

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACION DE  
TANQUES DE AIRE PARA MAQUINAS PERFORADORAS DE  
DIMENSIONES 1/8X400X800(ESPEORES DELGADOS DE 3 A 4.5 MM)  
PARA LA EMPRESA RESEMIN S.A”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**BERROCAL TORRES, JAVIER ISAAC**

**Villa El Salvador**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico a Dios por darme la fuerza para seguir adelante por mis objetivos, a mis padres: Alejandro y Patrocinia por su apoyo incondicional y que supieron aconsejarme.

A mi hermana: Miriam por la fe que me tiene, mis hermanos Roberto y Enrique que supieron apoyarme.

A mi pareja Hellen quien me apoyo en la culminación de mi carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

A los docentes de la UNTELS, por compartir su conocimiento a lo largo de esta etapa profesional.

A la empresa HUAG S.A, por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

Al Ingeniero Lidio Alata por su paciencia y conocimiento para desarrollarme profesionalmente.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2. Justificación del Problema.....	3
1.3. Delimitación del Proyecto.....	3
1.3.1. Espacial.....	3
1.3.2. Temporal .....	3
1.4. Formulación del Problema .....	4
1.4.1. Problema General .....	4
1.4.2. Problema Específico .....	4
1.5. Objetivos .....	4
1.5.1. Objetivos Generales .....	4
1.5.2. Objetivos Específicos .....	4
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1. Antecedentes .....	5
2.1.1. Contexto internacional .....	5
2.1.2. Contexto nacional.....	6
2.2. Bases Teóricas .....	7
2.2.1. Recipiente a Presión.....	7
2.2.2. Clasificación de los recipientes de presiones:.....	8
2.2.2.1. Por su uso.....	8
2.2.2.2. Por su Forma.....	9
2.2.3. Componentes de recipientes a presión.....	10
2.2.3.1. Cabezales del Recipiente .....	10
2.2.4. Soldadura en recipiente de presión .....	13
2.2.5. Posiciones de soldadura.....	14
2.2.5.1. Tipos de juntas. ....	14
2.2.6. Tipos de soldadura .....	15
2.2.7. Inspección y prueba de soldadura .....	16
2.2.7.1. Inspección visual (VT).....	17
2.2.7.2. Líquidos penetrantes (PT).....	19
2.2.7.3. Ensayo radiográfico (RT) .....	19
2.2.8. Imperfecciones en soldadura tipos de discontinuidades .....	20
2.2.8.1. Tipo de discontinuidades .....	20

2.2.8.2. Las discontinuidades en soldadura .....	21
2.2.9. Procesos soldadura.....	23
2.2.9.1. Proceso de soldadura GMAW.....	23
2.2.9.2. Transferencia metálica.....	25
2.2.9.3. Sistema de clasificación de los electrodos para proceso GMAW.	28
2.2.9.4. Proceso de soldadura GTAW .....	29
2.3. Definición de Términos Básicos .....	34
<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA</b>	
<b>PROFESIONAL.....</b>	<b>38</b>
3.1. Modelo de Solución Propuesta.....	38
3.1.1. Desarrollo de la fabricación .....	38
3.1.1.1. Compra y recepción de materiales.....	38
3.1.1.2. Zona de habilitado .....	39
3.1.1.3. Zona de armado .....	39
3.1.1.4. Zona de soldadura .....	40
3.1.1.5. Zona de ensayo .....	43
3.1.1.6. Zona de pintado.....	48
3.2. Construcción de los tanques de aire .....	48
3.2.1. Datos del trabajo. ....	48
3.2.2. Plan de inspección y ensayo .....	49
3.2.3. Plan de calidad .....	49
3.2.4. Procedimiento de soldadura .....	49
3.2.5. Procedimiento de END (VT, PT y RT) .....	49
3.2.6. Homologación de los soldadores que intervendrán en la fabricación de los tanques de aire. ....	49
3.3. Resultados de mejora .....	50
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>54</b>

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Ejemplo de Lista de Verificación de Inspección de Soldadura-Antes, Durante y Después del proceso de soldadura.....	18
<b>Tabla 2.</b> Ventajas y limitaciones del proceso de soldadura GMAW.....	24
<b>Tabla 3.</b> Ventajas y Limitaciones del proceso de soldadura GTAW. ....	31
<b>Tabla 4.</b> Diámetro Vs Intensidad de Operación Máxima. ....	32
<b>Tabla 5.</b> Comparación procesos GTAW vs proceso GMAW (RMD).....	41
<b>Tabla 6.</b> Ventajas de producción.....	42

