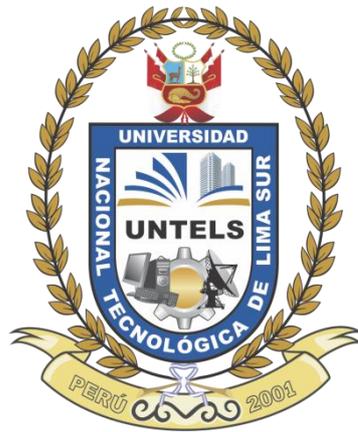


UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y
AMBIENTAL**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**



**“FABRICACIÓN DE UN ESPESADOR DE RELAVES DE DIÁMETRO
Ø54M UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS DE GESTIÓN PARA EL
PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA COMPAÑÍA MINERA
SOUTHERN PERÚ-UNIDAD CUAJONE”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CANTARO ALVARADO, JOSE LUIS

Villa El Salvador

2016

DEDICATORIA:

A DIOS, por ser quien me ayuda, a mis padres, a mis hermanos por su apoyo, a mi universidad UNTELS.

AGRADECIMIENTOS:

A DIOS por iluminarme. A los docentes de mi universidad por su apoyo en mi persona. A la empresa TÉCNICAS METÁLICAS INGENIEROS S.A.C por brindarme su valioso apoyo.

INDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 11 |
| 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA | 11 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO | 12 |
| 1.2.1. TÉCNICA..... | 12 |
| 1.2.2. ECONÓMICA..... | 12 |
| 1.2.3. SOCIAL | 13 |
| 1.3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO..... | 13 |
| 1.3.1. ESPACIAL | 13 |
| 1.3.2. TEMPORAL | 13 |
| 1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 14 |
| 1.4.1. PROBLEMA GENERAL | 14 |
| 1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS | 14 |
| 1.5. OBJETIVOS..... | 15 |
| 1.5.1. GENERAL | 15 |
| 1.5.2. ESPECÍFICOS..... | 15 |
| II. MARCO TEORICO | 16 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 16 |
| 2.2. BASES TEÓRICAS..... | 18 |
| 2.2.1. ESPESADOR | 18 |
| 2.2.2. COMPONENTES PRINCIPALES DE UN ESPESADOR..... | 18 |
| 2.2.3. NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES | 22 |
| 2.3. PROCESO DE FABRICACIÓN..... | 23 |
| 2.3.1. RECEPCIÓN DE MATERIALES | 23 |
| 2.3.2. TRAZABILIDAD..... | 24 |
| 2.3.3. HABILITADO | 25 |
| 2.3.4. PROCESO DE SOLDADURA | 26 |
| 2.3.5. EQUIPO DE SOLDEO | 31 |
| 2.3.6. ALAMBRE TUBULARES..... | 32 |
| 2.3.7. APLICACIÓN DE LA SOLDADURA | 32 |
| 2.4. WPS | 34 |
| 2.5. PQR | 47 |
| 2.6. APLICACIÓN DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS | 47 |
| 2.6.1. ENSAYO DE TRACCIÓN..... | 48 |
| 2.6.2. ENSAYO DE DOBLEZ..... | 48 |
| 2.7. CALIFICACIÓN DE SOLDADORES | 48 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.8. | WPQ | 49 |
| 2.9. | ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END) | 49 |
| 2.9.1. | INSPECCIÓN VISUAL | 50 |
| 2.9.2. | INSPECCIÓN POR TINTES PENETRANTES | 51 |
| 2.9.3. | INSPECCION POR PARTICULAS MAGNETICAS | 52 |
| 2.9.4. | INSPECCIÓN POR PLACAS RADIOGRÁFICAS | 53 |
| 2.9.5. | INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO | 54 |
| 2.10. | PROTECCIÓN SUPERFICIAL | 55 |
| 2.10.1. | GRANALLADO | 55 |
| 2.10.2. | GRADOS DE HERRUMBRE SEGUN NORMA AMERICANA | 56 |
| 2.11. | MARCO CONCEPTUAL | 59 |
| III. | METODOLOGÍA | 66 |
| 3.1. | DETALLES PRELIMINARES | 66 |
| 3.1.1. | ALCANCES DEL PROYECTO | 66 |
| 3.1.2. | UBICACIÓN DE LA PLANTA DE FABRICACIÓN DE TMI S.A.C | 68 |
| 3.1.3. | SUMINISTRO DEL PROYECTO | 69 |
| 3.2. | ORGANIGRAMA DEL PROYECTO | 70 |
| 3.3. | ANÁLISIS DE PLAN DE CALIDAD | 71 |
| 3.4. | CONTROL DE CALIDAD EN EL ESPESADOR DE RELAVES | 72 |
| 3.4.1. | CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES | 72 |
| 3.4.2. | CERTIFICADO DE CALIDAD DE LOS INSUMOS | 76 |
| 3.4.3. | TRAZABILIDAD DE LOS MATERIALES | 77 |
| 3.4.4. | ELABORACIÓN Y CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) | 78 |
| 3.4.5. | APLICACIÓN DE LA SOLDADURA POR EL PROCESO SMAW | 80 |
| 3.4.6. | APLICACIÓN DE LA SOLDADURA POR EL PROCESO GMAW | 83 |
| 3.4.7. | APLICACIÓN DE LA SOLDADURA POR EL PROCESO FCAW | 87 |
| 3.4.8. | CALIFICACIÓN DE LA HABILIDAD DEL SOLDADOR (WPQ) | 88 |
| 3.4.9. | TRAZABILIDAD DE SOLDADORES | 89 |
| 3.5. | HABILITADO, ROLADO Y ARMADO | 89 |
| 3.6. | EQUIPOS ELÉCTRICOS DE SOLDAR | 95 |
| 3.7. | PROCEDIMIENTO DE END | 97 |
| 3.7.1. | PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA | 97 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 3.7.2. | PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE TINTES PENETRANTES | 97 |
| 3.7.3. | PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE ULTRASONIDO .. | 103 |
| 3.7.4. | PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL..... | 107 |
| 3.8. | PRE-MONTAJE DE ESTRUCTURAS FABRICADAS..... | 111 |
| 3.9. | PROCEDIMIENTO DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL | 111 |
| 3.9.1. | DOCUMENTOS DE REFERENCIA | 112 |
| 3.9.2. | PREPARACION DE LA SUPERFICIE | 113 |
| 3.9.3. | APLICACIÓN DE PINTURA Y CURADO | 115 |
| 3.9.4. | ENSAYOS FINALES | 117 |
| 3.9.5. | MANIPULACIÓN, TRASLADO Y ALMACENAMIENTO DE ESTRUCTURAS..... | 118 |
| | CONCLUSIONES..... | 119 |
| | RECOMENDACIONES | 120 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 121 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 122 |
| | ANEXOS | 123 |

LISTADO DE FIGURAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1 | Cono de descarga..... | 21 |
| Figura 2 | Tanque..... | 21 |
| Figura 3 | Soldadura SMAW..... | 26 |
| Figura 4 | Equipos de soldadura SMAW..... | 27 |
| Figura 5 | Clasificación de los gases de protección..... | 29 |
| Figura 6 | Esquema del equipo de soldeo..... | 31 |
| Figura 7 | Electrodo alambre tubular..... | 32 |
| Figura 8 | Formato QW-482 para el WPS: datos generales del WPS..... | 34 |
| Figura 9 | Uniones a topes alternativas..... | 35 |
| Figura 10 | Formato QW-482 para el WPS: diseño de la unión..... | 35 |
| Figura 11 | Formato QW-482 para el WPS: datos del metal base..... | 37 |
| Figura 12 | Formato QW-482 para el WPS: Datos del metal de aporte (parte A)..... | 38 |
| Figura 13 | Formato QW-482 para el WPS: Datos del metal de aporte (parte B)..... | 41 |
| Figura 14 | Formato QW-482 para el WPS: Datos de las posición, precalentamiento, tratamiento térmico después de realizar la soldadura y gas de protección. | 42 |
| Figura 15 | Posición de prueba para soldaduras de ranuras en placa a 1G..... | 42 |
| Figura 16 | Formato QW-482 para el WPS: características eléctricas..... | 44 |
| Figura 17 | corrientes de soldaduras típicas contra velocidad de alimentación del alambre para electrodo de aceros al carbono..... | 45 |
| Figura 18 | Formato QW-482 para el WPS: características de proceso..... | 46 |
| Figura 19 | Formato QW-482 para el WPS: Datos de la técnica a utilizar..... | 47 |
| Figura 20 | Instrumento galga..... | 50 |
| Figura 21 | Kits de líquidos penetrantes..... | 51 |
| Figura 22 | Equipo de partículas magnéticas..... | 52 |
| Figura 23 | Ensayo de placa radiográfica..... | 53 |
| Figura 24 | Equipo de ultrasonido..... | 54 |
| Figura 25 | Certificado ISO 9001:2008..... | 68 |
| Figura 26 | Ubicación geográfica de la planta N°1 de TMI S.A.C..... | 69 |
| Figura 27 | Responsables de la ejecución del proyecto..... | 70 |
| Figura 28 | Recepción de planchas A-36..... | 72 |
| Figura 29 | Recepción y control de material..... | 73 |
| Figura 30 | Ensayo de ultrasonido a planchas A36..... | 75 |
| Figura 31 | Junta a tope-posición horizontal 2G..... | 78 |
| Figura 32 | Junta T-posición 2F..... | 79 |
| Figura 33 | Datos del metal base del formato de WPS..... | 79 |
| Figura 34 | Aplicación del proceso SMAW..... | 80 |
| Figura 35 | AWS A5.1 Clasificación de electrodos..... | 81 |
| Figura 36 | Horno para conservar los electrodos..... | 82 |
| Figura 37 | Posiciones para soldar..... | 83 |
| Figura 38 | Rodillo de alambre del proceso GMAW..... | 84 |
| Figura 39 | Proceso GMAW..... | 85 |
| Figura 40 | Transferencia por arco Spray..... | 87 |
| Figura 41 | Medición de la corriente de soldadura..... | 88 |
| Figura 42 | Medición de la tensión de soldadura..... | 88 |
| Figura 43 | Posición 3G de soldadura..... | 89 |
| Figura 44 | Proceso de rolado de planchas..... | 91 |
| Figura 45 | Máquina de rolado del tipo piramidal..... | 92 |

| | | |
|------------------|---|-----|
| Figura 46 | Rolado de las planchas pertenecientes a fondos cónicos..... | 92 |
| Figura 47 | Registro de control dimensional de elemento fabricado..... | 94 |
| Figura 48 | Control dimensional en campo de elemento fabricado..... | 95 |
| Figura 49 | Equipo de soldadura para el proceso FCAW | 96 |
| Figura 50 | Grieta en la soldadura | 98 |
| Figura 51 | Porosidad en la soldadura | 98 |
| Figura 52 | Socavación en la soldadura | 99 |
| Figura 53 | Ensayo de tintes penetrantes a planchas | 99 |
| Figura 54 | Reporte de ensayo de tinte penetrante aplicado por GYN..... | 101 |
| Figura 55 | Reporte de ensayos de tinte penetrantes aplicado por TMI | 102 |
| Figura 56 | Equipo de ultrasonido..... | 103 |
| Figura 57 | Aplicación de ensayo ultrasonido..... | 104 |
| Figura 58 | Reporte de ensayo de ultrasonido aplicado por GYN..... | 105 |
| Figura 59 | Reporte de ensayo de ultrasonido aplicado a planchas ASTM A36..... | 106 |
| Figura 60 | Reporte de ensayos de placas radiográficas al cono de descarga..... | 109 |
| Figura 61 | Ensayo de placa radiográfica aplicado a plancha fondos cónicos..... | 110 |
| Figura 62 | Cámara de granallado..... | 114 |
| Figura 63 | Prueba de adherencia según la norma ASTM D 4541 | 117 |

LISTADO DE TABLAS

| | | |
|-----------------|--|-----|
| Tabla 1 | Número-P para materiales ferrosos y no ferrosos..... | 36 |
| Tabla 2 | Límites de espesores calificados del procedimiento y especímenes de pruebas..... | 38 |
| Tabla 3 | Agrupación de electrodos y varillas de soldaduras para la calificación..... | 39 |
| Tabla 4 | Requerimientos de composición química para varillas y electrodos sólidos..... | 40 |
| Tabla 5 | Número-A. Clasificación del análisis de metales soldados ferrosos para calificación de procedimiento..... | 40 |
| Tabla 6 | Gas de protección para GMAW para transferencia de corto circuito. . | 43 |
| Tabla 7 | Condiciones típicas para la soldadura de arco metálico protegido con gas en aceros al carbono y baja aleación..... | 44 |
| Tabla 8 | Voltajes de arco típicos para soldadura de arco metálico protegido con gas de varios metales..... | 46 |
| Tabla 9 | Normas técnicas de tratamiento superficial..... | 56 |
| Tabla 10 | Costos del proyecto del espesador..... | 67 |
| Tabla 11 | Costos para ensayos no destructivos..... | 67 |
| Tabla 12 | Componentes de la fabricación del espesador..... | 69 |
| Tabla 13 | Propiedades mecánicas del Acero A-36..... | 73 |
| Tabla 14 | Composición Química del acero ASTM A36..... | 74 |
| Tabla 15 | Cuadro de amperajes para el proceso GMAW..... | 86 |
| Tabla 16 | Normas para preparación de superficie..... | 112 |
| Tabla 17 | Normas de recubrimiento Industrial..... | 112 |

INTRODUCCIÓN

Este proyecto consiste en el control de la calidad en el proceso de la fabricación de un espesador de relaves de Ø54m, para una planta concentradora de Cu de la COMPAÑÍA SOUTHERN PERÚ unidad CUAJONE. Este proyecto tiene un alcance desde la recepción de materiales, habilitado, armado, soldadura, pre montaje y tratamiento superficial. Aquí se muestra el control de la calidad que se aplica en cada etapa del proceso de la fabricación para asegurar la calidad. La estructura de este proyecto se compone de 3 capítulos.

El primer capítulo comprende el planteamiento del problema, la descripción de la realidad problemática, justificación, delimitación y los objetivos que se quieren lograr.

El segundo capítulo comprende el desarrollo del marco teórico en donde se definirá los términos relacionados al proyecto, control de la calidad en la fabricación de un espesador de relaves para la concentradora cuajone-Moquegua

El tercer capítulo comprende la metodología que se utilizara para dicho control de la calidad del proceso de fabricación, y que se desarrollara a través del uso de normas de inspección, aplicación de ensayos no destructivos, pre montaje, tratamiento superficial, y de esta forma se pueda desarrollar el proyecto de forma eficiente.

CAPITULO I

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente en la COMPAÑÍA SOUTHERN PERÚ unidad CUAJONE, está en pleno labor de modernización de sus sistemas de procesamiento de cobre, lo que será complementado con una futura e importante ampliación de sus operaciones, se proyecta que la concentradora incrementará su capacidad de 80 mil toneladas por día a unas 120 mil, para esto necesita una planta adicional de 40 mil toneladas. Debido a este incremento de la capacidad de la producción los espesadores que tiene la minera son insuficientes para poder abastecer toda la demanda ya que sus espesadores son de menor magnitud y esto no les permite cubrir la cantidad de producción, y lograr una mejora continua para la Minera cuajone.

Uno de los problemas que tuvo esta fabricación del espesador fue que se encontró porosidad, falta de fusión en la soldadura, también la falta de cumplimiento de las políticas de calidad para la mejora de producto terminado, ya que esto tuvo consecuencias como reprocesos en taller, convirtiéndose esto en pérdidas para la empresa.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.2.1. TÉCNICA

Frente a la necesidad que se está presentando en la COMPAÑÍA SOUTHERN PERÚ unidad CUAJONE, ya que necesita un espesador de diámetro de Ø54m y el problema que se presenta en el taller de fabricación que es la falta de cumplimiento de las políticas de calidad para la mejora del producto terminado, donde se obtendrá mejoras de inspección en las fabricaciones realizadas en taller. El control de la calidad en el proceso de fabricación del proyecto está dado bajo la norma API 650, ASME sección IX, AWS D1.1, y con la gestión de la calidad de acuerdo a la norma ISO 9001:2008, de esta manera se cumplirá con los estándares de calidad.

1.2.2. ECONÓMICA

En el siguiente proyecto los costos que ameritan cubrir la falta de un espesador de relaves debido a su ampliación de la minera, se verá

reflejado en el control de la calidad de la fabricación de un espesador de relaves, que permitirá que el tiempo de vida útil de los esperadores que tienen la minera sea mayor al existente actualmente.

1.2.3. SOCIAL

Este proyecto permitirá que la empresa fabricante del espesador de relaves se beneficie económicamente y su personal que trabaja en la ejecución del proyecto a su vez el cliente (minera cuajone) logre su objetivo de incrementar su producción, también se verán beneficiado el personal que labora en la compañía minera.

1.3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1. ESPACIAL

Este proyecto de control de la calidad del proceso de la fabricación de un espesador de relaves se desarrolló dentro de la empresa TÉCNICAS METÁLICAS INGENIEROS S.A.C

1.3.2. TEMPORAL

El proyecto de control de calidad del proceso de fabricación se ejecutó dentro de los meses de marzo a julio del 2016

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo se realiza el control de la calidad en la fabricación de un espesador de relaves?

1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿qué tan importante es realizar el cumplimiento del plan de calidad y plan de puntos de inspección gestionados por la norma ISO 9001:2008?
- ¿Cuáles son los criterios para la elaboración de un procedimiento de soldadura WPS Y PQR, calificación de personal?
- ¿Cuáles son los criterios para realizar e inspeccionar END en la soldadura?
- ¿Cuáles son los criterios para el control de calidad del tratamiento superficial en el proceso de fabricación?

1.5.OBJETIVOS.

1.5.1. GENERAL

Establecer el control de la calidad en el proceso de fabricación de un espesador de relaves.

1.5.2. ESPECÍFICOS

- cumplimiento del plan de calidad y plan de puntos de inspección gestionados por la norma ISO 9001:2008
- Determinar los criterios para la elaboración de un procedimiento de soldadura WPS Y PQR, calificación del personal.
- Determinar los criterios para realizar e inspeccionar END en la soldadura.
- Determinar los criterios para el control de calidad en el proceso de tratamiento superficial.

CAPITULO II

II. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El siguiente proyecto tiene como antecedente la siguiente investigación.

Gonzales Choque, Sergio Eduardo; 2016. tesis para optar el título profesional de ingeniero mecánico. Diseño y fabricación de espesador de relaves de cobre de 15 metros de diámetro. Sus objetivos son Diseñar y Fabricar la parte mecánica del Espesador de relaves de cobre por Gravedad.

La presente tesis muestra el diseño y construcción de un espesador de alta capacidad que funciona por gravedad, que se utiliza para la separación sólido-líquido para optimizar el manejo de los relaves y la recuperación y/o posterior Tratamiento del agua de proceso en las plantas metalúrgicas, de tal forma que el espesador pueda trabajar óptimamente. Además en el desarrollo de esta tesis se describe su proceso de fabricación desde la descripción de la maquina roladora, soldadura, pintura, preparación de la superficie y su aplicación. [6]

Abad Carvajal Pablo Antonio; 1996, tesis para optar el título posesional de ingeniero mecánico. Estudio del proceso de fabricación de tanques de doble pared para almacenamiento de combustible. En este trabajo se elabora un estudio del proceso de fabricación de un tanque de acero forrado con polietileno de alta densidad para el almacenamiento de combustibles en estaciones de servicios, las normas y especificaciones aplicables son: ASTM API, ASME.se analiza el proceso de fabricación desde la recepción de las planchas, hasta el enchaquetado del tanque, la inspección de calidad de las uniones soldadas que son hechas mediante método visual y de radiografía ,presentándose los criterios de aceptación y rechazo de las uniones inspeccionadas.[7]

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. ESPESADOR

Los espesadores son tanques o aparatos que sirven para espesar los concentrados de la flotación, por el procedimiento de quitarles parte del agua que contiene es decir el trabajo de los espesadores es mantener en movimiento las pulpas de concentrado y relave, asiéndolos más densos y espesos por la eliminación de cierto porcentaje de agua, el agua clara rebalsa por la parte superior por canales.

El espesador es un aparato que trabaja en forma continua, tiene un rastrillo que sirve para empujar lentamente, hacia el centro las partículas sólidas que se van asentando en el fondo en forma de barro espeso, a fin de sacarlos por la descarga (cono), al mismo tiempo los rastrillos evitan que el lodo se endurezca en el fondo; y si no existieran estos no habría forma de sacarlos o descargarlos.

2.2.2. COMPONENTES PRINCIPALES DE UN ESPESADOR

2.2.2.1. EL TANQUE

Los espesadores esencialmente están constituidos por tanque cilíndrico sobre una porción de un cono invertido de muy poca

profundidad, hay que señalar que los diámetros de estos tanques circulares son muchos más grandes comparados con su altura. El área del tanque circular debe ser lo suficientemente grande como para que ninguna partícula sólida salga por el overflow y la altura lo suficiente como para lograr una pulpa a la concentración deseada.

2.2.2.2. EL RASTRILLO

Está formado por un conjunto de varillas de acero y la estructura va unida al eje principal. Su movimiento es lento y gira con el eje, siendo impulsado por un motor eléctrico a través de una catalina y un piñón.

2.2.2.3. EL EJE DE RASTRILLO

Sirve de apoyo al rastrillo y comunica el movimiento a este.

2.2.2.4. EL RECIBIDOR DE CARGA

Es un tanque cilíndrico de poca altura, sirve para disminuir la velocidad de entrada de la pulpa dejarla caer suavemente sin producir agitación, está en la parte superior del eje.

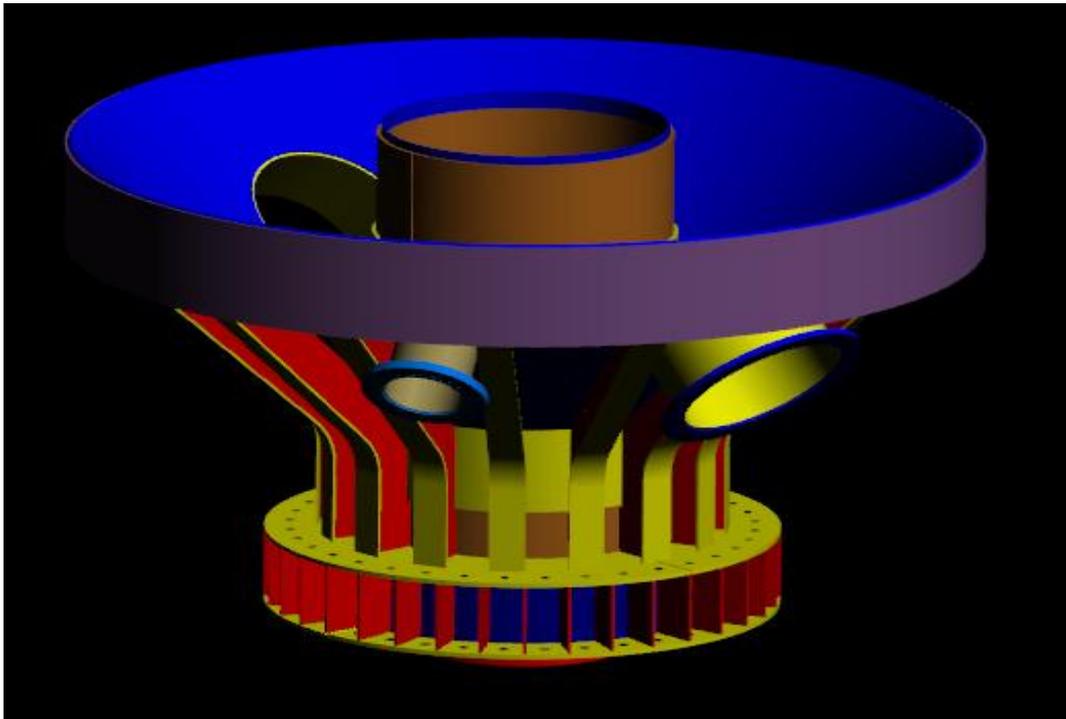
2.2.2.5. EL CONO DE DESCARGA

Se encuentra en el centro del fondo del tanque del espesador, sirve para sacar la carga asentada hacia las bombas de salida de la pulpa. Para ser enviada a los filtros.

2.2.2.6. EL CANAL DE REBASE

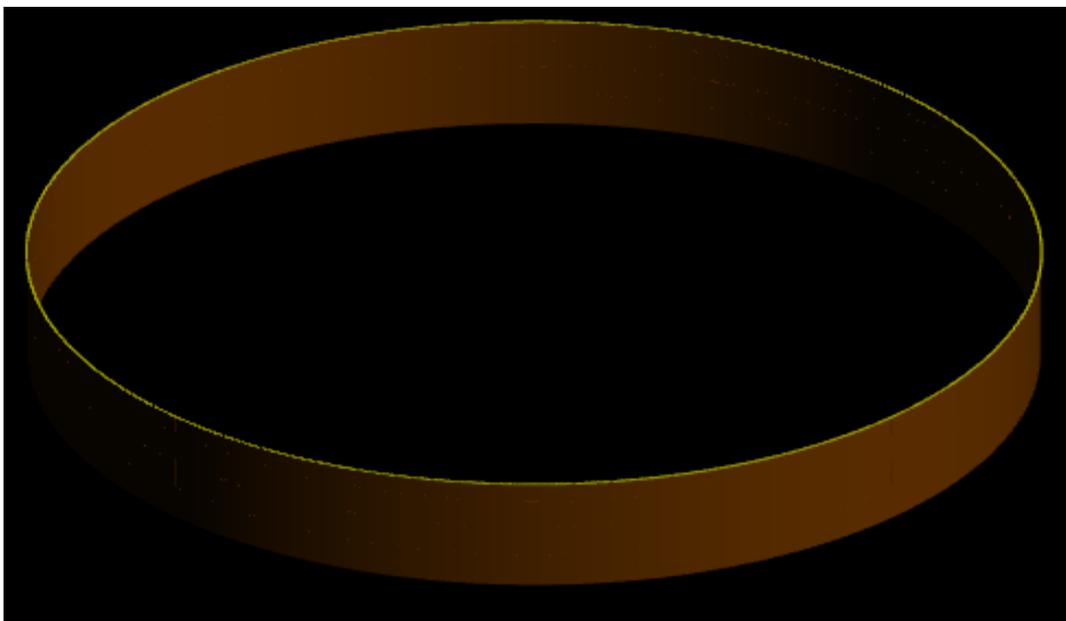
Este colocado alrededor de la parte superior del tanque, sirve para recibir el agua recuperada, agua limpia y clara.

Figura 1 Cono de descarga



FUENTE: Elaboración propia

Figura 2 Tanque



FUENTE: Elaboración propia

2.2.3. NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES

- **ASTM:** Materials American Society for Testing and Material. Guía para la definición de los materiales y métodos de pruebas en casi todas las industrias.
- **AISC:** American Institute of Steel Construction. Código de Práctica estándar para edificios de acero y puentes. Estructural acero
- **AWS:** American Welding Society D1.1/D1.1M:2010
- **SSPC:** Steel Structures Painting Council. Norma de preparación superficial del acero.
- **API 650** welded Tanks for oil Storage, 12th Edition.
- **ASME SECCION IX**
- **ASME SECCION V**
- **ASME SECCION VIII**

2.3.PROCESO DE FABRICACIÓN.

2.3.1. RECEPCIÓN DE MATERIALES

El supervisor de Recepción de la Materiales debe asegurarse que todos los materiales tales como planchas, vigas, platinas, soldadura, pintura, etc. Adquiridas para la fabricación del equipo sean debidamente inspeccionados, tengan sus certificados de calidad de fabricación es decir se les realice los controles necesarios antes de utilizarlas en el proceso de fabricación para determinar su conformidad de acuerdo a las especificaciones. Cuando se reciba los diferentes materiales, lo primero que se debe controlar es que la identificación de las mismas coincida con el “Packing List” que se recibe del proveedor o fabricante. Es necesario mencionar que el material como las planchas que se recibe del proveedor se revisara en base a la norma ASTM .Se realizará una inspección visual (por lote) a los materiales recibidos, no debiendo encontrarse abolladuras, deformaciones, y un exceso de corrosión. Se hará una identificación física de los materiales, indicando: [10]

- Clase de material
- Dimensiones del perfil
- Numero de colada

2.3.2. TRAZABILIDAD

Trazabilidad es un conjunto de acciones y métodos que permiten registrar e identificar cada producto desde su origen hasta su destino final. Se realiza a través de todas las etapas de producción y distribución, con la ayuda de procedimientos preestablecidos que permiten conocer información histórica, ubicación y trayectoria de un producto, con la ayuda de una herramienta determinada. En resumen no es más que un registro exhaustivo de cada actividad por la que atraviesa un producto, desde su génesis hasta que llega al consumidor final.

Un buen sistema de trazabilidad faculta a la empresa para dos cosas: en primer lugar, para establecer las condiciones en la cuales fue procesado el lote, incluyendo las características de las materias primas empleadas. De esta manera, en caso de queja, el sistema de trazabilidad permite revisar con toda la confianza las condiciones de producción y de calidad, y con ello establecer si el daño pudo ocurrir por causas asignable al proceso o si por el contrario fue el manejo del cliente el que altero el producto. En segundo lugar, en caso de tener un problema con un lote determinado, el sistema de trazabilidad permite identificar el destino de cada lote de producción, de acuerdo con la distribución mayorista del mismo, con el propósito de poder dar instrucciones claras a los transportadores y mayoristas sobre el manejo de ese lote en particular.

[10]

2.3.3. HABILITADO

2.3.3.1. CORTE

Hay muchas formas de cortar placa de acero. Algunas se adaptan a la automatización y otras no. Algunas son adecuadas para placas más finas, otras para placas más gruesas. Algunas son rápidas, otras son lentas. Algunas son de bajo costo, otras son costosas, pero todas tienen algo en común que es la separación de un objeto físico en dos o más porciones.

2.3.3.2. ROLADO

El rolado de los elementos se realiza por medio de una máquina roladora y se controla por medio de plantillas. Se debe controlar la Curvatura y la longitud de arco. [6]

2.3.3.3. PLEGADO

El plegado de planchas se realiza en los extremos de las planchas Según indica los planos de ingeniería de fabricación.

