peak

For fine profiles, the correction value may be as low as 10 μm (0.4 mil) but for coarse profiles it could be as high as 40 μm (1.6 mil). Table A8 gives approximate correction values to be used when a blast-cleaned surface is not available to adjust the gage.

The use of coated standards to adjust gages means that a correction value must be applied to readings as the coated standards make use of smooth substrate surfaces.

APPENDIX 9 – PRECAUTION REGARDING USE OF THE STANDARD FOR COATING FAILURE INVESTIGATIONS

During a coating failure investigation, coating thickness measurements are not typically acquired as described in Sections 8.2.1 through 8.2.3, but rather from failing and non-failing areas based on observed patterns of failure and other observations made during the site investigation. Acquiring measurements in 100 ft² areas across the structure during a coating failure investigation may be of lesser value and may be cost-prohibitive. Accordingly, ASTM D7091 may be a more appropriate reference standard for this application.

TABLE A8
TYPICAL GAGE CORRECTION VALUES USING ISO 8503 PROFILE GRADES
(SOURCE: ISO 19840)¹

ISO 8503 Profile Grade	Correction Value (mil)	Correction Value (μm)
Fine	0.4	10
Medium	1.0	25
Coarse	1.6	40

¹ International Organization for Standardization (ISO), Case Postale 56, Geneva CH-1211, Switzerland. ISO standards are available online from the American National Standards Institute (ANSI), 1819 L Street, NW, Suite 600, Washington, DC 20036 or at <<http://www.ansi.org>>

Copyright ©

SSPC standards, guides, and technical reports are copyrighted world-wide by SSPC: The Society for Protective Coatings. Any photocopying, re-selling, or redistribution of these standards, guides, and technical reports by printed, electronic, or any other means is strictly prohibited without the express written consent of SSPC: The Society of Protective Coatings and a formal licensing agreement.