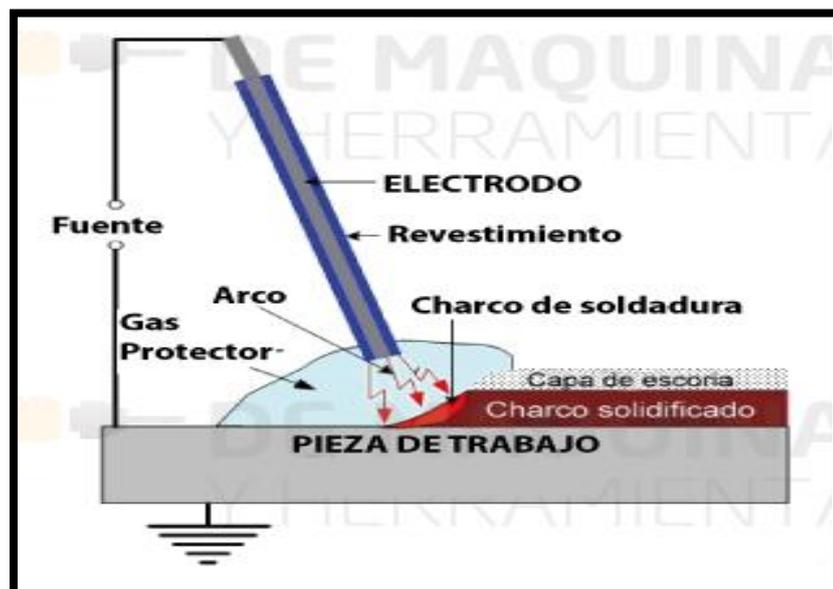
2.3.4. PROCESO DE SOLDADURA

Para realizar los trabajos de soldadura durante el proceso de fabricación se utilizaron los procesos de soldadura que a continuación se detallan:

2.3.4.1. SOLDADURA SMAW

El soldeo por arco con electrodo revestido es un proceso en que la fusión del metal se produce gracias al calor generado por un arco eléctrico establecido entre el extremo de un electrodo revestido y el metal base de una unión a soldar, (la soldadura SMAW, 2013), ver figura N°3.

Figura 3 Soldadura SMAW



FUENTE: <http://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-smaw-que-es-y-procedimiento>

El material de aportación se obtiene por la fusión del electrodo en forma de pequeñas gotas, la protección se obtiene por la descomposición del revestimiento en forma de gases y en forma de escoria líquida que flota sobre el baño de fusión, posteriormente se solidifica.

- ✓ SMAW, shielded metal-arc welding (ANSI/AWS A3.0)
- ✓ 111, soldeo metálico por arco con electrodo revestido (UNE-EN 24063)
- ✓ MMAW, manual metal-arc Welding (reino unido).

El equipo para efectuar la soldadura SMAW consta de una fuente de alimentación, porta electrodo, cable de electrodo, cable de masa y una pinza de masa. Ver figura N°4.

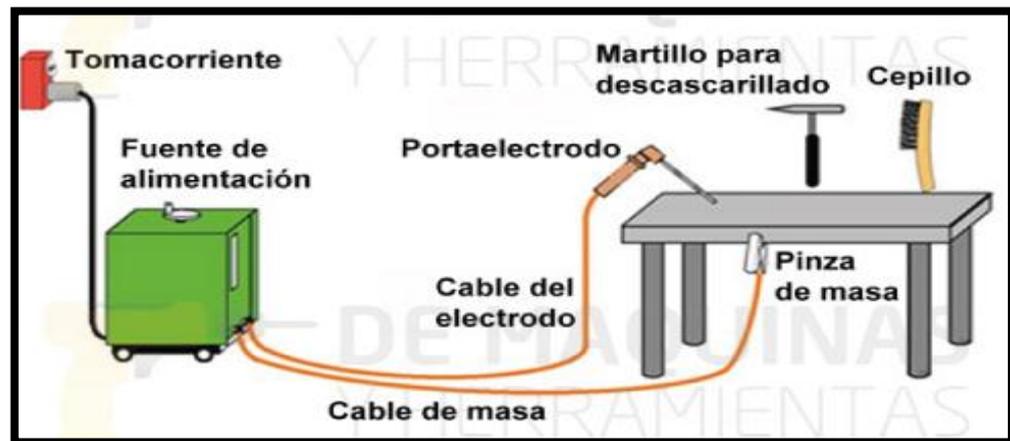


Figura 4 Equipos de soldadura SMAW

FUENTE: <http://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-smaw-que-es-y-procedimiento>

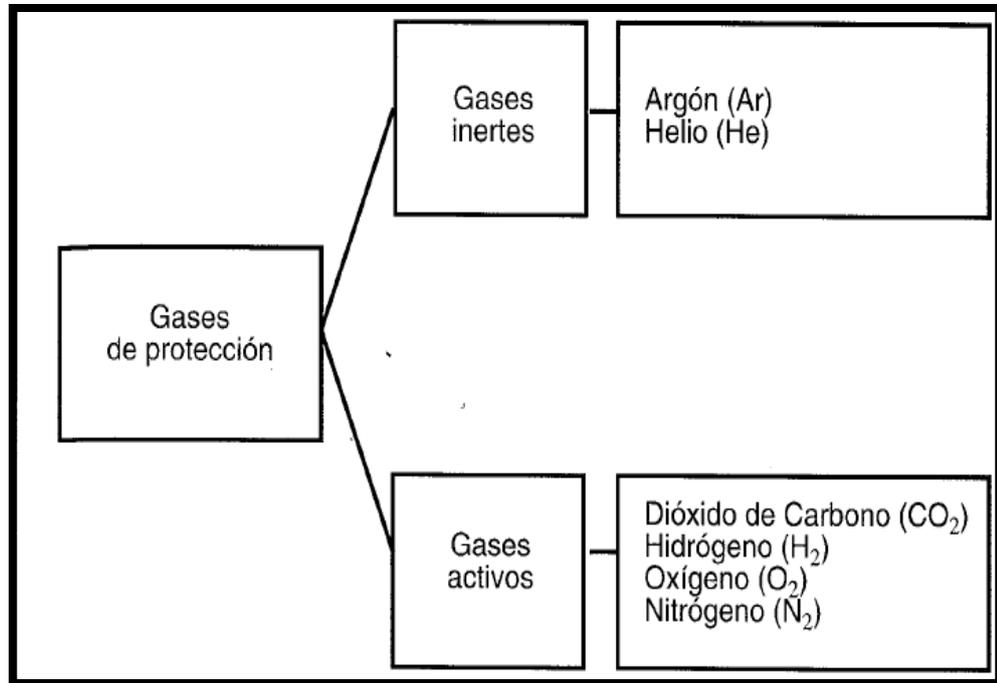
2.3.4.2. SOLDADURA MIG/MAG (GMAW - Gas Metal Arc Welding)

Es un método de soldadura por arco, de protección gaseosa y con electrodo consumible. El arco se establece entre un electrodo de hilo continuo y la pieza a soldar, protegidos por un chorro de gas que puede ser inerte, proceso MIG (Metal Inert Gas) o activo, proceso MAG (Metal Active Gas). Según la norma cualquier mezcla de gas activo con gas inerte se considera MAG. [8].

FUNDAMENTO DEL PROCESO DE SOLDADURA MIG/MAG

El proceso se basa en la fusión de los bordes de las piezas a unir y del electrodo, debido al calor generado por el arco eléctrico que se establece entre el electrodo consumible y la pieza. Como electrodo se utiliza un hilo continuo que puede estar recubierto de cobre para aumentar la conductividad eléctrica. Este hilo se encuentra arrollado y se hace llegar a la boquilla de la pistola, con la velocidad requerida, a través de unos rodillos de arrastre movidos por un motor eléctrico. La protección del baño de fusión tanto en MIG como en MAG, es gaseosa. En el proceso MIG se utilizan gases inertes como el argón y el helio y en el proceso MAG gases activos como el CO₂ y mezclas de activos e inertes. [8]; ver figura N° 5.

Figura 5 Clasificación de los gases de protección



FUENTE: Manual del soldador bibliografía-Ítem [5]

2.3.4.3. SOLDADURA POR ARCO CON NÚCLEO FUNDENTE (hilo tubular, FCAW)

Es un método de soldadura en el que el electrodo es tubular se diferencia de los otros procedimientos en que el alambre es hueco y esta relleno de fundente, que al fundirse por la acción del calor, deposita en la zona de fusión una capa fina de protección, que posteriormente hay que retirar.

Se utiliza para el soldeo de aceros al carbono, aceros de baja aleación, aceros inoxidable y fundiciones, y sobre todo en situaciones donde se prevé que la protección de los gases no pueda resultar suficiente aunque

exista la posibilidad de soldar con electrodo tubular sin utilizar gases de protección.[10]

La técnica de soldeo con alambre tubular se diferencia del soldeo MIG/MAG en el tipo de electrodo que como su nombre indica, en este caso es un alambre hueco y relleno de fundente el cual, el fundente por la acción del arco eléctrico, deposita un metal fundido protegido con una fina capa de escoria; podríamos decir que es como un electrodo revestido al revés.

Como se ha dicho dentro del proceso hay dos variantes:

- Autoprotegido que protege el baño de fusión gracias a la descomposición y vaporización del fundente
- Con protección de gas que suele ser CO₂ o mezclas de CO₂ y argón, que utiliza gas de protección además de la acción protectora del fundente.

Con ambos métodos el electrodo forma una escoria que cubre y protege el metal de soldadura hasta que solidifica y en ambos casos, la protección del arco puede soportar el viento y los agentes atmosféricos en mayor medida que los procesos con protección gaseosa (TIG y MIG/MAG).

El proceso de soldeo por arco con alambre tubular con protección gaseosa se le conoce por los siguientes nombres:

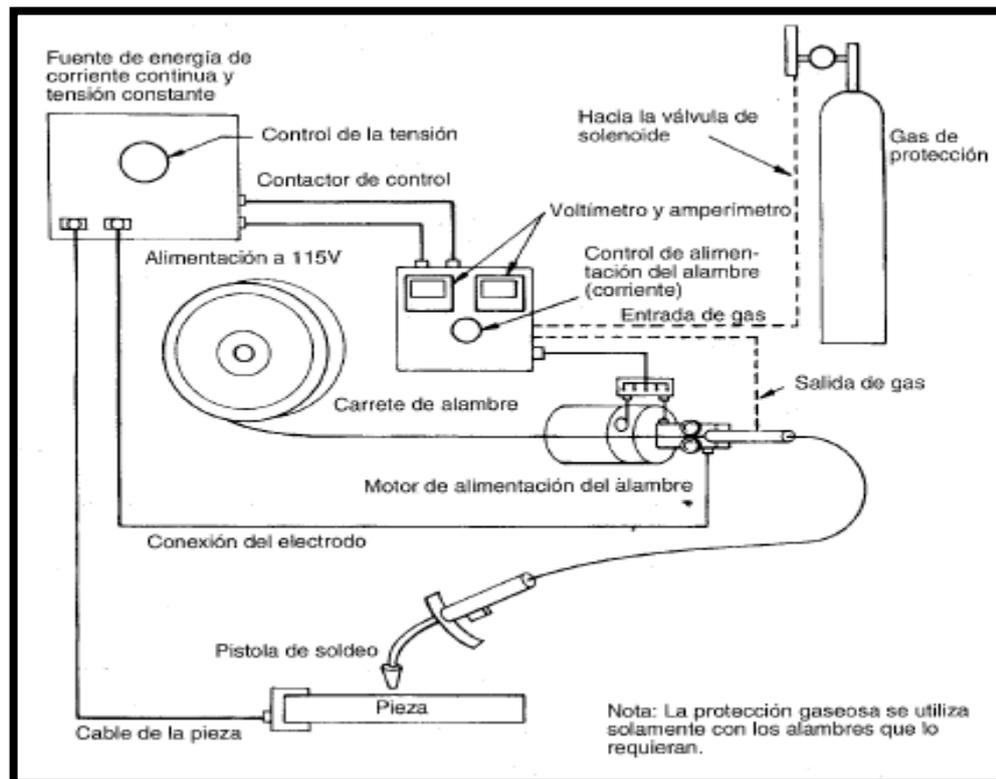
- ✓ FCAW-G gas shielded flux cored arc welding (ANSI/AWS A3.0)
- ✓ 136, soldeo por arco con alambre tubular con protección de gas activo (UNE-EN 24063).

- ✓ 137, soldeo por arco con alambre tubular con protección de gas inerte (UNE-EN 24063).

2.3.5. EQUIPO DE SOLDEO

Para el soldeo con alambre tubular se puede utilizar el equipo de soldeo MIG/MAG ya que ambos son similares, como gran diferencia en el caso del soldeo con alambre auto protegido destaca la ausencia del gas de protección. [5], ver figura N°6.

Figura 6 Esquema del equipo de soldeo

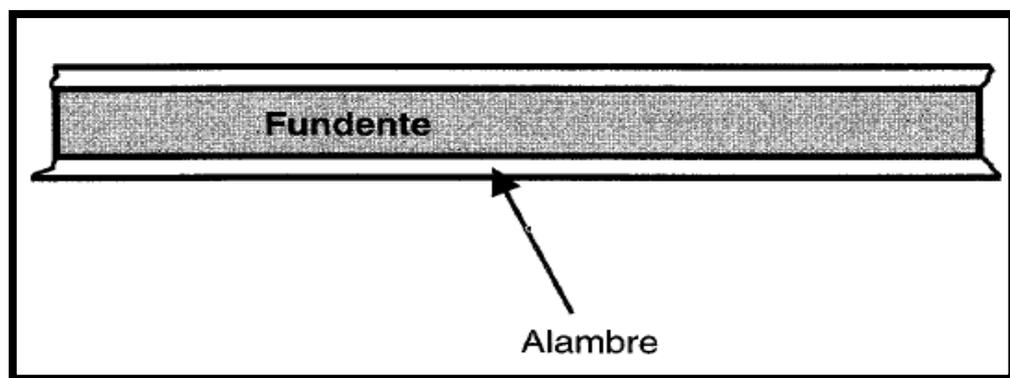


FUENTE: Manual del soldador bibliografía-[5]

2.3.6. ALAMBRE TUBULARES

Los alambres tubulares son electrodos continuos similares a los empleados en la soldadura MIG/MAG, con la diferencia de que son huecos y en su interior contienen un fundente que tiene funciones similares a las del revestimiento de los electrodos revestidos. [5], Ver figura N°7.

Figura 7 Electrodo alambre tubular



FUENTE: Manual del soldador bibliografía-[5]

2.3.7. APLICACIÓN DE LA SOLDADURA

Para la aplicación de la soldadura se ha realizado un procedimiento (WPS) en el cual contempla el material de aporte, la temperatura de precalentamiento, la velocidad, posición y otras variables que se tienen que considerar para la aplicación de la soldadura.

2.3.7.1. ANTES DE LA SOLDADURA

- Material base
- Material de aporte
- Procedimiento de soldeo
- Calificación de los operarios
- Preparación de la unión

2.3.7.2. DURANTE LA SOLDADURA

- Pre calentamiento
- Temperatura entre pasadas
- Deposición y penetración del cordón de raíz
- Grieta en el cordón de raíz
- Resanado del cordón de raíz
- Limpieza entre cordones
- Forma de los cordones
- Características eléctricas
- Velocidad del soldeo

2.3.7.3. DESPUÉS DE LA SOLDADURA

- Velocidad de enfriamiento
- Aspecto exterior
- Dimensiones
- Tratamiento térmico
- Deformaciones
- Ensayo no destructivos

2.4. WPS

Para el desarrollo del WPS se utiliza el formato QW-482, un formato sugerido por ASME secc IX, el cual incluye los datos requeridos por el proceso GMAW como guía de referencia, a continuación se muestran en la figura N°8. Los datos generales del WPS.

Figura 8 Formato QW-482 para el WPS: datos generales del WPS

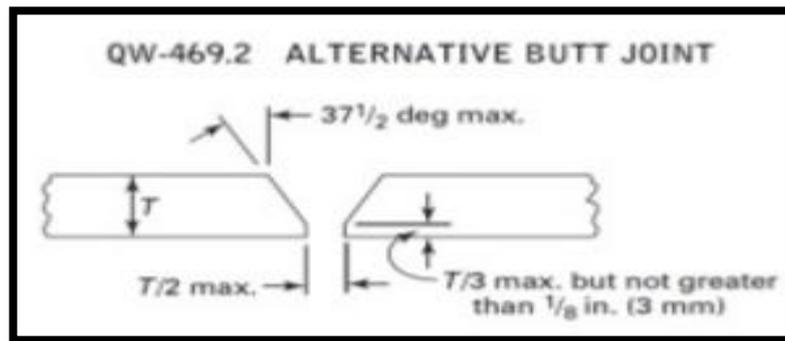
| QW-482 SUGGESTED FORMAT FOR WELDING PROCEDURE SPECIFICATIONS (WPS) (See QW-200.1, Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code) | | | |
|--|------------------------------|-----------------------|--|
| Company Name | Cominsa | By | Equipo 1 |
| Welding Procedure Specification No. | E-1 WPS-01 | Date | 20-04-2013 |
| Revision No. | 0 | Supporting PQH No.(s) | E-1 PQR-01 |
| | Date | | |
| | 20-04-2013 | | |
| Welding Process(es) | Gas Metal Arc Welding (GMAW) | Type(s) | Semi-Automático |
| | | | (Automatic, Manual, or Semi-Automatic) |

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

La siguiente sección de formato es el diseño de la unión el cual en el párrafo QW-310-3 soldadura de ranura sin respaldo establece que las

dimensiones de la soldadura de ranura de los cupones de pruebas usados en la elaboración de las pruebas de calificación para soldaduras de ranuras sin respaldo deben ser las mismas especificadas en el WPS o como se muestra en la figura N°9. Uniones a topes alternativas.

Figura 9 Uniones a topes alternativas



FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

Siguiendo lo indicado por lo especificado se muestra en la figura N°10.

Figura 10 Formato QW-482 para el WPS: diseño de la unión

| JOINTS (QW-402) | | Details | |
|--|---|---------|--|
| Joint Design | Junta a tope ranura en V sencilla | | |
| Root Spacing | 1/8 ± 1/16 | | |
| Backing: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| Backing Material (Type) | N/A <small>(Refer to both backing and retainers)</small> | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Nonfusing Metal | | | |
| <input type="checkbox"/> Nonmetallic <input type="checkbox"/> Other | | | |
| Sketches, Production Drawings, Weld Symbols, or Written Description should show the general arrangement of the parts to be welded. Where applicable, the details of weld groove may be specified. | | | |
| [At the option of the manufacturer, sketches may be attached to illustrate joint design, weld layers, and bead sequence (e.g., for notch toughness procedures, for multiple process procedures, etc.)] | | | |

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

En el diseño de la unión se selecciona una junta a tope con ranura en V sencilla. El espesor de la placa es de 3/8 y la abertura de raíz es de $1/8+1/16$ sin respaldo, cumpliendo con la distancia máxima de abertura de raíz que es $t/2$ (ver figura N°9) la cara de la raíz es de $3/32+1/32$, cumpliendo con la altura máxima que es $t/3$ pero no mayor que $1/8$ (ver figura N°9).y el ángulo de ranura es de $35^\circ+2^\circ$. los detalles se muestran en la figura N°10.

La siguiente sección del WPS hace referencia a los datos del metal base en QW-403(figura N°11) el cual especifica que el metal base se le asigna un numero-P, y se describe en la tabla (QW/QB-422) ver tabla 1.

Tabla 1 Número-P para materiales ferrosos y no ferrosos

| QW/QB-422 FERROUS/NONFERROUS P-NUMBERS Grouping of Base Metals for Qualification | | | | | | | | | |
|---|---------------|---------|--------------------------------------|---------|-----------|---------|-----------------|---------------------|------------------------|
| Spec. No. | Type or Grade | UNS No. | Minimum Specified Tensile, ksi (MPa) | Welding | | Brazing | | Nominal Composition | Product Form |
| | | | | P- No. | Group No. | P- No. | ISO 15608 Group | | |
| SA-36 | ... | K02600 | 58 (400) | 1 | 1 | 101 | 11.1 | C-Mn-Si | Plate, bar & shapes |
| SA-53 | Type F | ... | 48 (330) | 1 | 1 | 101 | 11.1 | C | Furnace welded pipe |
| SA-53 | Type S, Gr. A | K02504 | 48 (330) | 1 | 1 | 101 | 11.1 | C | Smis. pipe |
| SA-53 | Type E, Gr. A | K02504 | 48 (330) | 1 | 1 | 101 | 11.1 | C | Resistance welded pipe |

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

La placa que se utilizó en específico un A-36 para realizar la calificación del procedimiento y base a la tabla N°1 se realiza el llenado de la sección del reporte de metal base como se muestra en la figura N°11.

Figura 11 Formato QW-482 para el WPS: datos del metal base

| | | | |
|--|---|-------------------------------|----------------------|
| *BASE METALS (QW-403) | | | |
| P-No. <u>1</u> | Group No. <u>1</u> | to P-No. <u>1</u> | Group No. <u>1</u> |
| OR | | | |
| Specification and type/grade or UNS Number | <u>K02600</u> | | |
| to Specification and type/grade or UNS Number | <u>K02600</u> | | |
| OR | | | |
| Chem. Analysis and Mech. Prop. | <u>Composición Nominal C-Mn-Si</u> | Tensión mínima especificada: | <u>58 000 Psi</u> |
| to Chem. Analysis and Mech. Prop. | <u>Composición Nominal C-Mn-Si</u> | Tensión mínima especificada: | <u>58 000 Psi</u> |
| Thickness Range: <u>(1/16 – 3/4")</u> | | | |
| Base Metal: | <u>3/8"</u> | Groove: | <u>Sencilla en V</u> |
| | | Fillet: | <u>N/A</u> |
| Maximum Pass Thickness \leq <u>1/2 in. (13 mm)</u> | (Yes) <input checked="" type="checkbox"/> | (No) <input type="checkbox"/> | |
| Other: | <u>N/A</u> | | |

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

De acuerdo a la tabla N°1 para el acero A36 el numero-P es uno y pertenece al grupo número uno, especifico el tipo y grado o número UNS el cual para este es K02600.la composición química es C-Mn-Si y las propiedades mecánicas mínima especifica es de 58000 Psi.

Posteriormente para el llenado del rango de espesor calificado. En ASME en la sección QW-403.2 especifica que el máximo espesor calificado es el espesor del cupón de prueba, y en la sección QW-403.5 especifica que el espesor del metal base mínimo calificado es el espesor del cupón de prueba T o 5/8 pulg. (16mm) cualquiera que sea menor. Sin embargo en QW-403.8 menciona que para un cambio de espesor del metal base más allá de los rangos calificados hace referencia a la tabla de los límites de espesor calificados para el procedimiento en QW-451, ver tabla N°2.

La siguiente sección del WPS hace referencia a los datos del metal de aporte en QW 404 como se muestra en la figura N°13.El cual se tiene que asignar a un grupo de numero-F especificado en QW-430 y está descrito en la tabla (QW-432) ver tabla N°3

Figura 12 Formato QW-482 para el WPS: Datos del metal de aporte (parte A)

| FILLER METALS (QW-404) | 1 | 2 |
|---------------------------|-----------------|---|
| Spec. No. (SFA) | SFA 5.18 | |
| AWS No. (Class) | ER70S-6 | |
| F-No. | 6 | |
| A-No. | 1 | |
| Size of Filler Metals | 0.035" (0.9 mm) | |
| Filler Metal Product Form | Rollo | |
| Supplemental Filler Metal | N/A | |

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

Tabla 2 Límites de espesores calificados del procedimiento y especímenes de pruebas

| QW-450 SPECIMENS | | | | | | | |
|--|---|--------------------|--|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| QW-451 Procedure Qualification Thickness Limits and Test Specimens | | | | | | | |
| QW-451.1 GROOVE-WELD TENSION TESTS AND TRANSVERSE-BEND TESTS | | | | | | | |
| Thickness <i>T</i> of Test Coupon, Welded, in. (mm) | Range of Thickness <i>T</i> of Base Metal, Qualified, in. (mm) (Notes (1) and (2)) | | Maximum Thickness <i>t</i> of Deposited Weld Metal, Qualified, in. (mm) (Notes (1) and (2)) | Type and Number of Tests Required (Tension and Guided-Bend Tests) (Note (2)) | | | |
| | Min. | Max. | | Tension, QW-150 | Side Bend, QW-160 | Face Bend, QW-160 | Root Bend, QW-160 |
| Less than 1/8 (1.5) | <i>T</i> | 2 <i>T</i> | 2 <i>t</i> | 2 | ... | 2 | 2 |
| 1/8 to 1/4 (1.5 to 3.0), incl. | 1/8 (1.5) | 2 <i>T</i> | 2 <i>t</i> | 2 | Note (5) | 2 | 2 |
| Over 1/4 (3.0), but less than 1/2 (1.9) | 1/4 (3) | 2 <i>T</i> | 2 <i>t</i> | 2 | Note (5) | 2 | 2 |
| 1/2 (1.9) to less than 1 1/2 (3.8) | 1/2 (3) | 2 <i>T</i> | 2 <i>t</i> when <i>t</i> < 1/2 (1.9) 2 <i>T</i> when <i>t</i> ≥ 1/2 (1.9) | 2 (Note (4)) | 4 | ... | ... |
| 1 1/2 (3.8) to less than 2 1/2 (6.3) | 1 1/2 (3) | 2 <i>T</i> | 2 <i>t</i> when <i>t</i> < 1/2 (1.9) 2 <i>T</i> when <i>t</i> ≥ 1/2 (1.9) | 2 (Note (4)) | 4 | ... | ... |
| 2 1/2 (6.3) to 6 (150), incl. | 2 1/2 (3) | 8 (200) (Note (3)) | 2 <i>t</i> when <i>t</i> < 1/2 (1.9) 8 (200) (Note (3)) when <i>t</i> ≥ 1/2 (1.9) | 2 (Note (4)) | 4 | ... | ... |
| 6 (150) to 12 (300), incl. | 6 (15) | 3.33 <i>T</i> | 2 <i>t</i> when <i>t</i> < 1/2 (1.9) 3.33 <i>T</i> when <i>t</i> ≥ 1/2 (1.9) | 2 (Note (4)) | 4 | ... | ... |
| Over 12 (300) | 12 (30) | 3.33 <i>T</i> | 3.33 <i>T</i> when <i>t</i> ≥ 1/2 (1.9) | 2 (Note (4)) | 4 | ... | ... |

NOTES:

(1) The following variables further restrict the limits shown in this table when they are referenced in QW-250 for the process under consideration: QW-403.9, QW-403.10, QW-404.32, and QW-407.4. Also, QW-202.2, QW-202.3, and QW-202.4 provide exemptions that supersede the limits of this table.

(2) For combination of welding procedures, see QW-200.4.

(3) For the SMAW, SAW, GMAW, PAW, and GTAW welding processes only; otherwise per Note (1) or 2*T*, or 2*t*, whichever is applicable.

(4) See QW-151.1, QW-151.2, and QW-151.3 for details on multiple specimens when coupon thicknesses are over 1 in. (25 mm).

(5) Four side-bend tests may be substituted for the required face- and root-bend tests, when thickness *T* is 1/8 in. (1.0 mm) and over.

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

Tabla 3 Agrupación de electrodos y varillas de soldaduras para la calificación

| QW-432 F-NUMBERS Grouping of Electrodes and Welding Rods for Qualification | | | |
|--|--------------------|---------------------|---------|
| F-No. | ASME Specification | AWS Classification | UNS No. |
| Steel and Steel Alloys | | | |
| 6 | SFA-5.2 | All classifications | ... |
| 6 | SFA-5.9 | All classifications | ... |
| 6 | SFA-5.17 | All classifications | ... |
| 6 | SFA-5.18 | All classifications | ... |
| 6 | SFA-5.20 | All classifications | ... |

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

De acuerdo a la figura N°12. en la sección del WPS del metal de aporte y en la base a la tabla N°3, el número de la especificación SFA al que corresponde el metal de aporte es el SFA 5.18 y su número-F es 6. para la clasificación AWS aplica para todos los electrodos, en este caso el metal de aporte que se seleccionó en base a la (tabla N°1 del AWS 5.18) fue el electrodo ER70S-6 como se muestra en la tabla N°4. el número-A es 1 de acuerdo a la tabla (QW-442) como se muestra en la tabla N°5.

Tabla 4 Requerimientos de composición química para varillas y electrodos sólidos.

| AWS Classification ^b | | | Weight Percent ^a | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------|-------|-------|------|------|------|------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| A5.18 | A5.18M | UNS ^c Number | C | Mn | Si | P | S | Ni | Cr | Mo | V | Cu ^d | Ti | Zr | Al |
| ER70S-2 | ER48S-2 | K10726 | 0.07 | 0.90 to 1.40 | 0.40 to 0.70 | 0.025 | 0.035 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.50 | 0.05 to 0.15 | 0.02 to 0.12 | 0.05 to 0.15 |
| ER70S-3 | ER48S-3 | K11022 | 0.06 to 0.15 | 0.90 to 1.40 | 0.45 to 0.75 | 0.025 | 0.035 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.50 | — | — | — |
| ER70S-4 | ER48S-4 | K11132 | 0.06 to 0.15 | 1.00 to 1.50 | 0.65 to 0.85 | 0.025 | 0.035 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.50 | — | — | — |
| ER70S-6 | ER48S-6 | K11140 | 0.06 to 0.15 | 1.40 to 1.85 | 0.80 to 1.15 | 0.025 | 0.035 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.50 | — | — | — |
| ER70S-7 | ER48S-7 | K11125 | 0.07 to 0.15 | 1.50 to 2.00 ^e | 0.50 to 0.80 | 0.025 | 0.035 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.50 | — | — | — |
| ER70S-G | ER48S-G | — | Not Specified ^f | | | | | | | | | | | | |

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

Tabla 5 Número-A. Clasificación del análisis de metales soldados ferrosos para calificación de procedimiento.

| A-No. | Types of Weld Deposit | Analysis, % (Note (1)) | | | | | |
|-------|---------------------------------|------------------------|------------|-----------|-----|------|------|
| | | C | Cr | Mo | Ni | Mn | Si |
| 1 | Mild Steel | 0.20 | ... | ... | ... | 1.60 | 1.00 |
| 2 | Carbon-Molybdenum | 0.15 | 0.50 | 0.40-0.65 | ... | 1.60 | 1.00 |
| 3 | Chrome (0.4% to 2%)-Molybdenum | 0.15 | 0.40-2.00 | 0.40-0.65 | ... | 1.60 | 1.00 |
| 4 | Chrome (2% to 4%)-Molybdenum | 0.15 | 2.00-4.00 | 0.40-1.50 | ... | 1.60 | 2.00 |
| 5 | Chrome (4% to 10.5%)-Molybdenum | 0.15 | 4.00-10.50 | 0.40-1.50 | ... | 1.20 | 2.00 |

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

Para la segunda parte del llenado del metal de aporte de la sección del WPS como se muestra en la figura N°13 el espesor de la ranura como

mínimo es de 3/8 y las características del fundente no aplican para este caso.

Figura 13 Formato QW-482 para el WPS: Datos del metal de aporte (parte B)

| *FILLER METALS (QW-404) | | 1 | 2 |
|---------------------------|-----------------|---|---|
| Spec. No. (SFA) | SFA 5.18 | | |
| AWS No. (Class) | ER70S-6 | | |
| F-No. | 6 | | |
| A-No. | 1 | | |
| Size of Filler Metals | 0.035" (0.9 mm) | | |
| Filler Metal Product Form | Rollo | | |
| Supplemental Filler Metal | N/A | | |
| Weld Metal | | | |
| Thickness Range: | | | |
| Groove | 3/8" | | |
| Fillet | N/A | | |
| Electrode-Flux (Class) | N/A | | |
| Flux Type | N/A | | |
| Flux Trade Name | N/A | | |
| Consumable Insert | N/A | | |
| Other | N/A | | |

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

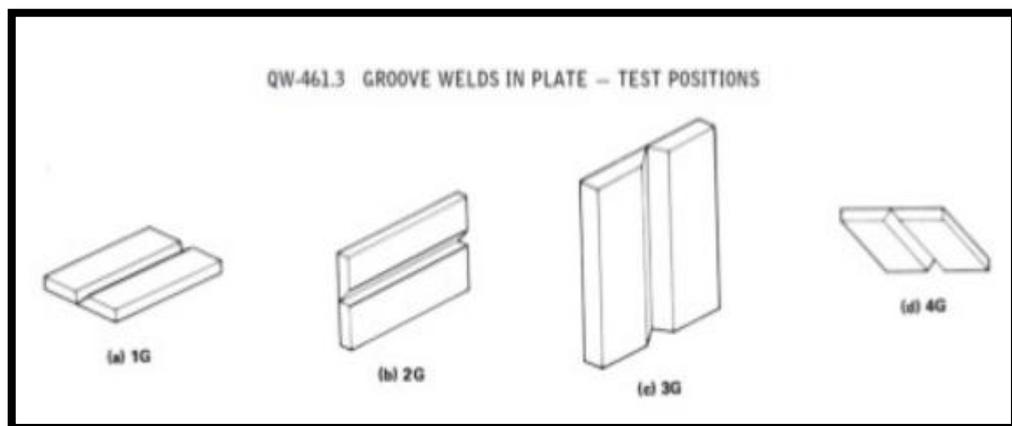
La siguiente sección del WPS es el llenado de la posición como se muestra en la figura N°14, de acuerdo a QW 461.3 la posición es 1G en plano ver figura N°15, los datos de precalentamiento como mínimo debe de estar a temperatura ambiente entre 20 y 25°C (293-298 Kelvin, 68-77 grados Fahrenheit) y el tratamiento térmico después de llevar a cabo la soldadura no aplica para este caso.

Figura 14 Formato QW-482 para el WPS: Datos de las posición, precalentamiento, tratamiento térmico después de realizar la soldadura y gas de protección.

| QW-482 (Back) | | WPS No. <u>E-1 WPS-01</u> Rev. <u>0</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--|----------------------------|--|---------------------|--|--|---------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|-------------|----------------------------|----------|------------|------------|------------|---------|------------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|
| POSITIONS (QW-405) Position(s) of Groove <u>1G Plata</u> Welding Progression: Up <u>N/A</u> Down <u>N/A</u> Position(s) of Fillet <u>N/A</u> Other <u>N/A</u> | | POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407) Temperature Range <u>N/A</u> Time Range <u>N/A</u> Other <u>N/A</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PREHEAT (QW-406) Preheat Temperature, Minimum <u>20 a 25°C</u> Interpass Temperature, Maximum <u>N/A</u> Preheat Maintenance <u>N/A</u> Other <u>N/A</u> (Continuous or special heating, where applicable, should be recorded) | | GAS (QW-408) <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">Percent Composition</th> </tr> <tr> <th>Gas(es)</th> <th>(Mixture)</th> <th>Flow Rate</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Shielding</td> <td><u>CO₂</u></td> <td><u>100%</u></td> <td><u>25 ft³/h</u></td> </tr> <tr> <td>Trailing</td> <td><u>N/A</u></td> <td><u>N/A</u></td> <td><u>N/A</u></td> </tr> <tr> <td>Backing</td> <td><u>N/A</u></td> <td><u>N/A</u></td> <td><u>N/A</u></td> </tr> <tr> <td>Other</td> <td><u>N/A</u></td> <td><u>N/A</u></td> <td><u>N/A</u></td> </tr> </tbody> </table> | | | Percent Composition | | | Gas(es) | (Mixture) | Flow Rate | Shielding | <u>CO₂</u> | <u>100%</u> | <u>25 ft³/h</u> | Trailing | <u>N/A</u> | <u>N/A</u> | <u>N/A</u> | Backing | <u>N/A</u> | <u>N/A</u> | <u>N/A</u> | Other | <u>N/A</u> | <u>N/A</u> | <u>N/A</u> |
| | Percent Composition | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Gas(es) | (Mixture) | Flow Rate | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Shielding | <u>CO₂</u> | <u>100%</u> | <u>25 ft³/h</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trailing | <u>N/A</u> | <u>N/A</u> | <u>N/A</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Backing | <u>N/A</u> | <u>N/A</u> | <u>N/A</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Other | <u>N/A</u> | <u>N/A</u> | <u>N/A</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

Figura 15 Posición de prueba para soldaduras de ranuras en placa a 1G



FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

Para la elección del gas de protección se usaron los datos recomendados para la tabla 4.8 y 4.10 del Handbook Volumen 2- soldadura de arco metálico protegido con gas GMAW. Como se muestra en la tabla 6 y 7 respectivamente.

Tabla 6 Gas de protección para GMAW para transferencia de corto circuito.

| Metal | Shielding Gas | Characteristics |
|--|--|--|
| Carbon steel | 75% argon + 25% carbon dioxide | High welding speeds with minimum melt-through; minimum spatter; clean weld appearance; good pool control in vertical and overhead positions. |
| | 100% carbon dioxide | Deeper penetration; faster welding speeds; high spatter levels. |
| Stainless steel | 90% helium + 7.5% argon + 2.5% carbon dioxide | No effect on corrosion resistance; small heat-affected zone; minimizes undercut. |
| Low-alloy steel | 60% to 70% helium + 25% to 35% argon + 4.5% carbon dioxide | Minimum reactivity; excellent toughness; excellent arc stability, wetting characteristics, and bead contour; little spatter. |
| | 75% argon + 25% carbon dioxide | Fair toughness; excellent arc stability, wetting characteristics, and bead contour; little spatter. |
| Aluminum, copper magnesium, nickel, and their alloys | Argon and argon + helium | Argon satisfactory on sheet metal; argon-helium preferred for thicker base material. |

Source: American Welding Society (AWS) Committee on Arc Welding and Cutting, 1994, *Recommended Practices for Gas Metal Arc Welding*, ANSI/AWS C5.6-94R, Miami: American Welding Society, Table 4.

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

Gas de selección fue dióxido de carbono a un porcentaje de composición del 100% como se muestra en la tabla N°6 y la velocidad de flujo recomendada en base a la tabla N°7 fue de $25t^3/h$. nota: en el gas de protección en la tabla N°7 hace referencia al dióxido de carbono grado soldadura que puede también ser usado.

Tabla 7 Condiciones típicas para la soldadura de arco metálico protegido con gas en aceros al carbono y baja aleación

**Table 4.10
Typical Conditions for the Gas Metal Arc Welding of Carbon and Low-Alloy Steels in the Flat Position (Short-Circuiting Transfer)**

| Material Thickness | | Type of Weld | Electrode Diameter | | Amperage A | Voltage* V | Electrode Feed Speed | | Shielding Gas ² | Gas Flow | |
|--------------------|-------|-------------------|--------------------|-------|---------------|---------------|----------------------|----------|-------------------------------|----------|--------------------|
| mm | in. | | mm | in. | | | mm/s | in./min. | | L/min. | ft ³ /h |
| 1.6 | 0.062 | Butt ¹ | 0.9 | 0.035 | 95 | 18 | 64 | 150 | Argon 75%, carbon dioxide 25% | 12 | 25 |
| 3.2 | 0.125 | Butt ¹ | 0.9 | 0.035 | 140 | 20 | 106 | 250 | Argon 75%, carbon dioxide 25% | 12 | 25 |
| 4.7 | 0.187 | Butt ¹ | 0.9 | 0.035 | 150 | 20 | 112 | 265 | Argon 75%, carbon dioxide 25% | 12 | 25 |
| 6.4 | 0.250 | Butt ¹ | 0.9 | 0.035 | 150 | 21 | 112 | 265 | Argon 75%, carbon dioxide 25% | 12 | 25 |
| 6.4 | 0.250 | Butt ³ | 1.1 | 0.045 | 200 | 22 | 106 | 250 | Argon 75%, carbon dioxide 25% | 12 | 25 |

* Direct current electrode positive.
¹ Welding-grade carbon dioxide may also be used.
² Root opening of 0.8 mm (0.03 in.).
³ Root opening of 1.6 mm (0.062 in.).

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

A continuación la selección del WPS son las características eléctricas como se muestra en la figura N°16.

Figura 16 Formato QW-482 para el WPS: características eléctricas

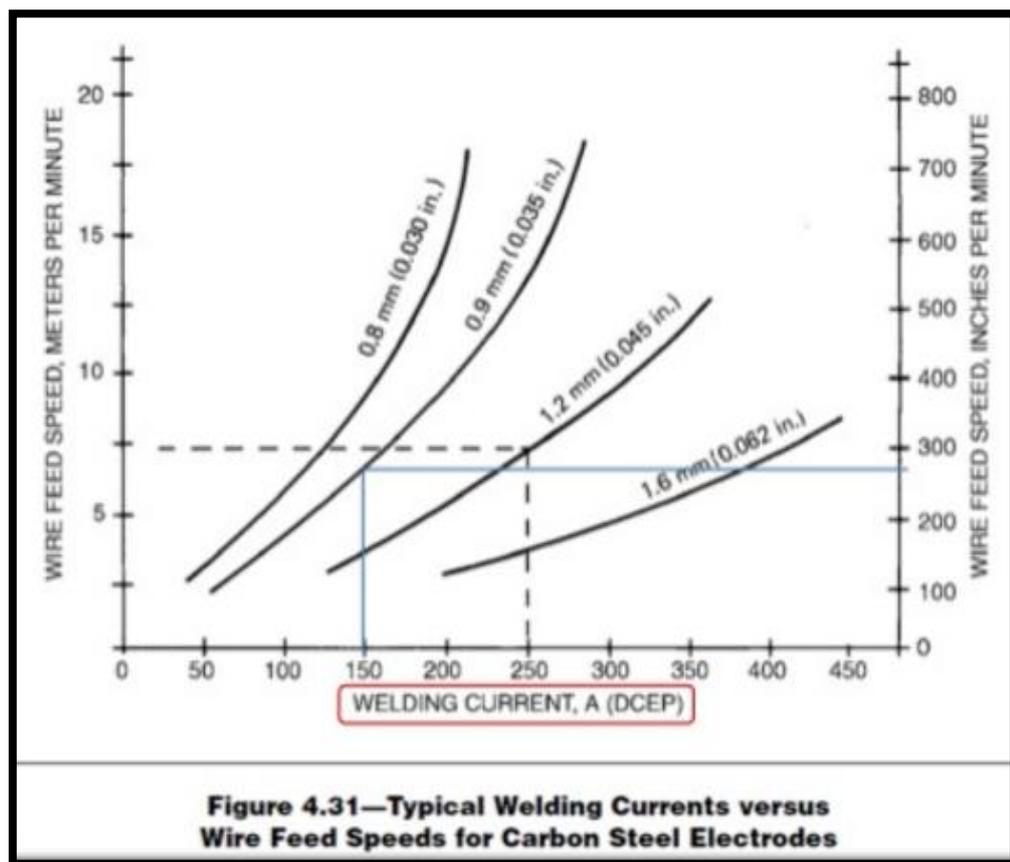
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)

| Weld Process(es) | Process | Filler Metal | | Current Type and Polarity | Amps (Range) | Wire Feed Speed (Range) | Energy or Power (Range) | Volts (Range) | Travel Speed (Range) | Other (e.g., Remarks, Com- ments, Hot Wire Addition, Technique, Torch Angle, etc.) |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------------|--|
| | | Classifi- cation | Diameter | | | | | | | |
| (1-N) | GMAW | ER70S-6 | 0.035" 0.9 mm | CDEP | 150 A (125-250A) | 280 in/min | Voltaje constante | 20 V (17-23 V) | 4 in/min 3-6 in/min | N/A |

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

De acuerdo a la figura N°16, los pasos de soldadura van de 1 a N, el proceso a utilizar es el GMAW, la clasificación del metal de aporte es el ER70S-6 y el diámetro es de 0.035" (0.9mm) (ver tabla N°4). la polaridad y el tipo de corriente es corriente directa electrodo positivo y la velocidad de alimentación del alambre es de 280pulg/min (ver figura N°17). La energía o fuente es el voltaje constante, el rango de voltaje es de 17 a 23A y el óptimo es 20A (ver tabla N°8). rango de velocidad de avance es de 3 a 6 pulg/min y el óptimo es 4pulg/min.

Figura 17 corrientes de soldaduras típicas contra velocidad de alimentación del alambre para electrodo de aceros al carbono.



FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

Tabla 8 Voltajes de arco típicos para soldadura de arco metálico protegido con gas de varios metales

| Metal | Globular and Spray [†] Globular Transfer | | | | | Short-Circuiting Transfer | | | |
|----------------------------|---|--------|----------------------|-----------------------------|----------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------|
| | 1.6 mm (1/16 in.) Diameter Electrode | | | | | 0.9 mm (.035 in.) Diameter Electrode | | | |
| | Argon | Helium | 25% Argon-75% Helium | Argon-Oxygen (1%-5% Oxygen) | Carbon Dioxide | Argon | Argon-Oxygen (1%-5% Oxygen) | 75% Argon-25% Carbon Dioxide | Carbon Dioxide |
| Aluminum | 25 | 30 | 29 | — | — | 19 | — | — | — |
| Magnesium | 26 | — | 28 | — | — | 16 | — | — | — |
| Carbon steel | — | — | — | 28 | 30 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Low-alloy steel | — | — | — | 28 | 30 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Stainless steel | 24 | — | — | 26 | — | 18 | 19 | 21 | — |
| Nickel | 26 | 30 | 28 | — | — | 22 | — | — | — |
| Nickel-copper alloy | 26 | 30 | 28 | — | — | 22 | — | — | — |
| Nickel-chromium-iron alloy | 26 | 30 | 28 | — | — | 22 | — | — | — |
| Copper | 30 | 36 | 33 | — | — | 24 | 22 | — | — |
| Copper-nickel alloy | 28 | 32 | 30 | — | — | 23 | — | — | — |
| Silicon bronze | 28 | 32 | 30 | 28 | — | 23 | — | — | — |
| Aluminum bronze | 28 | 32 | 30 | — | 23 | — | — | — | — |
| Phosphor bronze | 28 | 32 | 30 | 23 | — | 23 | — | — | — |

* Plus or minus approximately 10%. The lower voltages are normally used on thin-gauge material and at low amperage; the higher voltages are used on thick sections of material at high amperage.
[†] For pulsed-current spray welding, the arc voltage would be from 18 V to 28 V depending on the amperage range used.

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

La siguiente sección del WPS son las características del proceso, las cuales se muestran en la figura N°18, el modo de transferencia a utilizar es corto circuito y la entrada de calor es de 45000j/pulg. Posteriormente se describe la técnica a utilizar como se muestra en la figura N°19.

Figura 18 Formato QW-482 para el WPS: características de proceso

Amps and volts, or power or energy range, should be recorded for each electrode size, position, and thickness, etc.

Pulsing Current N/A Heat Input (max.) 45,000 J/in

Tungsten Electrode Size and Type N/A (Pure Tungsten, 2% Thoriated, etc.)

Mode of Metal Transfer for GMAW (FCAW) Corto circuito (Spray Arc, Short Circuiting Arc, etc.)

Other N/A

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

Figura 19 Formato QW-482 para el WPS: Datos de la técnica a utilizar

| | |
|---|---|
| TECHNIQUE (QW-410) | |
| String or Weave Bead | Gota de testura: Corto Circuito Acabado regular o Terso |
| Orifice, Nozzle, or Gas Cup Size | 3/8 a 5/8 |
| Initial and Interpass Cleaning (Brushing, Grinding, etc.) | Si Limpieza de cepillado (Esmeril, Carda, Cepillo de Alambre cincel etc.) |
| Method of Back Gouging | Método de ranurado en la parte de atrás de la placa: "Saneado". (Esmeril y Relleno) |
| Oscillation | Permitido |
| Contact Tube to Work Distance | 3/4 de pulgada (+1/8 -1/8) |
| Multiple or Single Pass (Per Side) | Múltiple Pasos |
| Multiple or Single Electrodes | 1 tipo de Electrodo (ER70S-6) |
| Electrode Spacing | Extensión del electrodo recomendado para corto circuito: 1/4 a 1/2 de pulgada |
| Peening | N/A |
| Other | Definir con el soldadura alguna técnica deseada |

FUENTE: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>

2.5. PQR

Es un registro de datos de soldadura usados para soldar una muestra de ensayo. El PQR es un registro de variables registradas durante la soldadura de las muestras del ensayo. Contiene también los resultados de las pruebas de los especímenes probados.

2.6. APLICACIÓN DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS

Las propiedades mecánicas tanto de metales base como de uniones soldadas deben ser verificadas con el objeto de asegurar la calidad del conjunto respecto a su diseño. Para este proyecto se consideró los siguientes ensayos:

2.6.1. ENSAYO DE TRACCIÓN

Este ensayo consiste en estirar una probeta hasta su rompimiento, en una maquina especial y los resultados obtenidos nos proporcionan una cantidad de información importante.

2.6.2. ENSAYO DE DOBLEZ

Existen diferentes tipos de ensayos de doblez, dependiendo de su orientación, de la soldadura respecto al doblez. Existen tres tipos de probetas para doblez transversal, para este proyecto se aplicara el doblez lateral.

2.7. CALIFICACIÓN DE SOLDADORES

La calificación del soldador, se realiza en base a las normas de calificación; para la parte de estructurado (soportes, vigas, arriostres) se utiliza la norma AWS D1.1 SECCION IV, para la parte del tanque espesador se utilizara la norma ASME SECCION IX. La calificación es un proceso especialmente diseñado para determinar la habilidad y capacidad de un soldador para generar uniones soldadas de buena calidad según las instrucciones de una especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS – anexo J) la cual debe estar avalada por el Registro de Calificación de Procedimiento de Soldadura (PQR – anexo K).

La calificación del personal de soldadura se basa en la calificación de la soldadura. Que es un proceso que va tomando importancia y demanda en nuestro medio, pues se requiere que las soldaduras ejecutadas en

una amplia variedad de aplicaciones cumplan con los requisitos del código de calificación aplicado, para de esta forma alcanzar los estándares de calidad convenientes.

2.8.WPQ

Los ensayos de calificación de habilidad están destinados a determinar la capacidad de los soldadores y de operarios de soldadura para hacer soldaduras sanas. La prueba de calificación de habilidad se efectuara de acuerdo con las especificaciones de procedimiento de soldadura (WPS) calificadas.

2.9.ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END)

El propósito de estos ensayos es detectar discontinuidades superficiales e internas en materiales, soldaduras, componentes y partes fabricadas. Los ensayos son realizados bajo procedimientos escritos, que atienden a los requisitos de las principales normas o códigos de fabricación, tales como el ASME SECCION IX, ASTM, API y el AWS D1.1.

Los END, más comunes utilizados, se clasifican de acuerdo al alcance que poseen en cuanto a la detección de fallas, por lo que se dividirán los mismos de acuerdo a los siguientes parámetros: [10]

Ensayos no destructivos superficiales:

- Inspección visual (VT)
- Ensayos de líquidos penetrantes (PT)
- Ensayos de partículas magnéticas (MT)

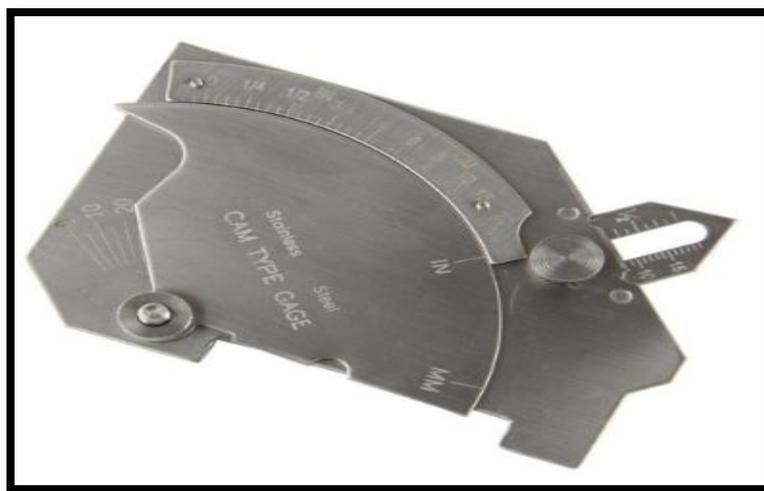
Ensayos no destructivos volumétricos:

- Ensayos radiográficos (RT)
- Ensayos ultrasónicos (UT)

2.9.1. INSPECCIÓN VISUAL

La inspección visual es la técnica más usada, en ella se emplea como instrumento principal, el ojo humano, el cual es complementado frecuentemente con instrumentos de magnificación, iluminación y medición aunque no es regla general, algunas normas como las ASME y las AWS, exigen una calificación y certificación del personal que realiza la prueba de inspección visual, en muchas ocasiones la persona que realiza la inspección visual recibe ayuda de algún dispositivo óptico (anteojos, lupas, galgas, etc.), ya sea para mejorar la percepción de las imágenes o bien para proporcionar contacto visual en áreas de difícil acceso.[10]

Figura 20 Instrumento galga



FUENTE: Elaboración propia

2.9.2. INSPECCIÓN POR TINTES PENETRANTES

La inspección por líquidos penetrantes (ver figuraNº21) es un método específico en la detección de discontinuidades que se encuentran abiertas a la superficie en materiales no porosos.

En principio el líquido penetrante es aplicado en la superficie de prueba a inspeccionar, este penetra en las discontinuidades, luego el exceso de penetrante es eliminado. La superficie es secada y el revelador es aplicado. El revelador funciona como absorbente del penetrante que ha quedado atrapado en las discontinuidades y como superficie de contraste. El tinte en el penetrante puede ser visible o fluorescente (visible bajo el uso De luz negra). [10]

Figura 21 Kits de líquidos penetrantes.



FUENTE: Elaboración propia

2.9.3. INSPECCION POR PARTICULAS MAGNETICAS

Es aplicable únicamente para inspección de materiales con propiedades ferromagnéticas, ya que se utiliza fundamentalmente el flujo magnético dentro de la pieza, para la detección de discontinuidades. La aplicación del ensayo de Partículas Magnéticas consiste básicamente en magnetizar la pieza a inspeccionar, aplicar las partículas magnéticas (polvo fino de limaduras de hierro) y evaluar las indicaciones producidas por la agrupación de las partículas en ciertos puntos. Este proceso varía según los materiales que se usen, los defectos a buscar y las condiciones físicas del objeto de inspección. [10]

Figura 22 Equipo de partículas magnéticas

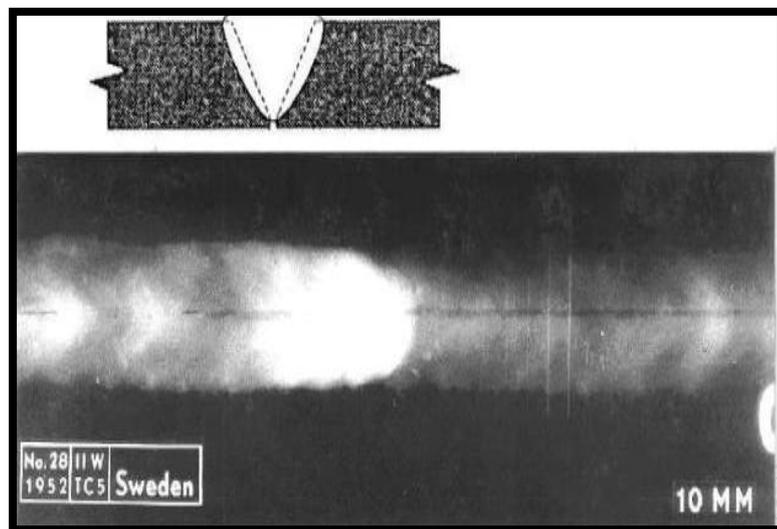


FUENTE: Elaboración propia.

2.9.4. INSPECCIÓN POR PLACAS RADIOGRÁFICAS

La radiografía es un método de inspección no destructiva que se basa en la propiedad de los rayos X o gamma de atravesar materiales opacos a la luz, produciendo una impresión fotográfica (ver figura N°23), de la energía radiante transmitida. Las radiaciones X o gamma inciden sobre la pieza a inspeccionar, que absorberá una cantidad de energía radiante conocida pero diferente dependiendo de la densidad, la estructura y la composición del material. Estas variaciones de absorción son detectadas y registradas en una película radiográfica obteniéndose una imagen de la estructura interna de una pieza. [10]

Figura 23 Ensayo de placa radiográfica



FUENTE: Elaboración propia

2.9.5. INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO

La inspección por ultrasonido es un método no destructivo en el cual un haz o un conjunto de ondas de alta frecuencia son introducidos en los materiales para la detección de fallas en la superficie y sub-superficie.

Las ondas de sonido viajan a través del material disminuyéndose paulatinamente y son reflejadas a la interface. El haz reflejado es mostrado y analizado para definir la presencia y localización de fallas y discontinuidades. El grado de reflexión depende grandemente en el estado físico de los materiales que forman la interface. Por ejemplo: las ondas de sonido son reflejadas casi totalmente en las interfaces gas/metal. Por otro lado existe una reflectividad parcial en las interfaces metal/sólido. [10]

Figura 24 Equipo de ultrasonido



FUENTE: Elaboración propia

2.10. PROTECCIÓN SUPERFICIAL

Los materiales de acero al carbono tendrán una protección superficial contra la corrosión. El empleo de pintura inhibe el proceso de corrosión, se puede aplicar sobre superficies de muy diversas y complicadas formas, aislando el metal de los agentes climáticos u otros factores que producen degradación del material desnudo. Por lo general las pinturas actúan formando una barrera protectora contra la acción del oxígeno y otros elementos agresivos que provocan reacciones sobre el hierro formando óxido. se deben considerar para el tratamiento superficial la siguiente actividad, antes de aplicarse la pintura. [10]

2.10.1. GRANALLADO

En el granallado, la superficie de la pieza se golpea con una forma repetitiva con una gran cantidad de granalla (pequeñas bolas) de acero colado, vidrio o cerámica, que producen penetraciones traslapadas en la superficie. Esta acción causa deformación plástica de la superficie. Como la deformación plástica no es uniforme en el espesor de la parte, el granallado produce esfuerzos residuales de compresión en la superficie y mejora así la vida de fatiga del componente.

Cualquiera sea la protección superficial contra la corrosión, no cumplirá su cometido si la preparación superficial no se hace correctamente y de acuerdo al sistema empleado. Los trabajos de preparación de superficies están normalizados por varias asociaciones

internacionales, las normas definen la terminación deseada o sea el grado de granallado a alcanzar. Ver Tabla N°9.

Tabla 9 Normas técnicas de tratamiento superficial

| NORMA SIS-SUECA | NORMA AMERICANA | NORMA SSPC | NORMA FRANCESA | NORMA NACE |
|------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| SA 3 | METAL BLANCO | SP 5 | DS 3 | NACE 1 |
| SA 2 1/2 | SEMI BLANCO | SP 10 | DS 2.5 | NACE 2 |
| SA 2 | COMERCIAL | SP 6 | DS 2 | NACE 3 |
| SA 1 | CEPILLADO GRANALLADO O LIGERO | SP 7 | DS 1 | NACE 4 |

FUENTE: Bibliografía [9]

Las normas de mayor utilización en toda América Latina son las siguientes:

Normas SSPC

Steel Structures Painting Council
Pittsburgh USA

2.10.2. GRADOS DE HERRUMBRE SEGUN NORMA AMERICANA

NORMA AMERICANA SSPC

La SSPC define cuatro grados de Herrumbre (A, B, C, D), definen distintos grados de preparación:

- **Grado SSPC SP7**

Granallado / Arenado Rápido

- **Grado SSPC SP6**

Granallado / Arenado Comercial

- **Grado SSPC SP10**

Granallado / Arenado cercano a metal blanco

- **Grado SSPC SP5**

Granallado / Arenado a metal blanco Como ejemplo, si se parte de un grado de herrumbre "B" y se logra un grado de preparación SP 10 el trabajo se define como B SP 10.[9]

- **Grado SSPC SP7**

Arenado – Granallado Rápido: la superficie Debe verse libre de aceite, grasa, polvo, capa suelta de laminación, óxido suelto y capas de pintura desprendidas. Conserva la capa de laminación donde está firmemente adherida. Estas partes no deben desprenderse mediante un objeto punzante. Es utilizado sólo en los casos de condiciones muy poco severas y presentará áreas de probables fallas. [9]

- **Grado SSPC SP6**

Arenado – Granallado Comercial: la superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido y los restos de capa de laminación no deben superar al 33% de la superficie en cada pulgada cuadrada de la misma. Los restos deben verse sólo como de distinta coloración. Generalmente se lo especifica en aquellas zonas muy poco solicitadas sin ambientes corrosivos. [9]

- **Grado SSPC SP10**

Arenado – Granallado cercano a metal blanco: la superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido, capa de laminación, restos de pintura y otros materiales extraños. Se admite hasta un 5% de restos que pueden aparecer sólo como distinta coloración en cada pulgada cuadrada de la superficie. Es la especificación más comúnmente utilizada. Reúne las características de buena preparación y rapidez en el trabajo. Se lo utiliza para condiciones regulares a severas. [9]

- **Grado SSPC SP5**

Arenado a metal blanco: la superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido, capa de laminación restos de pintura sin excepciones. Es utilizada donde las condiciones son extremadamente severas, con contaminantes ácidos, sales en solución, etc. [9]

2.11. MARCO CONCEPTUAL

- **PACKING LIST.**- relación de contenido completa la información descrita en la factura comercial, en cuanto a la mercancía, y debe ser siempre emitido por el exportador. Es un documento que tiene una gran importancia en aquellas situaciones donde se produzca un despacho.
- **COLADA.**-es un número de registro que nos indica el proceso que se le realiza al material desde su fundición en los hornos, trasladándose a una cuchara y de este a unos moldes llamados lingoteras.
- **ASTM.**-es la asociación americana de ensayo de materiales. Esta asociación radicada en estados unidos se encarga de probar la resistencia de los materiales para la construcción de bienes.
- **AISC.**-American Institute of Steel Constructors un manual de construcción de acero, actualmente se encuentra en su 14 edición. los ingenieros estructurales utilizan este manual en el análisis y el diseño de diversas estructuras de acero.
- **AWS.**- American Welding Society).- Organización no lucrativa que regula los estándares industriales para soldadura y promueve la industria de la soldadura en los Estados Unidos de Norteamérica.

- **SSPC.-** Consejo de pintura de estructura metálicas (Steel Structures Painting Council).
- **ASME.-** (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) es una sociedad mundial de ingeniera enfocadas en aspectos técnicos, educativos y de investigación, ASME desarrolla los códigos y fija muchos estándares industriales y de manufactura.
- **ASME sección IX.-** Se refiere específicamente a soldadura, calificación de soldadores, calificación de procedimientos de soldadura para recipientes a presión.
- **NACE.-** Asociación Nacional de Ingenieros en Corrosión (National Association of Corrosión Engineers).
- **ROLADO.-** el proceso de rolado se refiere a pasar el hierro por rodillos para que adquiera una forma determinada, cuando se aplica la presión generada por los rodillos el hierro se adquiere a dicha forma.
- **PLEGADO.-** es un proceso de conformado sin separación de material y con deformación plástica utilizado para dar forma a chapas. Se utiliza, normalmente, una prensa que cuenta con una matriz, si es con estampa ésta tendrá una forma determinada, y

un punzón que también puede tener forma que realizará la presión sobre la chapa.

- **ENSAYO DE TRACCION.-** consiste en someter a una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la misma. Este ensayo mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente.
- **GRANALLADO.-** El granallado es un método que se utiliza para limpiar, fortalecer o pulir el metal. El granallado se utiliza en casi todas las industrias que utilizan metales.
- **HERRUMBRE.-** es un color naranja rojizo, semi oscuro y de saturación moderada, que se basa en el aspecto de la alteración del hierro que se conoce por el mismo nombre (oxidación corrosiva que lleva a la formación de hidróxido férrico por efecto del aire húmedo).
- **LAMINACION.-** El proceso de laminado consiste en calentar previamente los lingotes de acero fundido a una temperatura que permita la deformación del lingote por un proceso de estiramiento y desbaste que se produce en una cadena de cilindros a presión llamado tren de laminación.

- **CORROSION.-** La corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.
- **PRE MONTAJE.-** establecer los materiales y equipos adecuados para las actividades de montaje de estructuras metálicas, con conexiones soldadas y atornilladas como lo señalan las especificaciones del proyecto. Elevación de un elemento estructural al punto de conexión.
- **ITP.-** es el documento que contempla todos los puntos de inspección y ensayos que se realizara durante el proceso de fabricación, estos criterios son el plan de supervisión que se debe considerar para llevar un eficiente control durante toda la ejecución del proyecto.
- **GESTIÓN.-** Se denomina gestión al correcto manejo de los recursos de los que dispone una determinada organización.
- **FABRICACIÓN.-** es aquella construcción en que la mayor parte de los elementos simples o compuestos que constituyen la parte estructural son de acero. En el caso en que los elementos de acero se constituyan en elementos que soportan principalmente las solicitaciones de tracción de una estructura.

- **EXATUB 72K.**- El producto EXATUB 72K es un alambre tubular para toda posición, presenta la transferencia igual al E71T-1, pero tiene mejores propiedades de impacto cumpliendo aun así con el requerimiento de N° A: 1 por su contenido de manganeso. El contenido de hidrógeno difusible es tan bajo como los tipos de electrodos de bajo hidrógeno (5ml/100gr), tiene una excelente resistencia a la fisuración y sopladuras, la generación de humos es más bajo que los alambres tubulares convencionales.
- **SMAW.**-la siga SMAW en ingles significa Shielding Metal Arc Welding (Soldadura Arco Manual).
- **FCAW.**-la soldadura por arco con núcleo de fundente(Flux Cored Arc Welding)
- **GMAW.**-soldadura por arco con protección gaseosa y electrodo consumible de aporte continuo y automático. Por su nombre en inglés: Gas Metal Arc Welding
- **TRAZABILIDAD.**-identificar cualquier plancha o material del proyecto con un código respectivo a todos los cortes que se realizan y poder saber dónde se ha utilizado, en que parte del armado se encuentra.

- **DURAPLATE HUS.-** es un epoxy amina ciclo alifático ultra alto en sólidos, diseñado especialmente para protección contra exposiciones agresivas.
- **MACROPOXY 646.-** MACROPOXY 646 es un producto epoxy modificado de altos sólidos, alto espesor y rápido curado, diseñado para la protección de acero y concreto en exposición a ambientes industriales. Ideal para aplicaciones de pintado de mantenimiento y maestranzas.
- **MILs.-** se suele usar para medir espesores y longitudes muy cortas en áreas técnicas (como aplicación de pinturas o maquinado de piezas).
- **WPS.-** especificación de procedimiento de soldadura, en inglés es welding procedure specification.
- **PQR.-** registro de calificación de procedimiento en inglés es procedure qualification record.
- **WPQ.-** calificación de habilidad de soldadores en inglés es welding performance qualification.

- **ISO.-** es una organización para la creación de estándares internacionales compuesto por diversas organizaciones nacionales de estandarización.
- **TRASLAPE EN FRIO.-** Es otra discontinuidad superficial que puede ocurrir por emplear técnicas inadecuadas de soldadura. El traslape es descrita como la profusión del metal de soldadura por delante de la altura o profundidad de la raíz de la soldadura.
- **PSICRÓMETRO.-** es un aparato utilizado en meteorología para medir la humedad relativa o contenido de vapor de agua en el aire.

CAPITULO III

III. METODOLOGÍA

El siguiente capítulo está orientado al desarrollo de la fabricación del espesador utilizando las herramientas de gestión para la ejecución del proyecto. Este trabajo de investigación está orientado dentro de la investigación descriptiva y explicativa.

3.1. DETALLES PRELIMINARES

3.1.1. ALCANCES DEL PROYECTO

Este proyecto abarca todo con respecto al control de calidad en la fabricación de espesador de relaves, que implica desde el suministro, fabricación y despacho, para poder garantizar una buena fabricación y cumplimiento con los estándares de calidad de la norma ISO 9001:2008

(Ver figura N°25) y lograr que se prolongue el tiempo de vida útil del espesador, tiene un costo de 1, 312,766.90 US\$.ver tabla N°10.

Tabla 10 Costos del proyecto del espesador

| ITEM | FABRICACIÓN ESPESADOR Ø54M | COSTO TOTAL |
|------|----------------------------|-----------------------|
| 01 | SOPORTES DEL ESPESADOR | \$1,312,766.90 |
| 02 | MANTOS DE ESPESADOR | |
| 03 | FONDOS CONICOS | |
| 04 | CONO DE DESCARGA | |
| 05 | COLUMNA CENTRAL | |
| 06 | OVERFLOW | |

FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Para el proyecto se realizó el presupuesto entregado por la empresa de ensayos NDT GYN S.A.C, el costo por el procedimiento es de 2,449.15 US\$, ver tabla N°11.

Tabla 11 Costos para ensayos no destructivos

| ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS | COSTO |
|----------------------------|-------------------|
| ULTRASONIDO (UT) | \$335.46 |
| PARTICULAS MAGNETICAS (MT) | \$112.91 |
| RADIOGRAFIAS (RT) | \$310.00 |
| TINTES PENETRANTES (PT) | \$1,690.78 |
| TOTAL | \$2,449.15 |

FUENTE: DNT GYN S.A.C

Mediante este cumplimiento de política de calidad se obtendrá una mejora en la calidad de soldadura del proyecto para así evitar el reproceso de soldadura en taller.

Figura 25 Certificado ISO 9001:2008

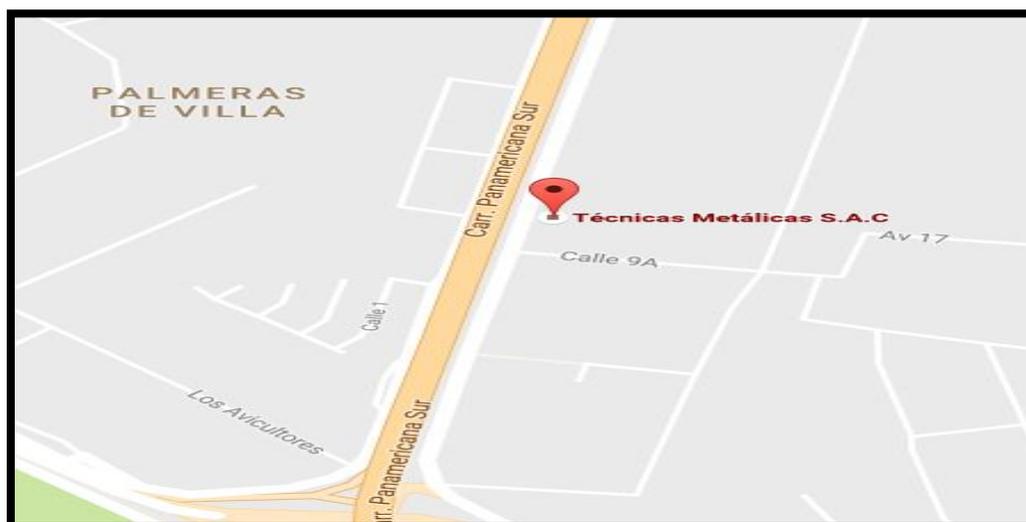


FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

3.1.2. UBICACIÓN DE LA PLANTA DE FABRICACIÓN DE TMI S.A.C

TMI es una empresa 100% peruana especialista en la ingeniería y fabricación de estructuras metálicas, se ubica en el Km 17.5-Antigua panamericana sur lima 42 Lima-Perú. Lugar donde se realizará el control de calidad en la fabricación del espesador.

Figura 26 Ubicación geográfica de la planta N°1 de TMI S.A.C



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

3.1.3. SUMINISTRO DEL PROYECTO

Se realizara el control de calidad a los componentes del espesador que se fabricaran en la planta, ver tabla N°12.

Tabla 12 Componentes de la fabricación del espesador.

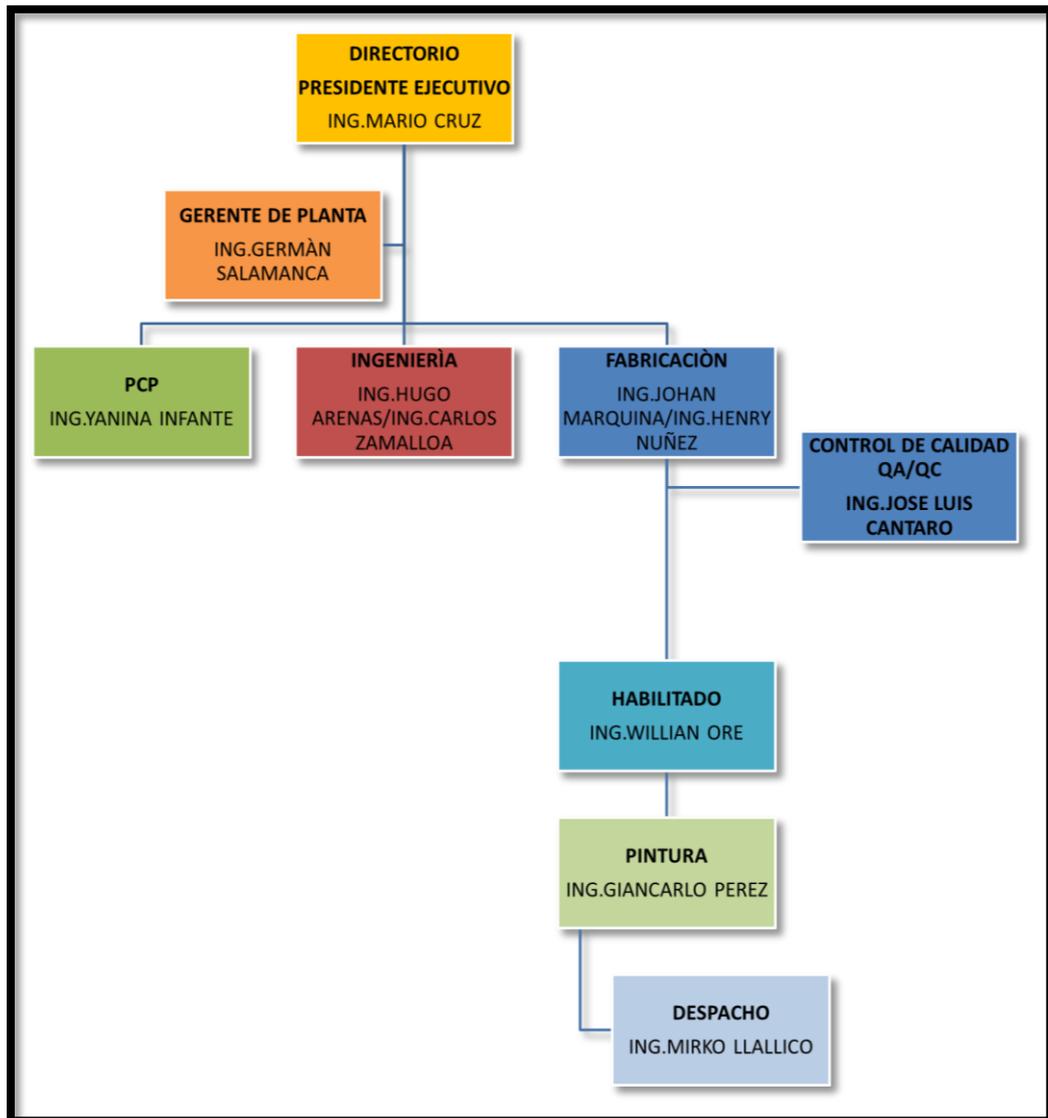
| ITEM | DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES |
|------|---|
| 1 | Fabricacion de soportes del espesador |
| 2 | fabricacion de los mantos del espesador |
| 3 | fabricacion de los fondos conicos |
| 4 | fabricacion del cono del espesador |
| 5 | fabricacion de soporte del cono del espesador |
| 6 | fabricacion de la columna central del espesador |
| 7 | fabricacion del overflow |

FUENTE: Elaboración propia

3.2. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

La fabricación de este espesador de relaves estuvo a cargo por un equipo de colaboradores que se muestra en la figura N°27.

Figura 27 Responsables de la ejecución del proyecto.



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

3.3. ANÁLISIS DE PLAN DE CALIDAD

Plan de puntos de inspección

Es un documento que describe todos los puntos que se debe seguir para realizar una correcta inspección antes, durante y al final de la fabricación, este documento tiene un alcance como: una revisión previa (certificados de materiales), calificación, fabricación, soldadura, ensayos no destructivos, liberación topográfica, tratamiento superficial y despacho. Cada punto de este plan de calidad tienen su respectivo criterio de aceptación como las normas: ASME II, ASTM, ASME IX, AWS D1.1/D1.1M:2010, API 650, ASME VII, ASME VIII, ASME V, SSPC-SP5 y otros.

Es realizado por el contratista fabricante y el cliente. Ver anexo A (Plan de inspección y ensayos para la fabricación.).

3.4. CONTROL DE CALIDAD EN EL ESPESADOR DE RELAVES

3.4.1. CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES

El control de calidad de los materiales, se realizara en el siguiente proyecto de fabricación de un espesador, a través de la recepción de los documentos (certificados) de calidad de los materiales que se adquieren para su fabricación (ver anexo B). Esta actividad se realizara por un personal encargado de la recepción de materiales quien es el encargado de asegurarse que los materiales tales como: planchas, vigas, ángulos, soldadura, pintura, etc. Ver figura N°28.

Figura 28 Recepción de planchas A-36



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Figura 29 Recepción y control de material



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Que son adquiridas para la fabricación de dicho equipo (espesador) deben ser debidamente revisados con los criterios de aceptación de la norma ASME II. Y se le realice sus respectivos controles necesarios, antes de ser utilizados en el proceso de fabricación. Para las conformidades con las especificaciones técnicas que indican en su certificado de calidad, como sus propiedades mecánicas del acero se muestra la siguiente tabla. Ver la tabla N°13.

Tabla 13 Propiedades mecánicas del Acero A-36

| LIMITE DE FLUENCIA | | RESISTENCIA A LA TRACCIÓN | | | |
|--------------------|-------|---------------------------|-------|------|------|
| MINIMO | | PSI | | MPA | |
| MPA | PSI | MIN. | MAX. | MIN. | MAX. |
| 250 | 36000 | 58000 | 80000 | 400 | 550 |

FUENTE: <https://es.scribd.com/doc/89693272/Acero-ASTM-A36>

Tabla 14 Composición Química del acero ASTM A36

| COMPOSICIÓN QUIMICA DEL ACERO ASTM A36 | |
|---|------------------|
| CARBONO (C) | 0.26% |
| MANGANESO (Mn) | no hay requisito |
| FOSFORO (P) | 0.04% máx |
| AZUFRE (S) | 0.05% máx |
| SILICIO (Si) | 0.40% máx |
| cobre (Cu) | 0.20% máx |

FUENTE: <https://es.scribd.com/doc/89693272/Acero-ASTM-A36>

Al recibir los materiales, lo primero que se debe revisar es que la identificación de los materiales, coincida con los del “packing list” que se obtiene del proveedor, luego se colocara todos los datos de los materiales que son recepcionados en un registro de calidad, ver anexo C. Es fundamental mencionar que todos los materiales que se reciben del proveedor deben traer adjunto su respectivo certificado de calidad en el cual se detallan las pruebas que se realizaron en el material recibido. También se realiza una inspección de modo visual (por lote) a los materiales recibidos, para descartar cualquier defecto que pueda tener el material recibido como: abolladuras, deformaciones y un exceso de corrosión. es decir se realizara una identificación física de los materiales, indicando:

- Clase de material
- Dimensiones del perfil

- Numero de colada

También se realiza un control dimensional de los materiales de acuerdo a la norma ASTM A6, se cortaran probetas de las planchas suministradas para realizar ensayos de tracción, dobléz y análisis químico. . Este muestreo solo se realiza una sola vez. Además se realizaran ensayos de ultrasonido en el interior y en los bordes de las planchas que son recepcionadas, ver figura N°30.

Figura 30 Ensayo de ultrasonido a planchas A36



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Para descartar cualquier problema de laminación. El cliente es el que indicara el tipo de material, lote y espesor.

Para los materiales de aporte:

Los electrodos recubiertos, deberán llevar marcado en el revestimiento próximo sin revestir, la designación de su clasificación o marca comercial.

Al recibir el material de aportación, los envases que aparezcan rotos o dañados se rechazaran, no dándoles entrada al almacén.

Los certificados del material de aportación serán archivados por el departamento de control de calidad, ver anexo D. Estos certificados permitirán al departamento verificar el cumplimiento de los requisitos exigidos.

El material de aportación deberá recibirse con el correspondiente certificado de calidad en el que constará el análisis químico, ensayos mecánicos y resiliencia, y demás documentos exigidos al vendedor de acuerdo con las normas aplicables.

3.4.2. CERTIFICADO DE CALIDAD DE LOS INSUMOS

Como parte de un buen control de calidad de los materiales también es importante llevar un buen control de los insumos que se adquieren del proveedor para realizar los trabajos de fabricación y no tener problemas en el proceso. se considera insumos como: soldadura, pintura, granalla, gas. Ver anexo E, F, G.

RESPONSABLES

Jefe de producción:

- Solicitar la documentación correspondiente a la Calidad del equipo y el material.
- Revisar el lugar y las condiciones de almacenamiento de los materiales recibidos.
- Brindar soluciones frente a las observaciones encontradas en los materiales recibidos.

Jefe de control de calidad

- Revisar el cronograma de entrega de suministros de equipos para planificar sus actividades.
- Verificar la recepción física y documental de los materiales que ingresan al proyecto.
- Instruir al almacenero para efectuar los trabajos de recepción según los requerimientos de calidad y tiempo.

3.4.3. TRAZABILIDAD DE LOS MATERIALES

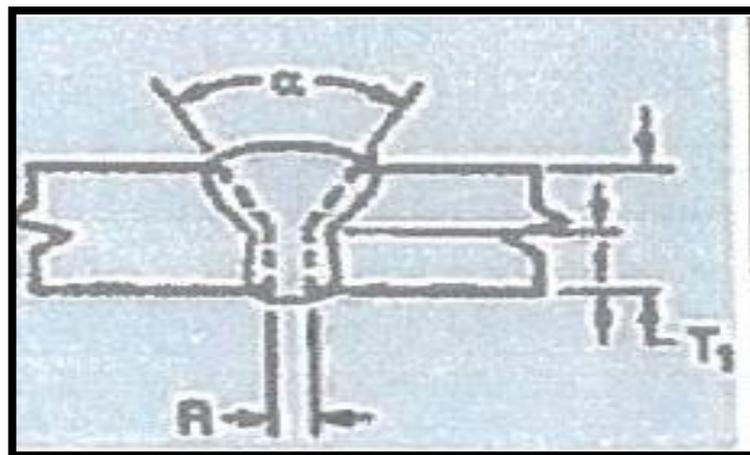
Esta actividad permite identificar a cualquier elemento, por ejemplo plancha del proyecto con un código respectivo a todos los lotes que se realizan y poder saber dónde se ha utilizado, en que parte del armado se encuentra.

Permite registrar e identificar cada producto desde su origen hasta su destino final. Se realiza a través de todas las etapas de producción y distribución, con la ayuda de procedimientos preestablecidos que permiten conocer la información histórica, ubicación y trayectoria de un producto. Ver anexo H, luego se coloca todos los datos del elemento de quien se realiza su trazabilidad en unos registros para que puedan ser archivados en el área de control de calidad para que se utilice cuando se requiera. Ver anexo I.

3.4.4. ELABORACIÓN Y CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

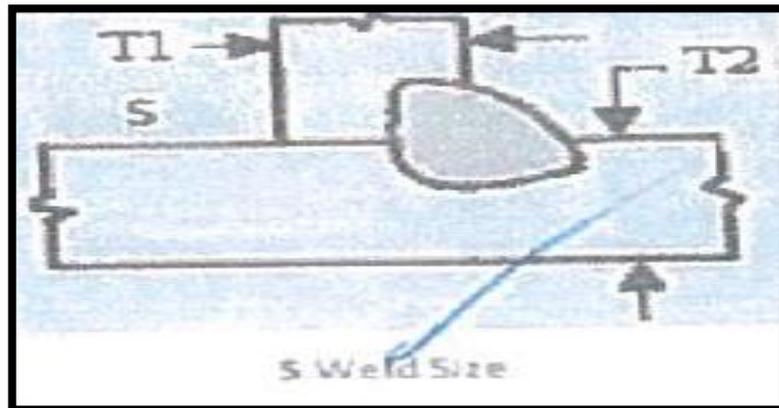
Para elaborar el procedimiento de soldadura primero se revisa los planos de fabricación (ingeniería) ubicando los tipos de juntas más frecuentes, como se puede apreciar en la siguiente figura N°31.

Figura 31 Junta a tope-posición horizontal 2G



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Figura 32 Junta T-posición 2F



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Luego se determina las dimensiones de la probeta como: largo, ancho y espesor, ver figura N°33.

Figura 33 Datos del metal base del formato de WPS

| BASE METALS | | | |
|----------------|-------------------------------|------------|----------|
| Material Spec. | Any material of group I or II | | |
| Type or Grade | - | | |
| Thickness | Groove | 3 - 65 mm. | Filet -- |

FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

para que posteriormente se realice los ensayos mecánicos de tracción y de doblez, ver anexo N,Ñ y O, según la norma AWS D1.1 sección 4, como parte de la elaboración del PQR (registro de calificación de procedimiento) esto es un documento que contiene las variables de soldadura, como voltaje, amperaje, velocidad de avance, espesor, tipo de junta, posición, porcentajes de gases de protección y otros, también

se le realiza ensayo de radiografía a las probetas Con los resultados del PQR, ver anexo L y M .se elabora el WPS (especificación del procedimiento de soldadura), que contendrá variables como posición, temperatura de precalentamiento, características eléctricas y porcentaje de composición de gases de protección, luego este procedimiento es entregado al personal de soldadura para que realice la aplicación de este procedimiento.

También es necesario aclarar que para la fabricación del tanque espesador la elaboración de los procedimientos de soldadura se realiza según la norma ASME SECC IX; los criterios de elaboración del procedimiento de soldadura son similares a los del procedimiento de estructurado según AWS D1.1 antes mencionado.

3.4.5. APLICACIÓN DE LA SOLDADURA POR EL PROCESO SMAW

En este proceso se unen dos metales mediante una fusión
Producida por un arco eléctrico entre la pieza a soldar y un electrodo metálico recubierto, ver figura N°34.

Figura 34 Aplicación del proceso SMAW



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

El elemento principal en el proceso de soldadura es el electrodo revestido o metal de aporte, las especificaciones ASME/AWS

- AWS A5.1 para electrodos de acero al carbono.
- AWS A5.4 para electrodos de acero inoxidable
- AWS A5.5 para electrodos de acero de baja aleaciones
- AWS A5.11 para electrodos de Niquel y sus aplicaciones.

Se clasifican los electrodos siguiendo las especificaciones que indican según la norma AWS .ver figura N°35.

Figura 35 AWS A5.1 Clasificación de electrodos

| Clasificación AWS | Tipo de Revestimiento | Corriente y Polaridad | Posición a soldar |
|---------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------|
| E-6010 | Celulósico Sódico | CC.EP. | P.V.SC.H. |
| E-6011 | Celulósico Potásico | CA.CC.EP. | P.V.SC.H. |
| E-6012 | Rutilico Sódico | CA.CC.EN. | P.V.SC.H. |
| E-6013 | Rutilico Potásico | CA.CC.AP. | P.V.SC.H. |
| E-7014 | Rutilico H.P. | CA.CC.AP. | P.V.SC.H. |
| E-7015 | Rutilico Sódico B.H. | CC.EP. | P.V.SC.H. |
| E-7016 | Rutilico Potásico B.H. | CA.CC.EP. | P.V.SC.H. |
| E-7018 | Rutilico Potásico B.H.-H.P. | CA.CC.EP. | P.V.SC.H. |
| E-6020 | Oxido de Hierro | CA.CC.AP. | P.H. Filete |
| E-7024 | Rutilico H.P. | CA.CC.AP. | P.H. Filete |
| E-7027 | Oxido de Hierro H.P. | CA.CC.AP. | P.H. Filete |
| Nomenclatura | CC: Corriente Continua | EP: Electrodo Positivo | P: Plana |
| HP: Hierro en Polvo | CA: Corriente Alterna | EN: Electrodo Negativo | V: Vertical |
| BH: Bajo Hidrógeno | AP: Ambas Polaridades | SC: Sobrecabeza | H: Horizontal |

FUENTE: Bibliografía [10]

En este proceso SMAW se utilizó los siguientes equipos: fuente de poder de corriente alterna y/o corriente directa con regulador de amperaje, un juego de cables Pas, pinza de trabajo y porta electrodo, material de aporte en forma de electrodo revestido (E6011,E7018) estos electrodos a su vez deben de ser conservados y calentados en un horno a una temperatura de 120°C según la tabla 5.1 de la sección 5 del AWS D1.1, siempre y cuando haiga sido expuestos a la atmosfera, para evitar cualquier defecto de fisuración en frio por hidrogeno en la soldadura, ver figura N°36.

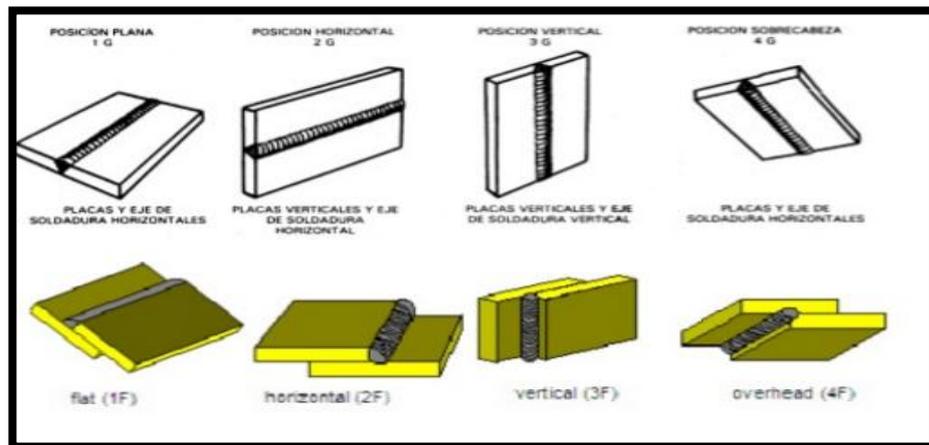
Figura 36 Horno para conservar los electrodos



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Se debe considerar los tipos de posiciones a soldar según el WPS, que pueden ser en posición horizontal, vertical o sobre cabeza depende del tipo y tamaño del electrodo, de la corriente de soldadura y la habilidad del soldador, ver figura N°37.

Figura 37 Posiciones para soldar



FUENTE: <http://es.slideshare.net/VinicioAcuna/proceso-smaw>

También es importante describir el equipo de protección que se utilizó y esto consiste en careta para soldar, lentes de protección, guantes de carnaza, capucha de protección, peto anti salpicadura, chamarra de seguridad, mascarilla para soldador. Durante la conexión con el equipo. Los pasos a seguir son: conectar cable porta electrodo, conectar cable con pinza de trabajo a tierra para cerrar la carga, conectar cable de alimentación a la corriente alterna, acoplar una varilla revestida al porta electrodo y aplicar.

3.4.6. APLICACIÓN DE LA SOLDADURA POR EL PROCESO GMAW

El proceso de soldadura por arco con protección gaseosa y electrodo consumible de aporte continuo y automático, denominado G.M.A.W, por su nombre en inglés: Gas Metal Arc Welding. Básicamente es una técnica para el soldeo de dos o más metales mediante fusión por calor, generada por un arco eléctrico y protegida del ambiente con gas. Según la clase del gas empleado, se diferencia entre

soldadura MIG (Metal Inert Gas), si utiliza gas inerte, y soldadura MAG (Metal Active Gas), si utiliza un gas activo. Los gases inertes utilizados como protección suelen ser argón (Ar), helio (He) o mezclas de ambos, (Ar+He); los gases activos son mezclas con base en dióxido de carbono (CO₂). En ambos casos, el electrodo, una varilla o alambre de núcleo compatible con el metal que se va a soldar, se funde para rellenar la unión.

En las dos técnicas, el gas sirve como una barrera que protege el arco del aire, principal causante de oxidación, la diferencia es que en MIG no reacciona con el metal ni influye en las propiedades del fundido, además por ser inerte es más estable, la soldadura tiene una menor penetración, mejor acabado, no causa deformaciones en las piezas delgadas y es especial para trabajos en materiales delicados. Ver figura N°38.

Figura 38 Rodillo de alambre del proceso GMAW



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Figura 39 Proceso GMAW



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Las especificaciones aplicables para los electrodos empleados en este Proceso son las siguientes:

- AWS A5.9 para electrodos de acero inoxidable.
- AWS A5.14 para electrodos de níquel y sus aleaciones
- AWS A5.16 para electrodos de titanio y sus aleaciones
- AWS A5.18 para electrodos de acero al carbono
- AWS A5.28 para electrodos de acero de baja aleación.

Además de usar gases inertes y activos de protección, el metal del electrodo, que se encuentra en carretes de hasta 300 metros, suele estar recubierto de mezclas desoxidantes para evitar la oxidación del metal fundido, tales como: rutilo, celulosa o polvo de hierro. Es

importante, tener en cuenta la dimensión del alambre para ajustar la potencia del equipo. (Ver tabla N°15), amperajes recomendados según el alambre para soldar.

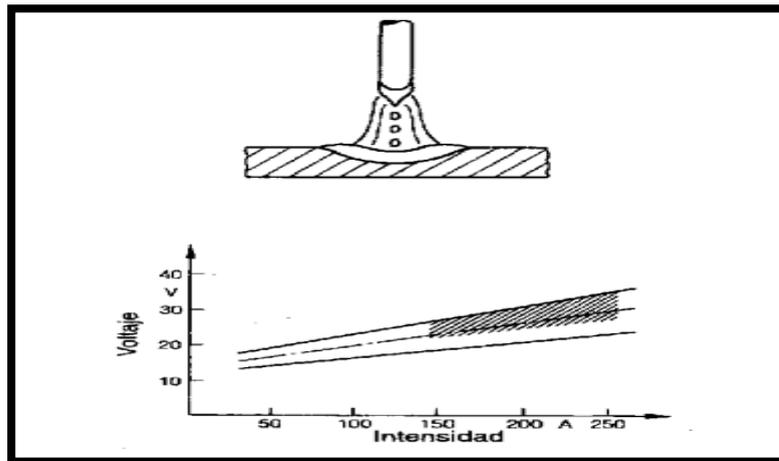
Tabla 15 Cuadro de amperajes para el proceso GMAW

| Amperajes recomendados según el diámetro de los alambres para soldar MIG/MAG | |
|---|-----------------------------|
| Dimensión | Amperaje recomendado |
| 0.76mm (0.030") | 60 – 160 A |
| 0.90mm (0.035") | 80 – 220 A |
| 1.02mm (0.040") | 90 – 280 A |
| 1.14mm (0.045") | 100 – 340 A |
| 1.6mm (0.62") | 250 – 500 A |

FUENTE: http://www.metalactual.com/revista/10/procesos_soldadura.pdf

De los cuatro tipos de transferencia de metal en el arco se utilizó el modo de transferencia en spray, que consistió en el desprendimiento de pequeñas gotas de alambre que desplazan a través del arco hasta llegar a la pieza. Ver figura N°40.

Figura 40 Transferencia por arco Spray



FUENTE: Manual del soldador bibliografía-[5]

3.4.7. APLICACIÓN DE LA SOLDADURA POR EL PROCESO FCAW

También conocido como: soldadura con alambre tubular, FCAW es un proceso de soldadura por arco metálico. Este proceso de soldadura es una variante del proceso GMAW; a diferencia del aporte en alambre sólido y la protección de gas, el proceso FCAW presenta en el centro del alambre un fundente, de ahí su nombre: soldadura con arco fundente.

Las aplicaciones se efectúan principalmente sobre aceros al carbono, aceros inoxidable y recientemente para protección contra el desgaste (revestimientos duros).se usa ampliamente en los trabajos de fabricación en aceros de espesor mediano, en donde el proceso GMAW, no sería aplicable y donde el ajuste es tal que la soldadura por arco sumergido sería inconveniente.

3.4.8. CALIFICACIÓN DE LA HABILIDAD DEL SOLDADOR (WPQ)

Este documento indica los resultados de la calificación de la habilidad del soldador que se le hace antes de que proceda a soldar. es decir indica las variables de soldadura como: amperaje, posición, procedimiento, velocidad de avance, ver figura N°41,42 Y 43.

Figura 41 Medición de la corriente de soldadura



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Figura 42 Medición de la tensión de soldadura



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Figura 43 Posición 3G de soldadura.



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Los resultados de estas variables de soldadura son revisadas según las normas AWS D1.1 Y API 650, ASME SECC IX para poder ver si estos resultados cumplen con los criterios de aceptación de dichas normas. Ver anexo P y Q.

3.4.9. TRAZABILIDAD DE SOLDADORES

Es un registro en donde se especifica un listado general de todos los soldadores que fueron calificados según el PQR y WPS. Ver anexo R.

3.5. HABILITADO, ROLADO Y ARMADO

3.5.1. Habilitado

Luego que se realiza la recepción de los materiales como las planchas, vigas, soporte, etc. se realiza los cortes de estas de acuerdo a

las especificaciones que están en los planos de fabricación, para esto es importante tener un buen criterio de selección de planchas como:

- Se tiene que revisar bien los planos de fabricación de cada componente que se va a fabricar
- Considerar la calidad del material como prioridad, es decir identificar qué tipo de material de planchas se debe comprar según plano.
- Según las dimensiones de las planchas especificadas en el plano de fabricación, escoger el material comercial con dimensiones que se encuentren entre su mínima y máxima medida, para que de esta forma no se pierda o falte material, y no afecten los costos del proyecto.

3.5.2. Rolado

En esta etapa se realiza el rolado de las planchas que han sido cortadas, según el plano de fabricación, para ello se utiliza una maquina roladora, ver figura N°11, La máquina a utilizar es de tipo “piramidal” y consta de tres rodillos A, B, C, Los rodillos son fabricados de acero SAE 1020 con tratamiento térmico. Los rodillos A y B son motrices o de arrastre accionados manualmente y posicionados en lados opuestos. Ver figura N°11, En este sistema la máquina consta de tres rodillos cuyos ejes son paralelos dispuestos como se muestra en la figura... Los rodillos inferiores B y C son los rodillos de arrastre, es decir reciben la potencia a través de un sistema de engranajes, provenientes de un motor eléctrico trifásico y son los que producen el avance de la plancha; ambos rodillos giran a la misma velocidad angular y por ende son del

mismo diámetro. El rodillo superior o llamado rodillo curvador es el que produce presión sobre la plancha aumentando o disminuyendo ésta, según se le acerque o se le aleje de la plancha, a través de un par de tornillos de potencia o reductores de tornillos sin fin. Como este rodillo no recibe potencia directamente del motor, gira únicamente debido a la fuerza de fricción resultante de la presión ejercida sobre la plancha, por lo tanto su torque de transmisión es bajo pero como es el que ejerce presión sobre la plancha. Resulta que su diámetro será mayor que el de los rodillos de arrastre B y C, Enseguida, después de unas pasadas, se procede a dar ajuste al rodillo superior en cada pasada, verificando cada paso con una plantilla el radio de curvatura que debe de alcanzar la plancha ver figura N°44,45 y 46; El avance del rodillo curvador se puede medir.

Figura 44 Proceso de rolado de planchas



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Figura 45 Máquina de rolado del tipo piramidal



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Figura 46 Rolado de la planchas pertenecientes a fondos cónicos



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C.

3.5.3. Armado

Esta actividad permite realizar un correcto armado de los componentes del espesador según el plano de habilitado y fabricación, básicamente esta actividad consiste en revisar las dimensiones desde el habilitado de los materiales hasta el armado, para así de esta forma asegurar que no exista demasiado error en las dimensiones y en efecto no fabricar elementos con malas mediciones. Para esto se utiliza herramientas como wincha, teodolito. Luego con estas mediciones de los elementos que se realizan en campo se generan un reporte de control dimensional que se entrega al cliente adicionado con el plano del elemento que fue revisado dimensionalmente en campo, esto es para que el cliente lo revise. Ver figura N°47y 48.

Figura 47 Registro de control dimensional de elemento fabricado

| SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD (QUALITY MANAGEMENT SYSTEM) | | CCPRO-04REG-04 | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|--|--|---|---|--|--|-------------|--------------------|--------------------|
| Técnicas Metálicas INGENIEROS S.A.C. | | Rev. (Edition) | 0 | | | | | | | |
| REGISTRO (REGISTER) | | Fecha (Edition) | 14/03/16 | | | | | | | |
| INSPECCIÓN DE ARMADO Y SOLDEO EN LA MAQUINA CMM (INSPECTION OF ARMED AND WELDING PROFILES IN THE CMM MACHINE) | | Pág. (Sheet) | 1 de 1 | | | | | | | |
| SECCION 1 (SECTION 1) DATOS GENERALES (GENERAL INFORMATION) OT: 01-2016 | | | | | | | | | | |
| PLANO N°: (DRAWING) | 001-HB-005 | REVISIÓN: (REVISION) | 0 | | | | | | | |
| CÓDIGO: (CODE) | 001-HB-005 | FECHA: (DATE) | 14/03/2016 | | | | | | | |
| | | REG. N°: | | | | | | | | |
| SECCION 2 (SECTION 2) PUNTOS DE INSPECCION (POINTS OF INSPECTION) | | | | | | | | | | |
| Número de Medida (Measuring Number) | Medida Nominal (Nominal Measure) | Medida Real (Real Measure) | Diferencia (Difference) | Espesor de Ala Nominal (Nominal Flange Thickness) | Espesor de Ala Real (Real Flange Thickness) | Caposor de Ala Nominal (Nominal Flange Height) | Caposor de Ala Real (Real Flange Height) | | | |
| 1 | 800 | 802 | +2 | 25 | 25 | - | - | | | |
| 2 | 250 | 250 | 0 | 25 | 25 | - | - | | | |
| 3 | 5700 | 5750 | +50 | - | - | 19 | 19 | | | |
| 4 | 380 | 380 | -1 | - | - | - | - | | | |
| 5 | 182 | 232 | +50 | - | - | - | - | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| SECCION 3 (SECTION 3) DETALLE DIMENSIONAL Y VISUAL DE SOLDADURA (WELDING DIMENSIONAL AND VISUAL DETAIL) | | SECCION 6 (SECTION 6) COMENTARIOS | | | | | | | | |
| FECHA (DATE) | IDENTIF. DE JUNTA (JOINT IDENTIF.) | TIPO DE JUNTA (JOINT TYPE) | PROCESO DE SOLDEO (WELDING PROCESS) | SOLDADOR (WELDER) | CATEGORÍA DE SOLDADURA (WELDING CATEGORY) | | GARANTÍA DE SOLDADURA (WELDING WARRANTY) | | DEFECTOS (DEFECTS) | RESULTADO (RESULT) |
| | | | | | NOMINAL (NOMINAL) | REAL (REAL) | NOMINAL (NOMINAL) | REAL (REAL) | | |
| 14/03/2016 | J1 | T-JOINT | SAW | S-4K7 | 12 | 13 | 8.4 | 9 | - | C |
| 14/03/2016 | J2 | T-JOINT | SAW | S-4K7 | 12 | 13 | 8.4 | 9 | - | C |
| 14/03/2016 | J3 | T-JOINT | SAW | S-4K7 | 12 | 13 | 8.4 | 9 | - | C |
| 14/03/2016 | J4 | T-JOINT | SAW | S-4K7 | 12 | 13 | 8.4 | 9 | - | C |
| SECCION 4 (SECTION 4) LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES (OBSERVATIONS CORRECTED) | | SECCION 5 (SECTION 5) SUPERVISION DE PRODUCCION (PRODUCTION SUPERVISION) | | | | | | | | |
| ITEM | OBSERVACIONES (OBSERVATIONS) | CORRECCION (CORRECTION) | SUPERVISION DE PRODUCCION (PRODUCTION SUPERVISION) | RESULT. | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

conexión a la red y funcionando a la tensión de 220/380 V según los casos e intensidad variable.

Los equipos eléctricos de soldar más importantes son los convertidores de corriente alterna-continua y corriente continua-continua, los transformadores de corriente alterna-corriente alterna, los rectificadores y los transformadores convertidores de frecuencia. Además de tales elementos existen los cables de pinza y masa, el porta electrodos y la pinza-masa, a una tensión de 40 a 100 V, que constituyen el circuito de soldeo. Ver figura N°49.

Figura 49 Equipo de soldadura para el proceso FCAW



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

3.7. PROCEDIMIENTO DE END

3.7.1. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA

La más usada por su versatilidad y su bajo costo. No se requiere de un gran entrenamiento para realizar una inspección visual correcta, pero los resultados dependerán en buena parte de la experiencia del inspector, y de los conocimientos que éste tenga respecto a la operación, los materiales y demás aspectos influyentes en los mecanismos de falla que el objeto pueda presentar. En muchas ocasiones la persona que realiza Inspección Visual recibe Ayuda de algún dispositivo óptico (anteojos, lupas, galgas, etc.), ya sea para mejorar la percepción de las imágenes o bien para proporcionar contacto visual en áreas de difícil acceso.

3.7.2. PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE TINTES

PENETRANTES

Este procedimiento aplica a los materiales y uniones soldadas de componentes estructurales de planchas y perfiles, estructuras tubulares y ensamblaje de equipos varios en el proyecto de TÉCNICAS METÁLICAS S.A.C donde sea realizada la inspección de tintes penetrantes. La aplicación de esta prueba se realizará tomando como mandatorio el código ASME Secc. V artículo 6. Las discontinuidades típicas detectables por este método son:

- Grietas

- Laminaciones
- Traslapes en frío
- Porosidades

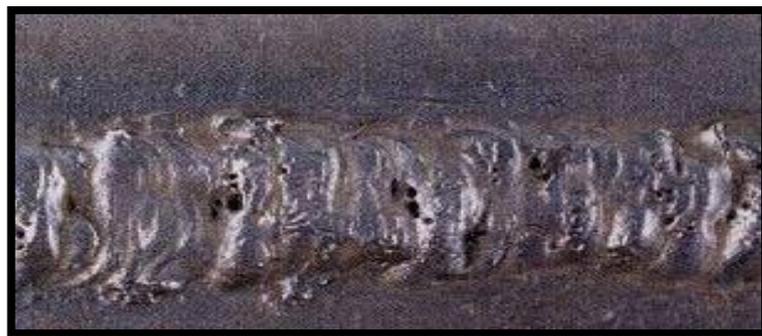
Ver las siguientes figuras de discontinuidades; figura N°50.

Figura 50 Grieta en la soldadura



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Figura 51 Porosidad en la soldadura



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Figura 52 Socavación en la soldadura



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

En principio el líquido penetrante es aplicado en la superficie de prueba a inspeccionar, ver figura N°53.

Figura 53 Ensayo de tintes penetrantes a planchas



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Este penetra en las discontinuidades, luego el exceso de penetrante es eliminado. La superficie es secada y el revelador es aplicado. El revelador funciona como absorbente del penetrante que ha quedado atrapado en las discontinuidades y como superficie de contraste.

Inspección, medición y ensayo.

Equipos que intervienen en la inspección por líquidos penetrantes de materiales y uniones soldadas: Medidor de luz blanca/negra o espectroradiómetro, termómetro superficial.

Herramientas

Escobillas de aceros para amoladora, amoladora, brocha, cinta metálica o regla.

Materiales consumibles

Solvente o limpiador, penetrante, revelador, crayón o pintura indicadora, papel absorbente o paño suave.

Para esta actividad se muestra la siguiente documentación, ver figura N° 54 y 55.

Figura 54 Reporte de ensayo de tinte penetrante aplicado por GYN

| | Report of Liquid Penetrant Examination of Welds (PT) Reporte del Examen de Líquidos Penetrantes de Soldaduras (PT) | | | Code: Código: | PT.GYN.PR-01-16 | | | | |
|---|--|--|--|--|---|---------------------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------|
| | | | | Revision: Revisión: | 00 | | | | |
| | | | | Date: Fecha: | 13/06/2016 | | | | |
| | | | | Page: Página: | 1 of 8 | | | | |
| Project: Proyecto: | OT: 001-2016-CUAJONE | Report: Reporte: | INF.GYN-2140-16 (PT) N°02 | Test Date: Fecha Ensayo: | 14-Junio-2016 | | | | |
| Customer: Cliente: | TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C. | Attention: Atención: | ING. MARLENE CHAUCA - LINEA 1 | | | | | | |
| Test Procedure: Procedimiento Ensayo | PT.GYN.PR-1-16 | Type: Tipo | PLANCHA DE PISO | | | | | | |
| SKETCH OR PHOTO IDENTIFICATION AND LOCATION OF WELDING DIBUJO O FOTO DE IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DE SOLDADURA | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Quantity: Cantidad: | | Total Accepted: Total Aceptado: | | Total Rejected: Total Rechazado: | | | | | |
| 03 | | 03 | | 00 | | | | | |
| Line Línea | Weld identification Identificación de soldadura | Joint Junta | Welder Soldador | Area Examined Área Examinada (mm) | Discontinuity Discontinuidad | | Interpretation Interpretación | | Remarks Observaciones |
| | | | | | Type Tipo | Location (mm) Ubicación (mm) | Accept Aceptado | Reject Rechazado | |
| 1 | 1609PP3_1 | J1 | S-947 | 1460 | - | - | X | - | - |
| 2 | 1609PP3_1 | J2 | S-947 | 2059 | - | - | X | - | - |
| 3 | 1609PP3_1 | J3 | S-947 | 2660 | - | - | X | - | - |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| PRE-EXAMINATION PRE-EXAMEN: | | Surface Preparation: Preparación de Superficie: Limpeza manual | | | | | | | |
| EQUIPMENT EQUIPO: | | Penetrant Material: Materiales Penetrante es: CANTESCO | | Model: Modelo: C101-AD101-AP1015-A | Bath No.: Lote N°: 0043/0117/0118 | | | | |
| CLASSIFICATION OF PENETRANT EXAMINATION TYPES AND METHODS: CLASIFICACION DE EXAMEN PENETRANTE TIPOS Y METODOS: | | | | | | | | | |
| Type II – Visible Penetrant Examination Tipo II – Examen de Penetrante Visible | | | | | | | | | |
| Method A – Water washable Método A – Lavable con agua | | Penetrant dwell time Tiempo permanencia del penetrante: 10 minutos | | Material thickness: Espesor de material: 11 mm | | | | | |
| Method C – Solvent removable Método C – Removable con solvente | | Minimum light intensity: Intensidad mínima de luz: 1000 lux | | Surface Temperature: Temperatura de la superficie: 18°C a 26°C | | | | | |
| | | Material: Material: A36 | | Welding process: Proceso de Soldadura: FCAW | | | | | |
| POST EXAMINATION POST EXAMEN: | | Cleaning (if required): Limpieza (si es requerido): No requerido | | Marking Method: Marcando Método: Metal Marker | | | | | |
| IF: Incomplete Fusion Fusión Incompleta | ESI: Slag Inclusions Inclusiones de Escoria | CP: Cluster Porosity Porosidad Agrupada | EU: External Undercutting Sosegado Externo | | | | | | |
| EC: External Concavity Concavidad Externa | P: Porosity Porosidad | C: Cracks Fisuras | AI: Accumulation of Imperfections Acumulación de Imperfecciones | | | | | | |
| We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the welds were prepared and tested in conformance with the requirements of ASME SECCION VIII/ASME STANDARD 650-2013 (2015) Nondestructive Examination Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos del ASME Sección VIII/ASME Estándar 650-2013 (2015) Examen no Destructivo | | | | | | | | | |
| Inspected by: Examinado por: | Manufacturer or Contractor: Fabricante o Contratista: | Customer: Cliente: | | | | | | | |
| MORON C. RIVASCOJHO, NATHAN A. Level II ASNT (SNT-TC-1A) MT-PT | Ing. Hector Carrera P. Supervisor de Calidad | Esteban Jiménez R. INSPECTOR QA / QC TENOVA CHILE 17 junio 2016 | | | | | | | |
| ventas@gyninspecciones.com Fijo: (511) 382-1495 / Rpe: 990-316-687 / 966-424-730 gyn.inspecciones@gmail.com www.gyninspecciones.com | | | | | | | | | |

FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Figura 55 Reporte de ensayos de tinte penetrantes aplicado por TMI

|  | | SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD (QUALITY MANAGEMENT SYSTEM) | | | | 01-2016-CO-000-000010 | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|--|---|---|---------------------------------|---|---|--|--|---------------------|--------------------|--|--|--|
| | | REGISTRO (REGISTER) | | | | Págs. (Pages) | 1 | | | | | | | |
| | | INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES (INSPECTION BY PENETRATING LIQUIDS) | | | | Fecha (Date) | 15/09/16 | | | | | | | |
| | | | | | | Pág. (Page) | 1 de 1 | | | | | | | |
| PROYECTO: | | "SUMINISTRO Y FABRICACION DE ESPESADOR - TENOVA" | | | | |  | | | | | | | |
| PLANO N° (DRAWING) | CLD17315TH4 1609C3 | REVISION (REVISION) | 0 | TIPO DE ESTRUCTURA (TYPE OF STRUCTURE) | COLUMNA | CÓDIGO (MARK) | 1609C3 | OF | 001-2016 | REG N° | 029 | | | |
| ESQUEMA DE JUNTAS Y PUNTOS DE INSPECCIÓN (SCHEMATIC OF JOINTS AND POINTS OF INSPECTION) | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | |  | | |  | | | | | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | | | | |
| CÓDIGO DEL ELEMENTO EXAMINADO (ELEMENT) | IDENTIF. DE JUNTA (IDENTIF. OF JOINT) | CÓDIGO DEL SOLDADOR (WELDER CODE) | TIPO DE JUNTA (TYPE OF JOINT) | | EVALUADOR N° 1 (EVALUATOR N° 1) | | DEFECTO (DEFECT) | FECHA DE INSPECCIÓN (DATE OF INSPECTION) | EVALUADOR N° 2 (EVALUATOR N° 2) | | RESULTADO (RESULT) | FECHA DE INSPECCIÓN (DATE OF INSPECTION) | | |
| | | | A. TOPE (JOINT) | FILETE (FILLET) | REPARAR (REPAIR) | ACEPTADO (ACCEPTED) | | | REPARAR (REPAIR) | ACEPTADO (ACCEPTED) | | | | |
| 1609C3_11 | J1 | S-1130 | --- | X | --- | X | --- | 09/05/2016 | --- | --- | C | --- | | |
| | J2 | S-1130 | --- | X | --- | X | --- | 09/05/2016 | --- | --- | C | --- | | |
| 1609C3_17 | J1 | S-1130 | --- | X | --- | X | --- | 09/05/2016 | --- | --- | C | --- | | |
| | J2 | S-1130 | --- | X | X | --- | PL | 09/05/2016 | --- | X | C | 09/05/2016 | | |
| 1609C3_24 | J1 | S-1130 | --- | X | --- | X | --- | 09/05/2016 | --- | --- | C | --- | | |
| | J2 | S-1130 | --- | X | X | --- | PL | 09/05/2016 | --- | X | C | 09/05/2016 | | |
| KIT DE INSPECCIÓN (INSPECTION KIT): | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRANTE (PENETRANT): | | CANTESCO | | LIMPIADOR (CLEANER): | | CANTESCO | | REVELADOR (DEVELOPER): | | CANTESCO | | | | |
| TIEMPO DE REVELADO (TIME PROCESSING): | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 MINUTOS | | | | | | | | | | | | | | |
| APROBACIÓN FINAL (FINAL APPROVAL): | | | | | | | | | | | | | | |
| CONFORME | | | | | | | | | | | | | | |
| EXTENSION DEL EXAMEN (EXTENSION OF THE EXAMEN): | | | | | | | | | | | | | | |
| LONGITUD TOTAL EXAMINADA 6894 mm | | | | | | | | | | | | | | |
| LEYENDA: (LEGEND) | | C = CONFORME (ACCEPTABLE) | | NO = NO CONFORME (REJECT) | | OTR- OTROS (OTHER) | | | | | | | | |
| | | R = FISURA (FISSURE) | | PN = POROSIDAD AISLADA (ISOLATED POROSITY) | | | | | | | | | | |
| | | PN = POROSIDAD ANADIDA (MISTED POROSITY) | | PL = POROSIDAD ALINADA (ALIGNED POROSITY) | | | | | | | | | | |
| SUPERVISOR DE CALIDAD (QUALITY SUPERVISOR) | | |  | | | INSPECTOR DE CALIDAD (QUALITY INSPECTOR) | | |  | | | SUPERVISIÓN CLIENTE (CUSTOMER SUPERVISOR) | | |
| | | | Prubi A. Quispe Caballero Jefe de Calidad | | | Eduardo A. Paredes Ancco Inspector de Calidad ASISTENTE N.º 1 A NIVEL 3 (VARIANT) CERTIFICATE N° 245512588 | | | Esteban Méndez R. INSPECTOR QA/QC TMI Rev. Documento 26 Mayo 2016 | | | | | |

FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

3.7.3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE ULTRASONIDO

Este método se basa en la medición de la propagación del sonido en el medio que constituye la pieza a analizar y tiene aplicación en todo tipo de materiales. Sus distintas técnicas permiten su uso en dos campos de ensayos no destructivos: Control de calidad y Mantenimiento preventivo.

Con respecto a la calificación de operadores, los operarios serán entrenados y calificados de acuerdo a los requisitos de la ASTN, procedimiento SNT-TC-1^a.ver figura N°56 y 57.

Figura 56 Equipo de ultrasonido



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Figura 57 Aplicación de ensayo ultrasonido



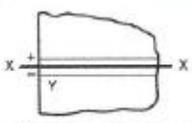
FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Los materiales a ser ensayados serán las juntas de ranura tipo tope, esquina y en T como se indican en el capítulo 3 del AWS D1.1, las condiciones requeridas para la superficie a ser ensayada y métodos de preparación, la superficie de contacto entre el transductor y la pieza debe de estar limpia y libre de rugosidades excesivas, ondulaciones, óxidos, salpicaduras de soldaduras y pintura, etc.

Para poder obtener un resultado en buenas condiciones.

Para esta actividad se muestra la siguiente documentación, ver figura N° 58 y 59.

Figura 59 Reporte de ensayo de ultrasonido aplicado a planchas ASTM A36

| | | | | | | | |
|--|---|---|--------------------------------|---|---------------------------------|--------------------|-------------------------|
|  | | Report of Ultrasonic Testing of Steel Plates (UT) Reporte de Ensayo Ultrasonido de Planchas de Acero (UT) | | Code: FO.GYN-020 Revision: 01 Date: 01/01/2013 Page: 1 of 6 | | | |
| Project: OT: 001-2016 - CUAJONE Customer: TÉCNICAS METÁLICAS INGENIEROS S.A.C. Equipment / Tag No: Plancha, ASTM A36 | | Report: INF.GYN-2139-16 / N°30 Attention: Ing. Marlene Chauca (Planta 1) Test Procedure: UT.PR.GYN-005-15 | | Test Date: 31-Mayo-2016 Rev. No: 01 | | | |
|  | | Heat No: ZA3322 Material thickness: 22 mm. Back reflection: 75% Search Unit No. 1035 | | Test block: VI / IIV Ultrasonic equipment: KEIYU, Tru-Test V6.6, N/S: 3128 Quality requirements-Section no.: ASTM A 435 Angle: 0° Frequency: 2.25Mhz Size: 1" (24mm) | | | |
| Line / Línea | Plates identification / Identificación de plancha | Area Examined / Área Examinada (mm) | Distance (mm) / Distancia (mm) | | Interpretation / Interpretación | | Remarks / Observaciones |
| | | | From X / Desde X | From Y / Desde Y | Accept. / Aceptado | Reject / Rechazado | |
| 1 | Plancha ZA3322 | 2400X6000 | - | - | X | - | Lote: D4564 |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |

SKETCH OR PHOTO IDENTIFICATION AND LOCATION OF WELDING
 DIBUJO O FOTO DE IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DE SOLDADURA



We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the welds were prepared and tested in conformance with the requirements of ASTM A435 (R 2001) Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Steel Plates
 Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos de ASTM A435 (R 2001) Especificación Estándar para Examen de Planchas de Acero por Ultrasonido de Haz Recto.

| | | |
|---|--|-----------------------|
| Inspected by: Examinado por:  EDISON JULIO SIMEON REYES Level II - ASNT (SNT-TC-1A) UT, MT, PT | Manufacturer or Contractor: Fabricante o Contratista:  Ing. Hector Cartago N. Supervisor de Control | Customer: Cliente: |
|---|--|-----------------------|

ventas@gyninspecciones.com Fijo: (511) 382-1495 / Rpc: 987-416-468 / 966-424-730 gyn.inspecciones@gmail.com
www.gyninspecciones.com

FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

3.7.4. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

Esta inspección se realizó tomando como referencia el Código ASME Secc. V Art. 2, Como fuente de radiación se utilizó el de rayos X de Ir-192. El tipo de fuente de radiación se elegirá en función de la máxima energía de radiación admisible para el mínimo espesor a analizar.se aplicara para todos las actividades relacionadas a la inspección de soldaduras, utilizando la técnica de Gammagrafía Industrial, sobre la base del empleo de fuentes selladas del radioisótopo iridio 192.

Para este proyecto se cumplieron con las siguientes exigencias:

El radiografiado se realizó en las juntas a tope de penetración completa en los fondos y columna central al 10% de la longitud del cordón de soldadura de aquella junta.

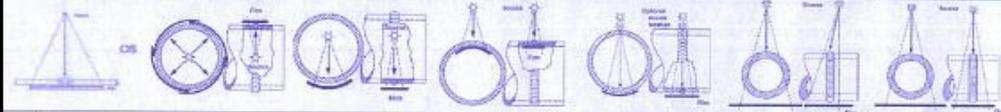
Los fondos cónicos se fabricaron de 3 empalmes, luego del total de la longitud se le aplico al 10% el ensayo radiográfico, colocando las placas a longitudes específicas para su respectivo ensayo.

En el cono de descara se aplicaron ensayos al 10% de su longitud total. Cuando el resultado del radiografiado de cómo resultado rechazo de las soldaduras, el incremento en el radiografiado por puntos, se debe realizar a la brevedad en las soldaduras producidas por el mismo

Soldador u Operador bajo el mismo procedimiento, y si el resultado de este radiografiado resulta en rechazo de estas soldaduras, las soldaduras se deben reparar y el Soldador u Operador debe ser retirado de cualquier trabajo de soldadura que se realice, en tanto el Soldador u Operador no es recalificado y probado en trabajos equivalentes con resultados satisfactorios.

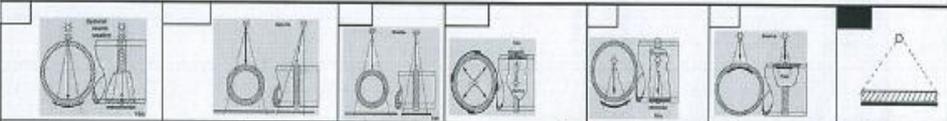
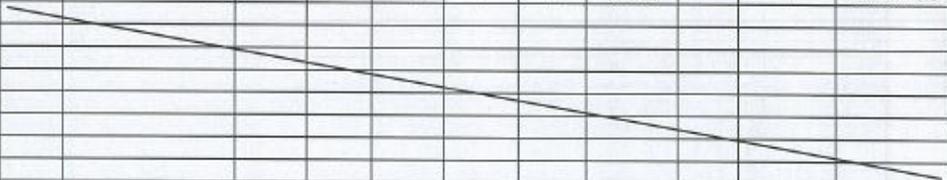
Este tipo de ensayo debe ser ejecutado por personal autorizado y con su respectiva certificación acorde a ASNT-TC-1A como operador nivel I o como evaluador nivel II, en este caso fueron realizados por la Empresa GYN INSPECCIONES S.A.C (Lima), la cual emitió un reporte de conformidad tal como se aprecia en la fig. N° 60 y 61

Figura 60 Reporte de ensayos de placas radiográficas al cono de descarga

| | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|---|----------|--|---------------|---|----------|----------------|--------|---------------|
|  | | Report of Radiographic Examination of Welds (RT) Informe del Examen Radiográfico de Soldaduras (RT) | | Code: FO.GYN-003 Revision: 02 Date: 20/05/2016 Page: 6 of 6 | | | | | | |
| Project: OT: 001-2016 – CUAJONE Customer: TENOVA Contractor: TÉCNICAS METÁLICAS ING. S.A.C. Subcontractor: GYN INSPICCIONES S.A.C. Test Procedure: RT.PR.NDT-GYN-01 | | Report: INF.GYN-2450-15 /N°06 Attention: Ing. Héctor Carrera Plant: 1 Line area: 1 Component name: REFUERZOS - CONO DE DESCARGA | | Test Date: 15-Mayo-2016 | | | | | | |
| INFORMACION DEL EQUIPO Y ENSAYO | | | | | | | | | | |
| Radiographic equipment: QSA GLOBAL Sentinel 880 Source: 106 Ci Wire IQI: ASTM 1B Exposure technique: A Material: A 36 | | Source Radiation: A424-9 / Serie N° 30516G Source size: 4.440mm IQI Location: A Exposure time: 55seg Material thickness: 12mm | | Source: Ir 192 Measures: 70x300mm Density: De 2.0 a 4.0 Source object distance: 400mm Exposure number: 2 Acceptance standard: ASME Section VIII | | | | | | |
| Film type: AGFA D5 Screens Pb: Pantalla Pb 0.027mm Unsharpness: Penumbra: 0.013mm Welding process: FCAW | | Manufacturer: QSA GLOBAL INC Fabricante: | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | |
| Line | Weld Identification | Joint | Welder | Area | Hilo | Discontinuity | | Interpretation | | Remarks |
| | Identificación de soldadura | Junta | Soldador | Area (mm) | Esencial (in) | Type | Location | Accept | Reject | Observaciones |
| 1 | CLD17315TH54-1609TC1 | J16 | S-426 | 0-250 | 0.013 | -- | -- | X | -- | Densidad 3.3 |
| 2 | CLD17315TH54-1609TC1 | J17 | S-426 | 0-250 | 0.013 | -- | -- | X | -- | Densidad 3.7 |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| Nomenclature of Discontinuity: Nomenclatura de la Discontinuidad: | | | | | | EC: External Concavity IC: Internal Concavity ESI: Elongated Slag Inclusions ISI: Isolated Slag Inclusions P: Porosity HB: Hollow-Bead Porosity C: Cracks EU: External Undercutting IU: Internal Undercutting BT: Burn-Through | | | | |
| We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the welds were prepared and tested in conformance with the requirements of ASME Section VIII / API 650 (2010). Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos de ASME Section VIII / API 650 (2010). | | | | | | Inspected by: ANIBAL DIAZ LIMACHE Manufacturer or Contractor: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C. Customer: ESTEBAN MENEZES P. | | | | |
| vents@gyninspecciones.com Fijo: (511) 382-1495 / Rvc: 990-316-687 / 966-424-730 gyn.inspecciones@gmail.com www.gyninspecciones.com | | | | | | | | | | |

FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Figura 61 Ensayo de placa radiográfica aplicado a plancha fondos cónicos

| | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|--------------------------|-----|----------------|
|  | NON DESTRUCTIVE TESTING - RADIOGRAPHIC | | AD-NDT-SPMI-RT-001 | | | | | | | |
| | INSPECTION RECORD OF WELDED JOINTS | | PAGE | 01 OF 01 | | | | | | |
| | | | DATE | 20/10/2011 | | | | | | |
| | | REV. | Rev. 1.0 | | | | | | | |
| | | | REGISTER Nº: | RT-000073 | | | | | | |
| Proyecto: | OT: 091-2016 - CUAJONE | Fecha Ensayo: | 06/07/2010 | | | | | | | |
| Cliente: | TENOVA | Atención: | Ing. Héctor Carrera | | | | | | | |
| Contratista: | TÉCNICAS METÁLICAS ING. S.A.C. | Planta: | 3 | | | | | | | |
| Sub contrata: | ADEMINS | Línea / Área: | PLATAFORMA 5 | | | | | | | |
| Procedimiento Ensayo: | AD-NDT-SPMI-RT-001 Rev. 1 | Nombre del componente: | PLANCHA DE PISO | | | | | | | |
| DESCRIPTION OF THE SPECIMEN TO INSPECT | | | | | | | | | | |
| NORMA DE ACEPTACION: | API - 650 (2010) | MATERIAL: | ASTM A 36 | 22.5 mm | | | | | | |
| | | WELDING PROCESS: | FCAW | | | | | | | |
| INFORMACION DEL EQUIPO | | | | | | | | | | |
| TYPE USED: | Gamma Ray | ISOTOPE: | Ir-192 | ACTIVITY: | 26 | SOURCE SIZE: | 2.7 mm x 2.3 mm | | | |
| TYPE IQI: | Wire | IDENTIFIED: | 18 ASTM 11 | STANDARD: | ASTM E-747 | IQI LOCATION: | LADO FUENTE | | | |
| SOURCE TO OBJECT DISTANCE: | 400 mm | SCREENS P#: FRENTE / ATRÁS | GEOM. UNSHARPNESS: | | 0.35 mm | | | | | |
| FILM MANUFACTURER: | FOMA | FILM DESIGNATION: | R5 | DIMENSIONS: | 100mmx100mm | EXPOSURE TIME: | 6 min | | | |
| EXPOSURE TECHNIQUE: | A | N° EXPOSITIONS: | 2 | DENSITY MIN: | 2.0 min | DENSITY MAX: | 4.0 max | | | |
| SCREENS: | 0.127 mm | DEVELOPED TIME: | 3 min | TEMPERATURE | 25°C | | | | | |
| TECHNICAL RADIOGRAPHIC | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | |
| TYPE OF EXAMINATION: | 100% | <input type="checkbox"/> | SPOT | <input checked="" type="checkbox"/> | SPOT - RANDOM | <input type="checkbox"/> | OTHER | <input type="checkbox"/> | | |
| LINEA | IDENTIFICACION DE SOLDADURA | JUNTA | SOLDADOR | AREA (mm) | HILLO ESENCIAL (in) | DISCONTINUIDAD | | INTERPRETACION | | OBSERVACIONES |
| 1 | CLO17315TH54-1609 PPS_17 | J1 | S-1428 | 0 - 300 | 9 | - | - | X | - | DENSIDAD= 2.70 |
| 2 | CLO17315TH54-1609 PPS_17 | J1 | S-1396 | 0 - 300 | 9 | ESI | (230-260) | - | X | DENSIDAD= 2.75 |
|  | | | | | | | | | | |
| NOMENCLATURA DE LA DISCONTINUIDADA: | | | | | | | | | | |
| IP: | INADECUADA PENETRACION SIN High - Low | EC: | CONCAVIDAD EXTERNA | | IB: | POROSIDAD AUNEADA EN RAIZ | | | | |
| IPD: | INADECUADA PENETRACION POR High - Low | IC: | CONCAVIDAD INTERNA | | C: | FISURAS | | | | |
| ICP: | PENETRACION TRANSVERSAL INADECUADA | ESI: | INCLUSIONES DE ESCORIA ALARGADA | | EU: | SOCAVADO EXTERNO | | | | |
| IF: | FUSION INCOMPLETA ASOCIADA A LA SUPERFICIE | ISI: | INCLUSIONES DE ESCORIA AISLADA | | IU: | SOCAVADO INTERNO | | | | |
| IFD: | FUSION INCOMPLETA ENTRE PASES | P: | POROSIDADES | | BT: | QUEMADURA | | | | |
| Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos de ASME Section VIII Div. 1 - Anexo (UW-51) / API 650 (2010). | | | | | | | | | | |
| FINAL APPROVED | | | | | | | | | | |
| INSPECCIONADO POR: | | | | FABRICANTE O CONTRATISTA: | | | | CLIENTE: | | |
| NAME: |  | | | NAME: | | | | NAME: | | |
| DATE: | 20/10/2011 | | | DATE: | | | | DATE: | | |
| | D: | 04 | | | DI: | | | | DI: | |
| | M: | 07 | | | MI: | | | | MI: | |
| | Y: | 11 | | | YI: | | | | YI: | |

FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

3.8. PRE-MONTAJE DE ESTRUCTURAS FABRICADAS

Se realizó el pre-ensamble de un sector de la estructura soporte del espesador THK54 de los cuadrantes (240°,247.5°,255°; 262.5°, 270°,277.5°,285°) en donde se controló el **nivel inferior de la placa base** de las columnas según plano de montaje CLD17315TH54-1609M04.

se realizó en taller el pre montaje de la columna central 1609CC2, en donde se realizó y verifico el **control de verticalidad** en 3 sectores a lo largo de la columna, los puntos inspeccionados en cada sector son las 4 principales coordenadas 0°,90°,180° y 270°,siendo el resultado conforme.

También se realizó en taller la **distancias entre los ejes** de la columna C30 los puntos de inspección fueron en los siguientes grados: 60°,75°,120°,135°,150°,180°,195°,210°,285°,300°,315°,330° y 345°, se comparó los radios nominal según plano de montaje, con los radios reales que se midió en el pre montaje de las columnas.

3.9. PROCEDIMIENTO DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL

El procedimiento detalla los trabajos a realizarse en taller de preparación de superficie y aplicación de recubrimientos en las estructuras correspondientes al proyecto cuajone para nuestro cliente tenova.

3.9.1. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

3.9.1.1. NORMAS TÉCNICAS

Tabla 16 Normas para preparación de superficie

| PREPARACIÓN DE SUPERFICIE | |
|---------------------------|---|
| ASTM E337-02 | Método estandar para la medición de Humedad con psicrometro |
| SSPC-SP1 | Limpieza con solvente |
| SSPC-SP2 | Limpieza con Herramienta Manuales |
| SSPC-SP3 | Limpieza con Herramienta Motrices |
| ASTM D 4285 | Método Estandar Para Indicar Presencia de aceite o agua en el aire comprimido |
| SSPC-AB2 | especificacion para abrasivos ferrosos reciclados |
| ASTM D 4940 | Estandar para analisis conductimetrico de los iones solubles en agua |
| SSPC-SP5/Nace 1 | limpieza con chorro abrasivo al metal blanco |
| ISO 8502-3 | prueba para la evaluacion de la limpieza de la superficie post post chorro abrasivo |
| ASTM D4417 | Método estandar para la medición en campo del perfil de rugosidad |

FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Tabla 17 Normas de recubrimiento Industrial

| APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO INDUSTRIAL | |
|--|--|
| SSPC-PA1 | método de acero para taller, campo y mantenimiento |
| ASTM D 4228 | estandar para capacitacion de aplicadores de recubrimientos en estructuras de acero. |
| SSPC-GUIA 15 | contaminantes no visibles |
| ASTM E337-02 | Método estandar para la medición de humedad con un psicrometro. |
| ASTM D 4285 | Método estandar para indicar presencia de aceite o agua en el aire comprimido |
| ASTM D 4414 | Método estandar para la medición de espesor de película humedad de pintura. |
| SSPC-PA2 | medición de espesores de película seca. |
| ASTM D 4145 | ensayo de adherencia por tracción. |

FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

3.9.1.2. HOJAS TÉCNICAS

- Macropoxy 646: Recubrimiento Epóxico
- Duraplate UHS: Recubrimiento Epoxi amina

3.9.2. PREPARACION DE LA SUPERFICIE

3.9.2.1. ASPECTOS PREVIOS

El abrasivo usado deberá ser compatible con los requerimientos de la norma SSPC-AB2 debiendo de ser; la conductividad menor a 1000μ S/Cm, libre de humedad.

El aire comprimido a utilizarse deberá encontrarse libre de contaminantes (agua y aceite), evaluado según la Norma ASTM D4285.

3.9.2.2. EJECUCIÓN

- **PRIMERA ETAPA: PRE-PREPARACION DE SUPERFICIE**

La superficie deberá estar libre de defectos de construcción como salpicadura de soldadura, porosidad, rebabas, filos cortantes, entré otros. Eliminados mediante limpieza manual y motriz (según Norma SSPC-SP2, SSPC-SP3).ver tabla N° 14.

- **SEGUNDA ETAPA: PREPARACION DE SUPERFICIE**

El grado de preparación de superficie alcanzada deberá ser similar a la limpieza con chorro abrasivo al metal blanco, en una cámara de granallado, ver figura N°62.

Figura 62 Cámara de granallado



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

Según Norma SSPC-SPS. Los perfiles preparados mediante chorro abrasivo sino mediante limpieza SSPC-SP2/SSPC-SP3. El perfil de anclaje recomendado es de 2.0 a 3.0 mils de rugosidad. (Norma de referencia ASTM D 4417).

- **TERCERA ETAPA: POST PREPARACION DE SUPERFICIE**

Al termino del chorroteado abrasivo, se deberá remover con aire comprimido para eliminar todo los restos del abrasivo de la preparación

de superficie y polvo.se recomienda tomar las referencias pictóricas correspondientes a la calificación de la cantidad de polvo residual sobre superficies antes de pintar en clases del 0 al 5 según la norma ISO 8502-3, se tomara como criterio de aceptación la calificación las clases del 0 al 2.

3.9.3. APLICACIÓN DE PINTURA Y CURADO

3.9.3.1. ASPECTOS PREVIOS

Todo el personal encargado de la realización de los trabajos deberá tener una experiencia mínima de 3 años. Los equipos de pintado, instrumentos de medición de condiciones ambientales (psicrómetro y termómetro de superficie), medidor de espesor de película húmeda y medidor de espesor de película seca, en buenas condiciones de operatividad.

Las condiciones ambientales serán favorables para el pintado cuando: el % de humedad relativa < 85.0, la T° superficie < 45.0°C y la T° superficie - T° rocío >= 3.0°C, ver anexo S.

3.9.3.2. EJECUCIÓN

Se aplicó de la siguiente forma para partes no sumergidas y sumergidas.

- **PARTES NO SUMERGIDAS EN MECANISMOS, ACCIONAMIENTO Y SOPORTE**

Se desarrolló en 3 etapas la primera etapa fue la de aplicación de la primera capa Macropoxy 646 a 2 MILS seco; la segunda etapa fue la de aplicación de la segunda capa Macropoxy 646 a 2 MILL seco; y luego la tercera etapa que fue la aplicación de la tercera capa Macropoxy 646 a 2 MILS seco.

- **PARTES SUMERGIDAS EN MECANISMOS, ACCIONAMIENTO Y SOPORTE**

Se aplicó la primera capa, duraplate UHS a 8 MILS seco.

- **PARTES NO SUMERGIDAS EN ESTANQUE Y COMPONENTES INTERNOS DEL TANQUE.**

La primera etapa consistirá en la aplicación de la primera capa, Macropoxy 646 entre 3 a 4 Mils seco

- **PARTES SUMERGIDAS EN ESTANQUE Y COMPONENTES INTERNOS DEL TANQUE.**

La primera etapa consistirá en la aplicación de la primera capa, duraplate UHS a 8 Mils seco.

3.9.4. ENSAYOS FINALES

Una vez que el sistema completo haya curado completamente (normalmente se da después de 7 días de aplicada la última capa) se realizara un ensayo de adherencia según norma ASTM D 4541

Para esta actividad se muestra la siguiente documentación, ver figura N° 63.

Figura 63 Prueba de adherencia según la norma ASTM D 4541



FUENTE: Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C

3.9.5. MANIPULACIÓN, TRASLADO Y ALMACENAMIENTO DE ESTRUCTURAS.

Una vez seco el sistema completo al tacto duro las estructuras podrán ser trasladadas con el mayor cuidado para minimizar los daños mecánicos al sistema aplicado.

CONCLUSIONES

1. El control de calidad de los materiales nos permite tener la materia prima cumpliendo los requisitos con los que fueron fabricados, verificando las dimensiones y su composición química.
2. La Fabricación del espesador se realizó con Soldadores Certificados, para cuyo efecto se ha realizado el Procedimiento de Soldadura y la Certificación de los Soldadores, de ese modo se garantiza la calidad de la soldadura y la satisfacción del cliente.
3. Se aplicó e inspecciono los END a la soldadura y de esta forma se garantizó una buena soldadura resistente y sin discontinuidades.
4. Con un correcto control de calidad en el proyecto nos permite realizar buenos trabajos, que la empresa fabricante se posicione en el mercado y con la posibilidad de ganar más clientes.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un control de calidad desde que se inicia la recepción los materiales, durante el proceso de soldadura, hasta el tratamiento superficial y pintado, ya que nos permite fabricar estructuras en buenas condiciones y evitar la insatisfacción por parte del cliente, que la empresa encargada de la ejecución del proyecto tenga una mala imagen en el mercado laboral, viéndose reflejado con la perdida de futuros proyectos para ser desarrollados por este.
2. Se recomienda realizar un cronograma de fabricación para tener una mejor organización y sobre todo el cumplimiento de las actividades del proyecto, en caso de existir inconvenientes en los avances es necesario tomar acciones como para evitar que el proyecto se retrase.
3. Se recomienda que se realice La calificación del procedimiento del soldador ya que permite que se pueda seleccionar y trabajar con personal capacitado en la fabricación de estructuras metálicas y evitar fallas en el proceso de soldadura, retrasos en la fabricación por reparaciones, tiempos muertos de estos, y el incremento de costos que se generaría para el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] API Standard 650, *welded Tanks for oil Storage*, 12th Edition.
- [2] AWS D1.1. (2010), *Structural Welding code steel*.
- [3] ASME sección IX. (2010). *Procedimiento y Calificación de los Soldadores*.
- [4] ASME sección V. (2010). *Ensayos no Destructivos*.
- [5] HERNANDEZ, G. (2012). *Manual del Soldador*. España: Editorial Cesol.
- [6] GONZALES, CH. (2016). *Diseño y Fabricación de Espesador de Relaves de Cobre de 15 metros de Diámetro*. (Tesis de pre grado). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.
- [7] JIMENEZ, A. (2012). *Diseño de un Tanque de Almacenamiento Atmosférico de 20000 BIS de capacidad*. (Tesis de pre grado). Universidad de Veracruzana, México.
- [8] LARRY, R. (2008). *Manual de soldadura GMAW*. España: Editorial Paraninfo.
- [9] Steel Structures Painting Council, (2010). *Norma Americana SSPC* (Steel structures Painting Council).Pittsburgh USA.
- [10] SILVA, S. (2012). *Fabricación de Secador para Harina de Pescado tipo Rotadisco en la Empresa Aceros Operadores Industriales S.A.C*. (Tesis de pre grado).Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- I. *¿Qué es la Soldadura SMAW? DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS. (2013). Qué es la Soldadura SMAW?. Julio, 07,2013, DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS Sitio web: <http://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-smaw-que-es-y-procedimiento>*
- II. *HERNÁNDEZ,P. (s.f.). Acero ASTM A36. s.f, de Scribd Sitio web: <https://es.scribd.com/doc/89693272/Acero-ASTM-A36>*
- III. *CUAUTILÁN,I.. (2010). LA PRUEBA DE ULTRASONIDO. s.f., de Laboratorio de tecnología de materiales Sitio web: http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/PRUEBA%20DE%20ULTRASONIDO.pdf*
- IV. *Corte de metales,ECURED. (s.f.). Corte de metales. s.f., de ECURED Sitio web: https://www.ecured.cu/Corte_de_metales*
- V. *Ensayos destructivos,Supervisión de Estructuras. (s.f.). Ensayos destructivos. s.f., de Supervisión de Estructuras Sitio web: <https://sites.google.com/site/supervisiondeestructuras/estructuras-de-acero/tema-7-ensayos-destructivos>*
- VI. *BRAVO,A.. (2004). Manual de espesamiento y filtrado. s.f., de Monografías.com Sitio web: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/manual-espesamiento-y-filtrado/manual-espesamiento-y-filtrado.shtml>*
- VII. *GOMEZ,D.&HERRERA,S.&HIRAM,R.&CARRILLO,R.. (2013). Elaboracion de la especificacion del procedimiento de soldadura(WPS) y el registro de calificacion del procedimiento (PQR) conforme al codigo:ASME 2010. Mayo,02,2013, de Corporación Mexicana de investigación en materiales. Sitio web: <http://es.slideshare.net/danielbreak/asme-section-ix-wps-y-pqr>*
- VIII. *RODRÍGUEZ,F.. (2013). Guia del Código ASME Sección VIII División 1 Tomo 1. Abril,27,2013, de Academia de Proyecto Sitio web: <http://es.slideshare.net/siceaingenieria/guia-del-codigo-asme-seccion-viii-division-1-tomo-1>*

ANEXOS

- ANEXO A** Plan de inspección y ensayos para la fabricación.
- ANEXO B** Certificado de calidad de planchas ASTM A-36
- ANEXO C** Registro de inspección de materiales de planchas ASTM A-36
- ANEXO D** Certificado de calidad del EXATUB 72K 1.60mm 20.00Kg
- ANEXO E** Certificado de calidad de pintura
- ANEXO F** Certificado de calidad de Granalla
- ANEXO G** Certificado de calidad del Gas
- ANEXO H** Trazabilidad del soporte de cono 1609SP3
- ANEXO I** Registro de trazabilidad del cono del espesador.
- ANEXO J** WPS según norma AWS D1.1
- ANEXO K** PQR según norma AWS D1.1
- ANEXO L** Registro de calificación de PQR
- ANEXO M** Informe de ensayo del PQR
- ANEXO N** Ensayos de tracción del informe de laboratorio
- ANEXO Ñ** Gráficas de ensayo de tracción
- ANEXO O** Ensayo de dobléz de laboratorio
- ANEXO P** WPQ según norma AWS D1.1
- ANEXO Q** WPQ según norma ASME SECCION IX
- ANEXO R** Trazabilidad de soldadores
- ANEXO S** Registros de medición de condiciones ambientales
- ANEXO T** Cronograma de fabricación de espesador

ANEXO A

Plan de inspección y ensayos para la fabricación.

| Nombre del Proyecto: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ALTA TENSIÓN 138 KV DEL TRONCAL DE LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LA REGIÓN DE TUMBUCAYO Ubicación: Distrito de Tumbucayo, Provincia de Tumbucayo, Departamento de Tumbucayo Cliente: COMISIÓN NACIONAL ELECTRICIDAD (CNE) Fecha: 15/05/2024 | | Versión: 01 Fecha: 15/05/2024 | | Elaborado por: [Firma] Revisado por: [Firma] Aprobado por: [Firma] | |
|---|--|--|------------------------|--|---------------|
| Descripción del Proyecto: Instalación de torres de transmisión de alta tensión para la línea de transmisión de 138 KV. | | Tipo de Proyecto: Infraestructura | | Fase del Proyecto: Diseño y Construcción | |
| Objetivo del Proyecto: Garantizar la calidad y seguridad de la fabricación de las torres de transmisión de alta tensión. | | Alcance del Proyecto: Inspección y ensayos de fabricación de torres de transmisión de alta tensión. | | Metodología: Inspección visual, mediciones, ensayos de laboratorio y pruebas de campo. | |
| Justificación del Proyecto: El proyecto requiere la construcción de torres de transmisión de alta tensión para garantizar la estabilidad y seguridad de la línea de transmisión de 138 KV. | | Riesgos del Proyecto: Riesgo de fallas de fabricación de las torres de transmisión de alta tensión. | | Impacto del Proyecto: Garantizar la calidad y seguridad de la fabricación de las torres de transmisión de alta tensión. | |
| Descripción del Proyecto: Instalación de torres de transmisión de alta tensión para la línea de transmisión de 138 KV. | | Tipo de Proyecto: Infraestructura | | Fase del Proyecto: Diseño y Construcción | |
| Objetivo del Proyecto: Garantizar la calidad y seguridad de la fabricación de las torres de transmisión de alta tensión. | | Alcance del Proyecto: Inspección y ensayos de fabricación de torres de transmisión de alta tensión. | | Metodología: Inspección visual, mediciones, ensayos de laboratorio y pruebas de campo. | |
| Justificación del Proyecto: El proyecto requiere la construcción de torres de transmisión de alta tensión para garantizar la estabilidad y seguridad de la línea de transmisión de 138 KV. | | Riesgos del Proyecto: Riesgo de fallas de fabricación de las torres de transmisión de alta tensión. | | Impacto del Proyecto: Garantizar la calidad y seguridad de la fabricación de las torres de transmisión de alta tensión. | |
| Id. | Descripción del Proyecto | Requisitos | Inspección | Ensayos | Observaciones |
| 1 | Inspección visual de la calidad de los materiales de construcción. | Verificar la calidad de los materiales de construcción. | Inspección visual | Mediciones | |
| 2 | Medición de las dimensiones de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar las dimensiones de las torres de transmisión de alta tensión. | Mediciones | Mediciones | |
| 3 | Ensayo de laboratorio de los materiales de construcción. | Verificar la resistencia de los materiales de construcción. | Ensayos de laboratorio | Ensayos de laboratorio | |
| 4 | Prueba de campo de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la estabilidad de las torres de transmisión de alta tensión. | Pruebas de campo | Pruebas de campo | |
| 5 | Inspección visual de la calidad de la pintura de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la calidad de la pintura de las torres de transmisión de alta tensión. | Inspección visual | Mediciones | |
| 6 | Medición de la resistencia de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la resistencia de las torres de transmisión de alta tensión. | Mediciones | Mediciones | |
| 7 | Ensayo de laboratorio de la resistencia de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la resistencia de las torres de transmisión de alta tensión. | Ensayos de laboratorio | Ensayos de laboratorio | |
| 8 | Prueba de campo de la resistencia de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la resistencia de las torres de transmisión de alta tensión. | Pruebas de campo | Pruebas de campo | |
| 9 | Inspección visual de la calidad de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la calidad de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Inspección visual | Mediciones | |
| 10 | Medición de la resistencia de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la resistencia de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Mediciones | Mediciones | |
| 11 | Ensayo de laboratorio de la resistencia de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la resistencia de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Ensayos de laboratorio | Ensayos de laboratorio | |
| 12 | Prueba de campo de la resistencia de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la resistencia de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Pruebas de campo | Pruebas de campo | |
| 13 | Inspección visual de la calidad de la pintura de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la calidad de la pintura de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Inspección visual | Mediciones | |
| 14 | Medición de la resistencia de la pintura de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la resistencia de la pintura de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Mediciones | Mediciones | |
| 15 | Ensayo de laboratorio de la resistencia de la pintura de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la resistencia de la pintura de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Ensayos de laboratorio | Ensayos de laboratorio | |
| 16 | Prueba de campo de la resistencia de la pintura de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la resistencia de la pintura de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Pruebas de campo | Pruebas de campo | |
| 17 | Inspección visual de la calidad de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la calidad de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Inspección visual | Mediciones | |
| 18 | Medición de la resistencia de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la resistencia de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Mediciones | Mediciones | |
| 19 | Ensayo de laboratorio de la resistencia de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la resistencia de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Ensayos de laboratorio | Ensayos de laboratorio | |
| 20 | Prueba de campo de la resistencia de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Verificar la resistencia de los componentes de las torres de transmisión de alta tensión. | Pruebas de campo | Pruebas de campo | |

ANEXO B

Certificado de calidad correspondiente a planchas ASTM A-36

产品质量证明书
INSPECTION CERTIFICATE

五矿口中板有限责任公司
Minmetals Shaguo Medium Plates Co., Ltd.

五矿钢铁股份有限公司
Minmetals Steel Co., Ltd.

地址: 110011
北京经济技术开发区
L10001, L10002, L10003, L10004
L10005, L10006, L10007, L10008
TEL: 010-11-025281 FAX: 010-11-320047

| | | | |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| 产品名称 (PRODUCT) | 热轧钢板 HOT ROLLED PLATE | 产品标准号 (CERTIFICATE) | 00201100010002-00 |
| 交货条件 (DELIVERY CONDITION) | 热轧, NMR | 交货日期 (DATE OF ISSUE) | 2014-11-08 |
| 执行标准 (SPECIFICATION) | ASTM A36/A36M | 炉号 (HEAT NO.) | 14339071A |
| 牌号 (TRADE NO.) | Q235B | 重量 (WEIGHT) | 355.500 |

| 牌号 (GRADE) | 炉号 (HEAT NO.) | 规格尺寸 (DIMENSION) | | | 重量 (T) | 拉伸试验 (TENSILE TEST) | | | 冲击试验 (IMPACT TEST) | | | 金相组织 (METALL. RESULT) | 标准 (STANDARD) |
|------------|---------------|------------------|------|-------|--------|-----------------------|-------------------------|------------------|--------------------|---------------|-------------|-----------------------|---------------|
| | | T | B | L | | 屈服强度 (YIELD STRENGTH) | 抗拉强度 (TENSILE STRENGTH) | 伸长率 (ELONGATION) | 尺寸 (SIZE) | 位置 (LOCATION) | 结果 (RESULT) | | |
| ASTM A36 | 143390703D | 12 | 2400 | 12000 | 8 | 351.704 | 288 | 655 | 24 | | | | |
| ASTM A36 | 20141009821 | 60 | 2400 | 6000 | 1 | 7.122 | 289 | 625 | 36 | | | | |
| ASTM A36 | 201410140141 | 6.4 | 2400 | 12000 | 9 | 13.022 | 285 | 632 | 28 | | | | |
| ASTM A36 | 201410160395 | 20 | 2400 | 12000 | 5 | 60.686 | 355 | 506 | 32.5 | | | | |
| 合计 | | | | | | | | | | | | 27 | 62.647 |

Inspector: *[Signature]*

Inspector: *[Signature]*

| 化学成分 (CHEMICAL COMPOSITION) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------------|
| 牌号 (GRADE) | C | SI | Mn | P | S | Al | Cr | Ni | Co | Mo | V | Nb | As | Sb | Pb | 其他 (OTHER) |
| 1405879 | 0.18 | 0.19 | 0.58 | 0.015 | 0.012 | 0.004 | 0.012 | 0.007 | 0.009 | 0.004 | 0.002 | 0.004 | 0.013 | 0.011 | 0.004 | 0.004 |
| 20141009821 | 0.18 | 0.19 | 0.90 | 0.017 | 0.007 | 0.004 | 0.014 | 0.007 | 0.008 | 0.001 | 0.002 | 0.0015 | 0.010 | 0.010 | 0.005 | 0.005 |
| 201410140141 | 0.19 | 0.19 | 0.64 | 0.016 | 0.007 | 0.004 | 0.013 | 0.006 | 0.006 | 0.001 | 0.001 | 0.0015 | 0.009 | 0.009 | 0.004 | 0.004 |
| 201410160395 | 0.18 | 0.19 | 0.64 | 0.022 | 0.002 | 0.002 | 0.017 | 0.006 | 0.014 | 0.001 | 0.002 | 0.0014 | 0.009 | 0.009 | 0.004 | 0.004 |

Inspector: *[Signature]*

Inspector: *[Signature]*

备注 (NOTE): 本产品已按照标准要求进行制造和检验, 其性能符合标准, 特此证明。
WE HEREBY CERTIFY THAT MATERIAL DESCRIBED HAS MANUFACTURED AND TESTED ACCORDING TO RELEVANT STANDARDS WITH THE REQUIREMENTS OF THE ABOVE MATERIAL SPECIFICATION.

QC

Minmetals Steel Co., Ltd.

TRADISA-90

ENTRIFICADO

0 3 MAR 2015

MA: CERTIFICADO

ANEXO D

Certificado de calidad correspondiente a EXATUB 72K 1.60mm 20.00Kg

| | | |
|--------------------------------------|---|-------------|
| SOLDEXA | CERTIFICADO DE CALIDAD DE PRODUCTO | Edición: 03 |
| Producto: EXATUB 72 K 1.60mm 20.00kg | Clasificación: E 71T - 1C.M H8 / E 71T - 12C.M H8 | |
| Lote producción: DE31113633 | Especificación: AWS A5.20 | |
| Fecha emisión: 18/02/2016 | Diámetro: 1.60mm | |

Mediante el presente documento se certifica que el producto indicado en el lote referido es de la misma clasificación, proceso de fabricación, y los requisitos de materiales como el material que se utilizó para una prueba, cuyos resultados se muestran a continuación.

Este producto ha sido fabricado bajo el sistema de calidad de SOLDEX S.A. el cual cumple con los requerimientos de la Norma ISO

Composición Química

| Especificación (%) | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|-----------|
| C | Cr | Ni | Mo | Mn | Si | P | S | Nb | Cu |
| Máx. 0.13 | Máx. 0.20 | Máx. 0.50 | Máx. 0.30 | Máx. 1.60 | Máx. 0.90 | Máx. 0.03 | Máx. 0.03 | --- | Máx. 0.35 |
| Otros | --- | | | | | | | | |

| Metal Depositado / Alambre Sólido (%) | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|
| C | Cr | Ni | Mo | Mn | Si | P | S | Nb | Cu |
| 0.043 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.81 | 0.17 | 0.015 | 0.006 | --- | 0.01 |
| Otros | --- | | | | | | | | |

Propiedades Mecánicas - Tracción

| Especificación | | | | |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------|
| Gas de Protección | Condición de Prueba | Resistencia a la Tracción Min | Límite de Fluencia Min | Elongación Min (%) |
| 75-25%Ar/balan.CO2 | Después de Soldado | 490 - 620 | 390 | 22 |

| Metal Depositado | | | | |
|--------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------|
| Gas de Protección | Condición de Prueba | Resistencia a la Tracción (MPa) | Límite de Fluencia (MPa) | Elongación (%) |
| 75-25%Ar/balan.CO2 | Después de Soldado | 516 | 440 | 21 |

Propiedades Mecánicas - Impacto

| Especificación | | | | | |
|--------------------|---------------------|------------------|--------------------------|--------------------|----------------|
| Gas de Protección | Condición de Prueba | Temperatura (°C) | Valores Individuales (J) | Valor Promedio (J) | Tipo de Ensayo |
| 75-25%Ar/balan.CO2 | Después de Soldado | -30 | --- | 27 | --- |

| Metal Depositado | | | | | |
|--------------------|---------------------|------------------|--------------------------|--------------------|----------------|
| Gas de Protección | Condición de Prueba | Temperatura (°C) | Valores Individuales (J) | Valor Promedio (J) | Tipo de Ensayo |
| 75-25%Ar/balan.CO2 | Después de Soldado | -30 | --- | 58 | --- |

Otros Pruebas

| Inspección Radiográfica | Prueba de Soldadura en Fleto | | | Otros |
|-------------------------|------------------------------|----------|--------------|----------|
| Conforme | Vertical: | Conforme | Sobresobres: | Conforme |







Ing. Ronald Requijo V.
SOLDEX S.A.

ANEXO E

Certificado de calidad de pintura



SHERWIN-WILLIAMS.

Sherwin Williams Perú SRL Una subsidiaria de Sherwin Williams Company, Cleveland, Ohio, USA

CERTIFICADO DE CALIDAD

PRODUCTO : MACROPOXY 646 ✓

PRODUCTO FORMULADO EN BASE A:

Resina Epóxy Poliamidoamina

COLOR:

RAL 1001 ✓

COMPOSICIÓN:

- Pigmento : 45 +/-2%
- Vehículo : 52 +/-2%

PIGMENTO:

Pigmentos Especiales y Extendedores Inertes

VEHÍCULO:

- No Volátil : 65.5 +/-2%
- Volátil : 34.5 +/-2%

CARACTERÍSTICAS:

- Contenido Sólidos en Peso:

64 +/-2%

- Contenido Sólidos en Volumen:

72 +/-2%

- Peso Específico:

1,06 +/-0,1

- Rendimiento Teórico:
(a 4 Mils película seca)

26,8 m²/gale

- Disolvente:

R33

- Viscosidad de Entrega:

110N-5 KU (25°)

- Secado Tacto:

1-2 horas a 25°C

- Secado Duro:

7 días

- Tiempo de Repintado:

8 horas mín. - 24 meses máx.

- Estabilidad en Envase Sellado (20°C):

2 años

- POT LIFE (20°C) 1 lt.:

4 horas

- Nº de componentes:

2

- Relación Mezcla:

1A : 1B (vol)

| | | | | | | |
|-------|----------|---------|----------|------------|-------|------------|
| LEYES | PLANTA A | 28343 ✓ | PROYECTO | TIGOSSEEN5 | Fecha | 30/04/2016 |
|-------|----------|---------|----------|------------|-------|------------|

El presente certificado es emitido por Sherwin Williams Perú, S.R.L., quien asume la responsabilidad de la calidad, bajo el respaldo de la actividad de fabricación del producto.



Esteban Amérez R.
INSPECTOR QA/QC
20 Mayo 2016

SHERWIN-WILLIAMS PERU S.R.L.
UNIVERSIDAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

AV. EL DERBY N°125 - URB. EL DERBY - SANTIAGO DE SURCO - LIMA
Central Telefónica 251 2525 - Fax 251 3036 - E-mail: citreos@sherwin.com.pe

ANEXO F

Certificado de calidad de Granalla

**ERVIN
AMASTEEL**
The World Standard for Quality

ERVIN AMASTEEL : S330 SHOT

ERVIN AMASTEEL S330 is a high-carbon steel shot manufactured to international specifications including:

- SAE J827. High-Carbon Cast-Steel Shot; which describes chemical composition and physical characteristic requirements for high-carbon steel shot, to be used for shot peening and blast cleaning.
- SAE J444. Cast Shot and Grit Size Specifications for Peening and Cleaning.
- ISO 11124-3. Preparation of steel substrates before application of paints and related products; Specification for cast-steel shot and grit.

General Description
High carbon cast steel shot.

Chemical Composition

| | |
|-------------|---------------|
| Carbon | 0.80% - 1.20% |
| Manganese | 0.60% - 1.20% |
| Silicon | 0.40% min |
| Sulphur | 0.05% max |
| Phosphorous | 0.05% max |

Size Specification

| | |
|------------------|---------|
| All Pass | 1.40 mm |
| 5% max retained | 1.18 mm |
| 85% min retained | 0.85 mm |
| 90% min retained | 0.71 mm |

Microstructure
Uniform tempered martensite.

Hardness

| | |
|--------------|---------------|
| 40 to 51 HRC | 390 to 530 HV |
|--------------|---------------|

Density
7 g/cm³ minimum

Objectionable Characteristics
To meet the requirement of SAE J827 and ISO 11124-3.

Esteban Jimenez R.
INSPECTOR QA/QC
17/11/16

Information given on this data sheet is intended for guidance only.

EAF SA PDS-S330. Issue 5, 25.01.16

George Henry Road | Great Bridge | Tipton | West Midlands | DY4 7BZ | UK
☎ +44 (0)121 522 7777 | ✉ sales@ervinamasteel.eu
www.ervinamasteel.eu

**ERVIN
AMASTEEL**
The World Standard for Quality

ANEXO G

Certificado de calidad del Gas



PRAXAIR PERU S.R.L.
 Planta Celso
 Av. VENEZUELA 2007
 BELLAVISTA, CALLAO-LMA
 TELF. (0011) 5172300 / FAX (0011) 5172310-196/5172312

PROTOCOLO DE ANALISIS

N° DE LOTE 1-02-01-1007-6

Producto : STARGOLD TUB

Forma de Insumo : GAS

PROVISORIO : Cilindro de Acero al Carbono para Alta Presión

Norma Técnica : Técnica Propia (*)

N° PROTOCOLO 2850051

Fecha de Análisis : 17/02/2018

Fecha de Emisión : 17/02/2018

Fecha de Fabricación : 17/02/2018

Fecha de Vencimiento : Pruebas no Parasític

Método de Fabricación : Mezcla de Dioxido de Carbono y Argón

Cantidad : 20.000 envase(s)

| DATOS DE ANÁLISIS | | |
|---------------------------------------|--|------------|
| PRUEBAS | ESPECIFICACIONES | RESULTADO |
| Descripción | Cilindro de Acero al Carbono, color blanco aluminio cuerpo marrón, conteniendo Stargold en estado gaseoso. | CONFORME |
| Identificación | Positivo | CONFORME |
| Olor (*) | No Apreciable | CONFORME |
| DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂) | 18.000 - 22.000 % | < 21.500 % |

Nota :

1- La prueba hidrostática a los cilindros de alta presión se realiza cada 5 años.
 (*) Norma Praxair

Observaciones:
 El producto cumple con las especificaciones arriba mencionadas.

OPERADOR : FERNANDO CORONEL

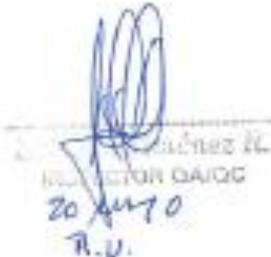


 Operador de Llenado



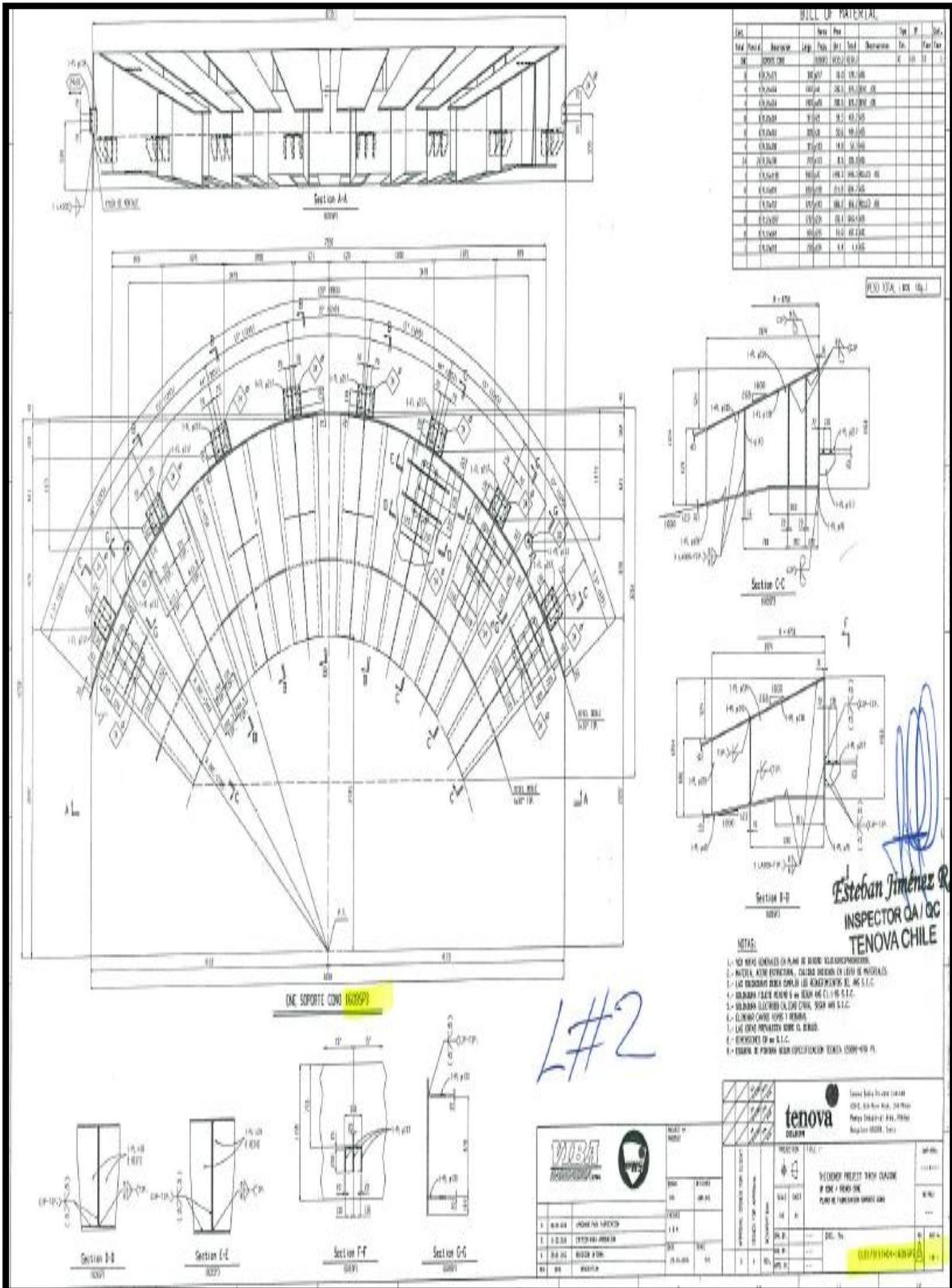
 Jefe de Control de Calidad





ANEXO H

Trazabilidad del soporte de cono 1609SP3



ANEXO I

Registro de trazabilidad del cono espesador.

|  | | SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD QUALITY MANAGEMENT SYSTEM | | COPRO-11960-01 | | | | |
|---|--------|---|--------------------------|---|--------------------|--------------|-------------------|------------|
| REGISTRO (RECORD) | | | | VERSIÓN: 0 | | | | |
| REGISTRO DE TRAZABILIDAD MATERIALES | | | | FECHA: 06/11/12 | | | | |
| | | | | HOJA: 1 de 1 | | | | |
| 1. GRUPO GENERAL: | | SUMINISTRO Y FABRICACION DE ESPESADOR DE 0,4 M | | | 01.08.10.01 | | | |
| FABRICANTE (SUBCONTRATISTA): | | TECNICAS METALICAS ING. SAC. | | | | | | |
| LINEA: | | PLANO DE REFERENCIA: | | | | | | |
| TAG: | | FECHA: | | REGISTRO N°: 121 | | | | |
| 2. TRAZABILIDAD DE LOS ELEMENTOS | | | | | | | | |
| CODIGO ELEMENTO | MARCA | COMPONENTE | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | CANTIDAD | MATERIAL | N° DE COLADA | N° DE CERTIFICADO | GUARADIA |
| CLD172157H4-1807C1 | 1807C1 | CONO | CONO | 1 | A36 | 1020883A | 102-174642-2-2 | 001-002854 |
| CLD172157H4-1807C1 p01 | p01 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p08 | p08 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p09 | p09 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p10 | p10 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p11 | p11 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p12 | p12 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p13 | p13 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p14 | p14 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p15 | p15 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p16 | p16 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p17 | p17 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p18 | p18 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p19 | p19 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p20 | p20 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p21 | p21 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p22 | p22 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p23 | p23 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p24 | p24 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p25 | p25 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p26 | p26 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p27 | p27 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p28 | p28 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p29 | p29 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p30 | p30 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p31 | p31 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p32 | p32 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p33 | p33 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p34 | p34 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p35 | p35 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p36 | p36 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p37 | p37 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p38 | p38 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p39 | p39 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| CLD172157H4-1807C1 p40 | p40 | PL25x138 | CONO | 1 | A36 | 1132145 (M1) | 20110503000822 | 001-080204 |
| 3. OBSERVACIONES: | | | | | | | | |
| (Empty space for observations) | | | | | | | | |
| 4. APROBACION FINAL: | | | | | | | | |
| SUBCONTRATISTA: | | SUPERVISOR DE CALIDAD: | | SUPERVISOR DE CALIDAD: | | | | |
|  | |  | |  | | | | |

ANEXO J

WPS según norma AWS D1.1

| | | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------------------------|--|--|--|---------------|
| | QUALITY MANAGEMENT SYSTEM REGISTER WELDING PROCEDURE SPECIFICATION ACCORDING AWS D1.1 2015 | | CCMQ-0399/0-01 Rev. 1 Date: 28/03/11 Page: 1 de 1 | | | | | |
| | WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) | | | | | | | |
| | PREQUALIFIED _____ QUALIFIED BY TESTING <u>Y</u> or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) | | | | | | | |
| Company Name: <u>Técnicas Metalicas S.A.C</u> Welding Process(es): <u>FCAW-G</u> Supporting PQR #'s: <u>TR-PQR-014</u> | | Identification: <u>TR-0076-003</u> Revision: <u>1</u> Date: <u>2011-04-14</u> By: <u>Fran Reyes</u> Authorized by: <u>Walter Garcia</u> Date: <u>2011-04-14</u> Type: Manual <input type="checkbox"/> Semi-Automatic <input checked="" type="checkbox"/> Automatic <input type="checkbox"/> Machine: <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| CONDITIONS USED Type: <u>Butt Joint - Double Bevel-Groove Weld</u> Single <input type="checkbox"/> Double Weld <input checked="" type="checkbox"/> Bevel: Yes <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Backing: <u>None</u> Root Opening: <u>0.5mm (0.02)</u> Root Face Dimension: <u>0.5mm (0.02)</u> Groove Angle: <u>45°/45° (2)</u> Radius (R-UP): _____ Back Chipping: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> (Note: Removal only grinding the weld to avoid notch) | | POSITION Position of Groove: <u>Horizontal 2F</u> Flat _____ Vertical Position: Up <input type="checkbox"/> Down <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| BASE METALS Material Spec: _____ Type of Base: _____ Thickness: Groove <u>3 - 48 mm</u> Flat _____ | | ELECTRICAL CHARACTERISTICS Transfer Mode (GMAW): Gas <input type="checkbox"/> Pulse <input type="checkbox"/> Spray <input type="checkbox"/> Shielding <input type="checkbox"/> Current: AC <input type="checkbox"/> DCEP <input checked="" type="checkbox"/> DCEN <input type="checkbox"/> Electrode: _____ Tungsten Electrode (GTAW): Size _____ Type _____ | | | | | | |
| FILLER METALS AWS Specification: <u>E6010</u> AWS Classification: <u>ET17.1M</u> | | TECHNIQUE Single or Wave Drive: _____ Multi-pass or Single Pass (per side): _____ Number of Electrodes: _____ Electrode Coating: Longitudinal _____ Lateral _____ Angle _____ Contact Tube to Work Distance: _____ Peeling: _____ Interpass Coating: <u>Wire Brush</u> | | | | | | |
| SHIELDING Flux: _____ Gas: <u>A-CO2</u> Compression: <u>NON-REDUCED</u> Electrode Flux (Clear): _____ Flow Rate: <u>1.5 - 2.0 L/min</u> Gas Dryer: _____ | | POSTWELD HEAT TREATMENT Tempering: _____ Time: _____ | | | | | | |
| TYPICAL | | | | | | | | |
| Patched (Indicate) | Thickness | Tensile (ksi) | | | | | | |
| | 1 to 20 mm | F | | | | | | |
| | over 20 to 24 mm | F ² | | | | | | |
| | over 24 to 48 mm | F ³ | | | | | | |
| over 48 mm | F ⁴ | | | | | | | |
| WELDING PROCEDURE | | | | | | | | |
| Pass or Weld Layer(s) | Process | Filler Metals | | Current | Voltage | Travel Speed | Joint Details | |
| | | Class | Chem | | | | | Type & Height |
| 100 A 200 A 300 A 200 A | FCAW-G FCAW-G FCAW-G FCAW-G | E717.1M E717.1M E717.1M E717.1M | 1 Bevel 1 Bevel 1 Bevel 1 Bevel | DCEP DCEP DCEP DCEP | 210-220 A 210-220 A 210-220 A 210-220 A | 35-37.5 V 32-35.0 V 28-32.0 V 27-30.0 V | 11.3 - 11.2 cm/min 11.3 - 11.7 cm/min 11.2 - 11.2 cm/min 11.2 - 11.7 cm/min | |
| Table 4.3 Item 10: +1.0% Table 4.3 Item 10: +1.0% Table 4.3 Item 10: +1.0% | | | | | | | | |
| PROJECT REVISION | | | | | | | | |
| APPROVED | | APPROVED WITH COMMENTS | | REJECTED | | REVISE & RESUBMIT | | |
| REQUEST BY: <u>A. Garcia</u> | | SIGNATURE: <u>[Signature]</u> | | DATE: <u>02/04/11</u> | | PROJECT: <u>CDI 1008</u> | | |

ANEXO K

PQR según norma AWS D1.1

| QUALITY MANAGEMENT SYSTEM REGISTER | | CC/PRO-03/REG-08 | |
|------------------------------------|--|------------------|----------|
| PROCEDURE QUALIFICATION RECORD | | Rev: | 3 |
| ACCORDING AWS D1.1 2010 | | Date: | 12/04/13 |
| | | Page: | 1 of 1 |

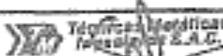
| PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR) | | | | | | | | |
|--|---------|---|-------|-----------------|-----------|---------|--------------|---------------|
| PREQUALIFIED | | QUALIFIED BY TESTING | | | | | | |
| or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) | | | | | | | | |
| Company Name: <u>Técnicas Metalicas Ing. S.A.C.</u> | | Identification: <u>TM-PQR-014</u> | | | | | | |
| Welding Process(es): <u>FCM-G</u> | | Revision: <u>2</u> | | | | | | |
| Supporting PQR N° (s): <u>-</u> | | Date: <u>abr-16</u> | | | | | | |
| | | By: <u>Miguel Quiroz</u> | | | | | | |
| | | Authorized by: <u>Miguel Quiroz</u> | | | | | | |
| | | Date: <u>abr-16</u> | | | | | | |
| | | Type: Manual <input type="checkbox"/> Machine <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| | | Semi-Automatic <input checked="" type="checkbox"/> Automatic <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| JOINT DESIGN USED | | | | | | | | |
| Type: <u>Butt Joint - Double Bevel-Groove Weld</u> | | | | | | | | |
| Single <input type="checkbox"/> Double Weld <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | |
| Backing: Yes <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | |
| Backing Material: <u>-</u> | | | | | | | | |
| Root Opening: <u>3mm</u> Root Face Dimension: <u>3mm</u> | | | | | | | | |
| Groove Angle: <u>45°</u> Radius (J - U): <u>-</u> | | | | | | | | |
| Bevel Chasing: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> | | | | | | | | |
| Method: <u>Removal with grinding the weld is sound metal</u> | | | | | | | | |
| BASE METALS | | | | | | | | |
| Material Spec: <u>ASTM A36</u> | | | | | | | | |
| Type or Grade: <u>-</u> | | | | | | | | |
| Thickness: Groove <u>25 mm</u> Fillet <u>-</u> | | | | | | | | |
| FILLER METALS | | | | | | | | |
| AWS Specification: <u>A5.20</u> | | | | | | | | |
| AWS Classification: <u>E71T-M</u> | | | | | | | | |
| SHIELDING | | | | | | | | |
| Flux: <u>-</u> Gas: <u>A+C02</u> | | | | | | | | |
| Composition: <u>80%Ar+20%CO2</u> | | | | | | | | |
| Electrode-Flux(Gas): <u>-</u> Flow Rate: <u>18L/min</u> | | | | | | | | |
| Gas Cup Size: <u>34CT025</u> | | | | | | | | |
| PREHEAT | | | | | | | | |
| Preheat Temp. Min: <u>Environmental Temperature 24°C</u> | | | | | | | | |
| Interpass Temp. Min: <u>80°C</u> Max: <u>150°C</u> | | | | | | | | |
| ELECTRICAL CHARACTERISTICS | | | | | | | | |
| Transfer Mode (GNAR): Globular <input type="checkbox"/> Pulsed <input type="checkbox"/> Short-Circuiting <input type="checkbox"/> Spray <input type="checkbox"/> | | | | | | | | |
| Current: AC <input type="checkbox"/> DCEP <input checked="" type="checkbox"/> DCEN <input type="checkbox"/> | | | | | | | | |
| Other: <u>-</u> | | | | | | | | |
| Tungsten Electrode (GTAW): Size <u>-</u> Type <u>-</u> | | | | | | | | |
| TECHNIQUE | | | | | | | | |
| Stringer or Weave Bead: <u>-</u> Stringer/Weave Bead <input type="checkbox"/> Multipass <input type="checkbox"/> | | | | | | | | |
| Multi-pass or Single Pass (per side): <u>-</u> Multipass <input type="checkbox"/> | | | | | | | | |
| Number of Electrodes: <u>1</u> | | | | | | | | |
| Electrode Spacing: Longitudinal <u>-</u> Lateral <u>-</u> Angle <u>-</u> | | | | | | | | |
| Contact Tube to Work Distance: <u>10mm</u> | | | | | | | | |
| Peening: <u>None</u> | | | | | | | | |
| Interpass Cleaning: <u>Wire Brush</u> | | | | | | | | |
| POSTWELD HEAT TREATMENT | | | | | | | | |
| Temp: <u>-</u> | | | | | | | | |
| Time: <u>-</u> | | | | | | | | |
| WELDING PROCEDURE | | | | | | | | |
| Part of Weld (Letter) | Process | Filler Metals | | Current | | Volts | Travel Speed | Joint Details |
| | | Class | diam. | Type & Polarity | Amps | | | |
| SIDE A 2007 | FCM-G | E 71T-M | 1.6mm | DCEP | 240-280 A | 22-24 V | 15-25 cm/min | |
| | FCM-G | E71T-M | 1.6mm | DCEP | 240-300 A | 24-26 V | 15-35 cm/min | |
| SIDE B 2007 | FCM-G | E71T-M | 1.6mm | DCEP | 240-300 A | 24-26 V | 15-25 cm/min | |
| | FCM-G | E71T-M | 1.6mm | DCEP | 240-320 A | 24-26 V | 15-35 cm/min | |

NWS
Miguel Quiroz Quiroz
CWI 14120821
CCI EXP. 12/1/2017

Alejandro Cuevas S.
QA/QC Inspector
Leader Suppliers
Tenova Chile SpA
Aprobado
05/04/16

ANEXO L

Registro de calificación de PQR

| PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR) # <i>TM-PQR-014</i> | | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------------------|---|----------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--|
| TEST RESULTS | | | | | | | | |
| <u>TENSILE TEST</u> | | | | | | | | |
| Tensile report n° <u>MAT-MAR-0231-1/2013</u> | | | | | | | | |
| Specimen N° | Width (mm.) | Thickness (mm.) | Area (mm ²) | Ultimate Tensile Load (kg) | Tensile Strength (Mpa) | Character of Failure and Location | | |
| T1 | 20.22 | 25.40 | 515.4 | 280.1 | 551 | Ductile and Break in the Base Metal | | |
| T2 | 20.15 | 25.60 | 517.5 | 290.0 | 582 | Ductile and Break in the Base Metal | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| <u>GUIDED BEND TEST</u> | | | | | | | | |
| Guided bend report n° <u>MAT-MAR-0231-3/2013</u> | | | | | | | | |
| Specimen N° | Type of Bend | Result | Remarks | | | | | |
| DL-1 | Side | Pass | None | | | | | |
| DL-2 | Side | Pass | Flaws (2.0 mm) | | | | | |
| DL-3 | Side | Pass | Flaws (1.0 mm) | | | | | |
| DL-4 | Side | Pass | Flaws (1.0 mm) | | | | | |
| <u>VISUAL INSPECTION</u> | | | <u>RADIOGRAPHIC-ULTRASONIC EXAMINATION</u> | | | | | |
| Appearance | <u>Acceptable</u> | RT report n° | <u>020-03-13-CP</u> | Result | <u>Pass</u> | | | |
| Undercut | <u>Acceptable</u> | UT report n° | <u>-</u> | Result | <u>-</u> | | | |
| Flaring porosity | <u>None</u> | <u>MACROETCH TEST RESULTS</u> | | | | | | |
| Concavity | <u>None</u> | | | | | | | |
| Test Date | <u>05/03/2013</u> | | | | | | | |
| Witnessed by | <u>Ing Luis Chiroque</u> | | | | | | | |
| Other Tests | | | Macroetch report n° | <u>-</u> | Remarks | | | |
| <u>HARDNESS TEST</u> | | | Specimen N° | <u>-</u> | 1 | <u>-</u> | | |
| | | | 2 | <u>-</u> | 2 | <u>-</u> | | |
| | | | 3 | <u>-</u> | 4 | <u>-</u> | | |
| | | | | | | | | |
| All-weld-metal tension test | | | Tensile Strength, Psi | | | | | |
| Hardness report n° | | | Elongation in 2", % | | | | | |
| | | | Laboratory test n° | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Welder's name | | | <u>Felmino Sosa Christian</u> | Stamp n° | <u>S-275</u> | | | |
| Test Conducted by | | | <u>Pentelco Universidad Católica del Perú</u> | Laboratory | | | | |
| | | | Test Number | <u>-</u> | | | | |
| | | | Per | <u>-</u> | | | | |
| We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in conformance with the requirements of Section 4 of AWS D1.1/D1.1M, (2010) Structural Welding Code - Steel | | | | | | | | |
|   Luis Chiroque CWR 09015751 QC1 EXP. 1/1/2015 | | | Signed | | | | <u>Técnicas Metálicas Ing. SAC</u> | |
| | | | By | | | | <u>Ing. María Rincón</u> | |
| | | | Title | | | | <u>Quality Control Manager</u> | |
| | | | Date | | | | <u>03-Abr</u> | |
|  Técnicas Metálicas Ing. SAC | | | | | | | | |

ANEXO M

Informe de ensayo del PQR

| | | | |
|---|---|---|--|
|  | PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ | LABORATORIO DE MATERIALES LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA CON REGISTRO N°LE-027 |  REGISTRO N°LE-027 |
| ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN - LA CALIDAD ES UNO DE NOSOTROS | | | |
| <u>INFORME DE ENSAYO</u> | | | |
| Informe N° | : MAT-MAR-0231-1/2013. | | |
| Número de Páginas | : 3 | | |
| Solicitado por | : TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C. | | |
| Dirección | : Juan de Arona Nro. 151 Piso 9-10 - San Isidro. | | |
| Fecha de Emisión | : 2013.03.18. | | |
| 1. CONDICIONES DE ENSAYO | | | |
| • Tipo de Ensayo | : Tracción. | | |
| • Norma de Ensayo | : ASTM A370-12. | | |
| • Fecha de Ejecución | : 2013.03.14. | | |
| 2. CONDICIONES AMBIENTALES | | | |
| • Lugar de Ensayo | : Laboratorio de Materiales (PUCP). | | |
| • Temperatura | : Temperatura Ambiente (24.5 °C). | | |
| 3. OBSERVACIONES | | | |
| • La muestra ensayada fue proporcionada por el solicitante. | | | |
| 1 de 3 |  Firma: [Firma manuscrita] Sello: LABORATORIO DE MATERIALES - PUCP REGISTRO N°LE-027 Módulo de Control de Calidad | | |
| Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales - PUCP. | | | |
| Av. Universidad 1801 - San Miguel, Lima - Perú http://www.pucp.edu.pe | Agencia Postal N° 1761 Lima 100 - Perú informa@pucp.edu.pe | Teléfono (511) 626 - 2000 Answer: 4842 | Telefax (511) 626 - 2055 |

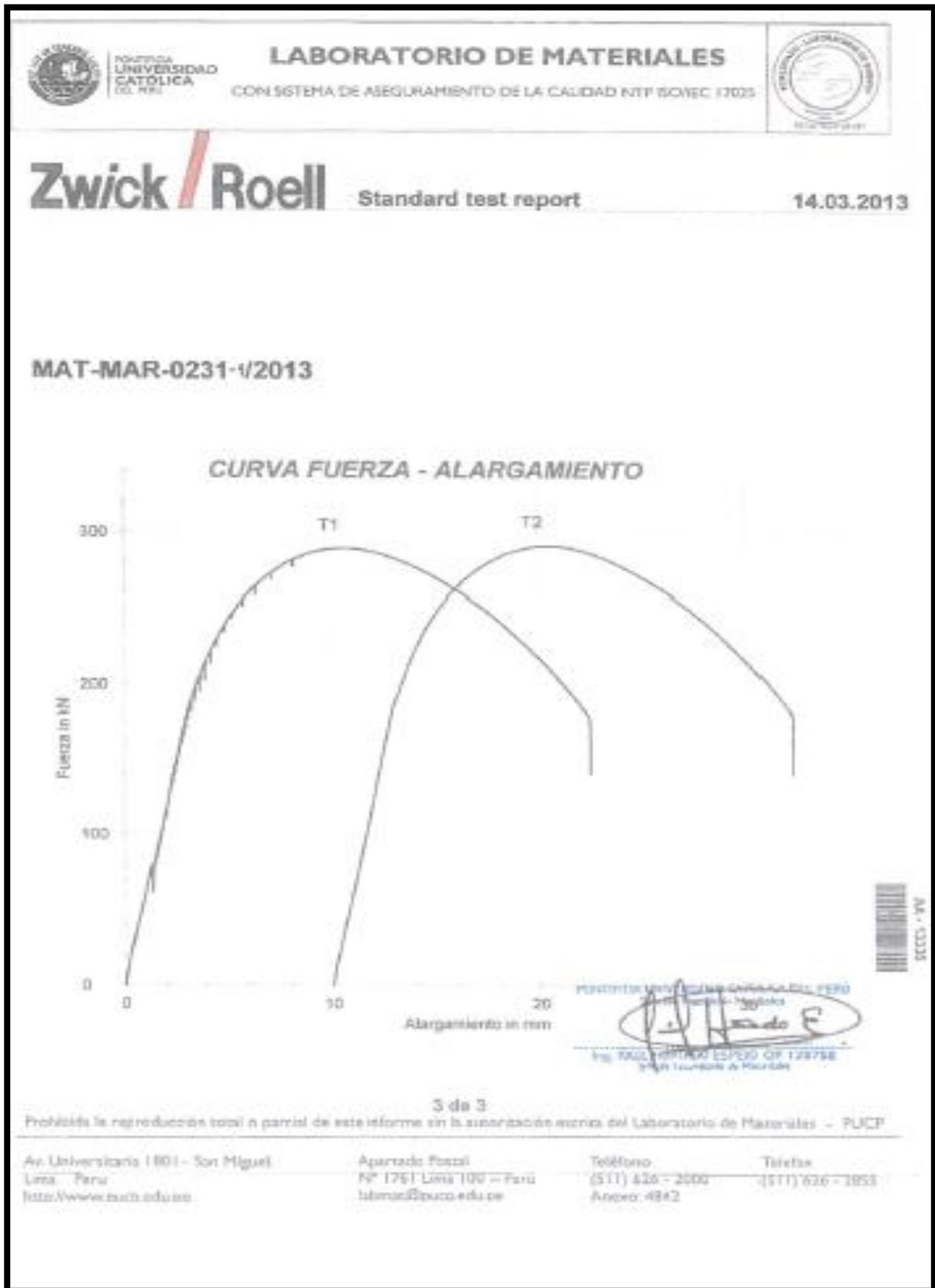
ANEXO N

Ensayos de tracción del informe de laboratorio

|  | LABORATORIO DE MATERIALES CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD NTP ISO/IEC 17025 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|---------|-------|----|----|-----------------------------------|------------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|-------------|--------|-------|-------|-----------------|--------|-----|-----|
| MAT-MAR-0231-1/2013 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO DE TRACCIÓN INFORME DE LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAT-Lab-4 04 Rev.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número Total de Páginas: 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REALIZADO POR | : Laboratorio de Materiales - Analista 08. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUESTRA | : Probetas soldadas (FCAW - G). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE EJECUCIÓN | : 2013.03.14. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">MUESTRA</th> <th>T1</th> <th>T2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">SECCIÓN TRANSVERSAL (a x b)</td> <td>ANCHO (mm)</td> <td style="text-align: center;">20.22</td> <td style="text-align: center;">20.15</td> </tr> <tr> <td>ESPESOR (mm)</td> <td style="text-align: center;">25.49</td> <td style="text-align: center;">25.08</td> </tr> <tr> <td>ÁREA (mm²)</td> <td style="text-align: center;">515.4</td> <td style="text-align: center;">517.5</td> </tr> <tr> <td>CARGAS (kN)</td> <td>MÁXIMA</td> <td style="text-align: center;">289.1</td> <td style="text-align: center;">290.6</td> </tr> <tr> <td>ESFUERZOS (MPa)</td> <td>MÁXIMA</td> <td style="text-align: center;">561</td> <td style="text-align: center;">562</td> </tr> </tbody> </table> | | | MUESTRA | | T1 | T2 | SECCIÓN TRANSVERSAL (a x b) | ANCHO (mm) | 20.22 | 20.15 | ESPESOR (mm) | 25.49 | 25.08 | ÁREA (mm ²) | 515.4 | 517.5 | CARGAS (kN) | MÁXIMA | 289.1 | 290.6 | ESFUERZOS (MPa) | MÁXIMA | 561 | 562 |
| MUESTRA | | T1 | T2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SECCIÓN TRANSVERSAL (a x b) | ANCHO (mm) | 20.22 | 20.15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ESPESOR (mm) | 25.49 | 25.08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ÁREA (mm ²) | 515.4 | 517.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CARGAS (kN) | MÁXIMA | 289.1 | 290.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESFUERZOS (MPa) | MÁXIMA | 561 | 562 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Incertidumbres (factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza de 95%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Esfuerzo máximo (MPa) | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">± 2.8</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">± 2.9</td> </tr> </table> | ± 2.8 | ± 2.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ± 2.8 | ± 2.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> . Condición de las muestras: Visualmente en buen estado. . Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante. . Norma de Ensayo: ASTM A370 -12. . Norma de Soldadura: "Structural Welding Code - Steels" AWS D1.1-2010. . La rotura de la muestra T1 y T2 se produjo en el metal base. . Según Indicciones del solicitante: Material base: ASTM A36. Proceso: FCAW-G. Posición: 2G. Tipo de junta: Junta a tope con doble bisel. Soldador: Patolino Sosa Chilean (S-275). Diámetro de alambre: 1.6 mm (E71T-1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Prohíbese la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales. Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 de 3 Prohíbese la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales - PUCP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Av. Universitaria 1801 - San Miguel, Lima - Perú http://www.pucp.edu.pe | Apartado Postal N° 1761 Umas 100 - Perú labmat@pucp.edu.pe | Teléfono (511) 626 - 2000 Anexo: 4643 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Telefax (511) 626 - 2855 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO Ñ

Gráficas de ensayo de tracción



ANEXO O

Ensayo de doblado de laboratorio

LABORATORIO DE MATERIALES

Departamento de Ingeniería
Sección Ingeniería Mecánica



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO 9001:2008

MAT-MAR-0231-3/2013

ENSAYO DE DOBLADO

MAT-Lab-4.04 Rev.0

INFORME DE LABORATORIO

Número Total de Páginas: 1

SOLICITADO POR : TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C.
DIRECCIÓN : Juan de Arona Nro. 151 Piso 9 – 10 – San Isidro.
REALIZADO POR : Laboratorio de Materiales – Analista 08.
MUESTRA : Probeta soldada (FGAW – G).
FECHA : 2013.03.15.

RESULTADOS:

| MUESTRA | ÁNGULO DE DOBLADO | PRESENCIA DE DISCONTINUIDADES | OBSERVACIONES |
|---------|-------------------|-------------------------------|---------------|
| DL1 | 180° | --- | CONFORME |
| DL2 | 180° | Fisura (2,9 mm.) | CONFORME |
| DL3 | 180° | Fisura (1,9 mm.) | CONFORME |
| DL4 | 180° | Fisura (1,7 mm.) | CONFORME |

Fecha de Ejecución: 2013.03.14

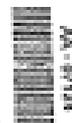
OBSERVACIONES:

- Condición de la muestra: Visualmente en buen estado.
- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.
- Norma de Ensayo: "Structural Welding Code - Steels" AWS D1.1-2010.
- Temperatura ambiente durante el ensayo: 24,3 °C.
- Según indicaciones del solicitante:

Material base: ASTM A36.
Proceso: FGAW-G. Posición: 2G.
Tipo de Junta: Junta a tope con doble bisel.
Soldador: Palomino Soes Christian (S-275).
Diámetro de alambre: 1,8 mm (E71T-1).

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Instituto Tecnológico

Ing. RAL
Módulo de Ingeniería de Materiales



AA-8718

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
Prohíbida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.
Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

1 de 1

ANEXO P

WPQ según norma AWS D1.1

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD (QUALITY MANAGEMENT SYSTEM) | CG/PRO-03/REG-04 | |
| | REGISTRO (REGISTER) WELDER, WELDING OPERATOR, OR TACK WELDER QUALIFICATION TEST | Rev (Edition): 2 Fecha (Emission): 01/03/12 Pág (Sheet): 1 de 1 | |

| | |
|--|---------------------------------------|
| Type of Welder: <u>CJP Groove welds for Montubster Connections</u> | D.N.I.: <u>45773851</u> |
| Name: <u>Ruiz Bardales, Oscar</u> | Identification N°: <u>5-259</u> |
| Welding Procedure Specification N°: <u>TM-WPS-012</u> | Rev: <u>1</u> Date: <u>28/03/2016</u> |

| VARIABLES | Record Actual Values Used in Qualification | Qualification Range |
|---|--|--|
| Process/Type [Table 4.12, Item (1)] | FCAW | FCAW |
| Electrode (single or multiple) [Table 4.12, Item (7)] | - | - |
| Current/Polarity | DCEP | - |
| Position [Table 4.12, Item (4)] | 3G | F.H.V |
| Weld Progression [Table 4.12, Item (5)] | Up/8 | Up/8 |
| Backing (YES or NO) [Table 4.12, Item (6)] | NO | With and without Backing |
| Material/Spec. | A57M A36 | Any material of Group I and II |
| Base Metal | | |
| Thickness: (Plate) | - | - |
| Groove | 1" | 1/8" - Unlimited (See Table 4.11 (1)) |
| Filet | - | Also qualifies for welding any fillet or PJP weld size on any thickness of plate, pipe or tubing. (See table 4.11 note d) |
| Thickness: (Pipe/tube) | - | - |
| Groove | - | 1/8" - Unlimited (See Table 4.11 (1)) |
| Filet | - | Also qualifies for welding any fillet or PJP weld size on any thickness of plate, pipe or tubing. (See table 4.11 note d) |
| Diameter: (Pipe) | - | - |
| Groove | - | Only qualified for pipe equal to or greater than 24 in (600 mm) in diameter with backing, backgrogging, or both (See table 4.12 note c) |
| Filet | - | - |
| Filler Metal [Table 4.12] | | |
| Spec. N° | A5.20 | - |
| Class | E717-1M | - |
| F.N° [Table 4.12, Item (2)] | - | - |
| Gas / Flux Type [Table 4.12] | 80%Ar-20%CO2 | - |
| Other | - | - |

VISUAL INSPECTION (4.8.1)

Acceptable YES or NO YES

Guided Bend Test Results (4.31.5)

| Type | Result | Type | Result |
|-------------|------------|-------------|------------|
| Side Bend 1 | Acceptable | Side Bend 2 | Acceptable |

Fillet Test Results (4.31.2.3 and 4.31.4.1)

| | |
|--|----------------------|
| Appearance: <u>-</u> | Filet Size: <u>-</u> |
| Fracture Test Root Penetration: <u>-</u> | Macroetch: <u>-</u> |

(Describe the location, nature, and size of crack or tearing of the specimen.)

| | |
|------------------------|-----------------------|
| Inspected by: <u>-</u> | Test Number: <u>-</u> |
| Organization: <u>-</u> | Date: <u>-</u> |



Inspector Luis Pascual Chaurico
 CMI: 14280731
 OCS EXP: 8/1/2017

RADIOGRAPHIC TEST RESULTS (4.31.3.2)

| Film Identification Number | Results | Remarks | Film Identification Number | Results | Remarks |
|----------------------------|---------|---------|----------------------------|---------|---------|
| - | - | - | - | - | - |

| | |
|--|---------------------------------------|
| Inspected by: <u>Ing. Jonathan Pariona</u> | Test Number: <u>BEND TEST 1 AND 2</u> |
| Organization: <u>Técnicas Metálicas Ings SAC</u> | Date: <u>28/03/2016</u> |


Ing. Hector Carrera P.
 Supervisor de Calidad

We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in conformance with the requirements of Section 4 of AWS D1.1/D1.1M, (2010) Structural Welding Code - Steel.

| | |
|--|--|
| Manufacturer or Contractor: <u>Técnicas Metálicas Ings SAC</u> | Authorized By: <u>Ing. Hector Carrera Flores</u> |
| Date: <u>28/03/2016</u> | Date: <u>28/03/2016</u> |



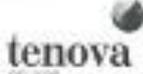
ANEXO Q

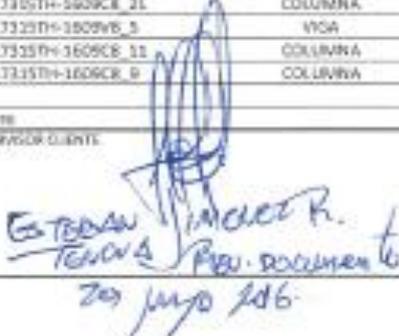
WPQ según norma ASME SECCION IX

|  | | SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD (QUALITY MANAGEMENT SYSTEM) | | COPRO-03/REG-04 | |
|--|--|---|--|--|----------------------------|
| FORMAT A FOR WELDER PERFORMANCE QUALIFICATION (WPQ) (See QW-301, Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code) | | | | Rev. (Edition): 1 | Fecha (Emission): 24/09/12 |
| Welder's name: <u>Alvar Flores, Davite</u> | | | | D.N.I.: <u>4558524</u> | Pág. (Sheet): 1 de 1 |
| Identification of WPS followed: <u>WPS-TM-ADWC-283</u> | | Identification N°: <u>9-767</u> | | <input checked="" type="checkbox"/> Test coupon <input type="checkbox"/> Production weld | |
| Specification and type grade or UNS Number of base metal(s): <u>ASTM A 35</u> | | Thickness: <u>25 mm</u> | | | |
| Testing Variables and Qualification Limits | | | | | |
| Working Variables (QW-303) | | Record Actual Values Used in Qualification | | Range Qualified | |
| Welding process(es): Type: <input checked="" type="checkbox"/> manual, semi-automatic used; | | FCAM-G | | FCAM-G | |
| Backing (with/without): <input checked="" type="checkbox"/> Plus <input type="checkbox"/> Plus (inner diameter of pipe or tube) | | Semi-automatic | | Semi-automatic | |
| Base metal P-Number(s) / P-Number: Filler metal or electrode specification(s) (RFA) (vols. only): | | Without Backing | | With and without backing | |
| Filler metal or electrode classification(s) (vols. only): Filler metal P-Number(s): | | Rate: | | --- | |
| Consumable insert (GTAW or PAW): <input checked="" type="checkbox"/> Metal Product Form (solid metal or flux cored) (vols.) (GTAW or PAW) | | P-Number 1 to P-Number 1 | | P-Number 1 | |
| Deposit thickness for each process: Process 1: <u>3</u> layers minimum: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No | | SFA 5.20 | | --- | |
| Process 2: <u>3</u> layers minimum: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No | | 47T P-M | | --- | |
| | | F-Number 8 | | F-Number 8 | |
| | | If it is not applicable | | --- | |
| | | Flux cored electrode | | --- | |
| | | 25 mm | | to 50 mm | |
| | | 1 pass: 4 mm | | 8 mm | |
| | | 3 - 4 pass: 21 mm | | 42 mm | |
| Position qualified (1G, 4G, 1F, 2F, 4F): | | 3G | | Basic P, V (Pipe and Pipe over 24" O.D.) and R Pipe - X, 24" O.D.) Flat P, H, V (Plate and Pipe) | |
| Vertical progression (up/down): | | Up/down | | Up/down | |
| Type of fuel gas (GFW): | | --- | | --- | |
| Inert gas backing (GTAW, PAW, GMAW): | | --- | | --- | |
| Transfer mode (spray/globular or pulse to short circuit-GMAW): | | Spray | | Spray | |
| GTAW current type/polarity (AC, DCEP, DCPN): | | --- | | --- | |
| Other: | | Protective gas 80% Argon and 20% CO2 | | Protective gas 80% Argon and 20% CO2 | |
| RESULTS | | | | | |
| Visual examination of completed weld (QW-302.4): <u>Accepted</u> | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Transverse face and root bevels (QW-462.3(a)) <input type="checkbox"/> Longitudinal bevels (QW-462.3(b)) <input checked="" type="checkbox"/> Side bevels (QW-462.2) | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Pipe bevel specimen, corrosion-resistant weld metal overlay (QW-462.5(c)) | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Plate bevel specimen, corrosion-resistant weld metal overlay (QW-462.5(d)) | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Pipe specimen, macro test for fusion (QW-462.5(e)) <input type="checkbox"/> Plate specimen, macro test for fusion (QW-462.5(e)) | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Type: Side Bevel 01 | | Result: Accepted | | Type: Side Bevel 02 | |
| --- | | --- | | Result: Accepted | |
| Alternative Nondestructive Examination Results (QW-191): | | | | | |
| Fillet weld - Fracture test (QW-191.2): | | --- | | RT <input type="checkbox"/> or UT <input type="checkbox"/> (select one) | |
| <input type="checkbox"/> Fillet welds in pipe (QW-462.4(b)) | | --- | | Length and percent of defects: | |
| Macro examination (QW-188): | | --- | | <input type="checkbox"/> Fillet welds in pipe (QW-462.4(c)) | |
| Other tests: | | --- | | Concentricity/roundness (X): | |
| Firm or specimens evaluated by: | | --- | | Company: <u>Técnicas Metálicas Ingeniería S.A.C.</u> | |
| Mechanical tests conducted by: <u>Lorenzo Lovers Flores</u> | | Laboratory test no.: <u>9-767</u> | | | |
| Welding supervised by: <u>Lorenzo Lovers Flores</u> | | | | | |
| We certify that the statements in this report are correct and that the test coupons were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of Section IX, 2010 of the ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE. | | | | | |
|  | | Manufacturer or Contractor: <u>Técnicas Metálicas Ingeniería S.A.C.</u> | |  | |
| Juan Carlos Mayta CNI 13112131 QC1 ESP. 11/10/06 | |  | | Ing. Hector Carrero P. Supervisor de Calidad Pq. 18228 Camino Flores | |
| Date: <u>2012/07/26</u> | | | | | |

ANEXO R

Trazabilidad de soldadores

|  | | PLAN DE INSPECCIÓN (PCI) QT-005-2016 TRAZABILIDAD DE SOLDADORES | | |  | |
|---|------------|---|----------------------|-----------------------|---|--|
| SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE ESPESADOR DE Ø54 M | | | | | REG. N° 01 | |
| NOMBRES Y APELLIDOS | N° ESTAMPA | N° WPS | N° PQR | CODIGO DE ELEMENTO | DESCRIPCION | |
| García Aquino, Dante | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C10_18 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C10_19 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C10_20 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C10_21 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C10_22 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C10_4 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C10_5 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C10_6 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C10_7 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C10_8 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_1 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_12 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_21 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_22 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_23 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_24 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_3 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_4 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_5 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_6 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C30_1 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C30_10 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C30_11 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C30_12 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C30_13 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C30_2 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C30_3 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C30_4 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C30_5 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C30_6 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C30_7 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C30_8 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C30_9 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_1 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_17 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_18 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_19 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_20 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_21 | COLUMNA | |
| | S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C3_25 | COLUMNA | |
| S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C8_18 | COLUMNA | | |
| S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C8_19 | COLUMNA | | |
| S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C8_20 | COLUMNA | | |
| S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C8_21 | COLUMNA | | |
| S-1130 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C8_3 | VIGA | | |
| Robles Rivera Dámaris Enrique | S-1370 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C8_12 | COLUMNA | |
| | S-1370 | TM-WPS-012 | TM-PQR-009 | CLD17315TH-1609C8_9 | COLUMNA | |

| | |
|---|---|
| SUBCONTRATISTA INSPECTOR DE TBE  FREDDY ROSALES ZURRUTZEN INSPECTOR DE CALIDAD ASNT SNT TC 1A LEVEL 1 VTRP AD-NDT 3720 C120646/1 | CLIENTE SUPERVISOR CLIENTE  ESTEBAN TENOVA Pto. documento 29 Mayo 2016 |
|---|---|

ANEXO S

Registros de medición de condiciones ambientales

|  | PLAN DE INSPECCION (QC) QT: 001-2016 |  | | | | | | | | |
|--|---|---|------|-------|-----|-------|----------------|-----------|----|---------------|
| 1. CONDICIONES AMBIENTALES (SEGÚN NORMA ASTM E 337) | | | | | | | | | | |
| Nota: TBS Temperatura de Bulbo Seco (°C) TBH Temperatura de Bulbo Húmedo (°C) TSUP. Temperatura del Sustrato Metálico (°C) NHR Porcentaje de Humedad Relativa (%) TROC Temperatura del Punto de Rocío (°C) | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TBS | TBH | TSUP. | NHR | TROC. | Δ(TSUP.-TROC.) | ACEPTABLE | | OBSERVACIONES |
| | | | | | | | | SI | NO | |
| 03/05/2016 | 10:00 am | 24 | 19.5 | 22 | 77 | 18 | 4 | X | - | - |
| 03/05/2016 | 2:30 pm | 25 | 19 | 24 | 75 | 19 | 5 | X | - | - |
| 04/05/2016 | 10:00 am | 23 | 21 | 23 | 76 | 19 | 4 | X | - | - |
| 04/05/2016 | 3:00 pm | 23 | 20 | 22 | 77 | 18 | 4 | X | - | - |
| 05/05/2016 | 11:30 am | 24 | 19.5 | 24 | 76 | 20 | 4 | X | - | - |
| 05/05/2016 | 2:30 pm | 25 | 20 | 25 | 76 | 21 | 4 | X | - | - |
| 05/05/2016 | 11:00 am | 23 | 20 | 22 | 75 | 18 | 4 | X | - | - |
| 06/05/2016 | 2:30 pm | 24 | 19 | 24 | 76 | 19 | 5 | X | - | - |
| 07/05/2016 | 10:00 am | 23 | 19 | 23 | 75 | 19 | 4 | X | - | - |
| 07/05/2016 | 4:00 pm | 23 | 20 | 24 | 75 | 20 | 4 | X | - | - |
| 10/05/2016 | 12:30 pm | 24 | 21 | 25 | 77 | 21 | 4 | X | - | - |
| 10/05/2016 | 3:00 pm | 23 | 20 | 24 | 77 | 20 | 4 | X | - | - |
| SUBCONTRATISTA | | CLIENTE | | | | | | | | |
| INSPECTOR QC TMI | | SUPERVISOR CLIENTE | | | | | | | | |
|  LUIS A. BARRETO INSPECTOR QC-PINTURA | | | | | | | | | | |

ANEXO T

Cronograma de fabricación de espesador