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tanque de Aire.....	7
<b>Figura 2.</b> Clasificación de los Recipientes a presión.....	8
<b>Figura 3.</b> Clasificación de los Recipientes a presión.....	9
<b>Figura 4.</b> Recipientes a presión Esféricos y Cilíndricos .....	9
<b>Figura 5.</b> Tipo de tapas para recipientes cilíndricos horizontales.....	12
<b>Figura 6.</b> Clasificación General de los Procesos de soldadura .....	13
<b>Figura 7.</b> Tipos de juntas.....	15
<b>Figura 8.</b> Soldadura tipo cordón. ....	15
<b>Figura 9.</b> Esquema de una soldadura en Filete. ....	16
<b>Figura 10.</b> Esquema de una soldadura de tapón y ranura. ....	16
<b>Figura 11.</b> Herramientas de inspección visual. ....	17
<b>Figura 12.</b> Efecto del Espesor de la Pieza en la Transmisión de Radiación .....	20
<b>Figura 13.</b> Detalle Proceso GMAW.....	23
<b>Figura 14.</b> Transferencia cortó circuito en el proceso GMAW .....	26
<b>Figura 15.</b> Comportamiento del voltaje y amperaje durante la transferencia por corto circuito. ....	26
<b>Figura 16.</b> Transferencia spray en el proceso GMAW .....	27
<b>Figura 17.</b> Transferencia Globular en el proceso GMAW .....	28
<b>Figura 18.</b> Transferencia Globular en el proceso GMAW .....	29
<b>Figura 19.</b> Tipos de Diámetro de electrodos .....	33
<b>Figura 20.</b> Corte por plasma-zona habilitado.....	39
<b>Figura 21.</b> Zona de Armado de Tanques de Aire .....	40
<b>Figura 22.</b> A) Nivel de soporte a soporte de bases .....	44
<b>Figura 23.</b> B) Medición de los agujeros de los soportes. ....	44
<b>Figura 24.</b> C) Medición de agujero a agujero respecto a los soportes. ....	45
<b>Figura 25.</b> A) Inspección de soldadura interna del tanque .....	45
<b>Figura 26.</b> B) Inspección de soldadura externa .....	46
<b>Figura 27.</b> C) Inspección de acabado final aplicando el proceso GMAW-RMD... ..	46
<b>Figura 28.</b> A) Aplicación de tintes penetrantes en las conexiones de 3/4 y 1/2 de diámetro.....	47
<b>Figura 29.</b> B) Aplicación del Revelador.....	47

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional lleva por título “PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TANQUES DE AIRE PARA MÁQUINAS PERFORADORAS DE DIMENSIONES 1/8X400X800(ESPESORES DELGADOS DE 3 A 4.5 MM) PARA LA EMPRESA RESEMIN S.A”, presentado por el Bachiller BERROCAL TORRES JAVIER ISAAC, es para optar el título de “Ingeniero Mecánico Eléctrico”

La empresa RESEMIN S.A, desarrolla sus actividades principales en el sector de la minería en el Perú y en el mundo. Desde sus inicios hasta la fecha, sosteniendo la fabricación de maquinaria para soluciones en la minería subterránea cubriendo en el mercado con equipos, componentes, perforadoras y de servicios de operación en las minerías en 17 países gracias a su tecnología e innovación, desarrollando un seguimiento de control de calidad y en su fabricación con el objetivo de mejorar el proceso de fabricación de los tanques de aire buscando reducir los costos y tiempos planificados en la producción la cual basa sus ingresos en los trabajos y proyectos designados siendo una inversión rentable para la empresa HAUG S.A .

La estructura que se ha seguido en este proyecto se compone de 3 capítulos. El primer capítulo comprende el planteamiento del problema, el segundo capítulo el desarrollo del marco teórico y el tercer capítulo corresponde al desarrollo del proyecto.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

En el presente trabajo planteamos el problema principal como mejorar el proceso de fabricación de tanque de aire para máquinas perforadoras para la empresa RESEMIN S.A donde se evidencia reproceso en la fabricación de los tanques de presión y esto nos refleja y a la vez nos genera más retraso en la entrega y en su fabricación que se había planificado al inicio.

Durante el proceso de la fabricación hay tres puntos críticos que debemos de tomar en cuenta el primer punto en la zona de habilitado, segundo punto armado y el tercer punto y ultimo soldadura donde este último punto nos centraremos más ya que ahí se da la problemática de la fabricación donde se tomaran medidas para mejorar la calidad de la soldadura y evitar reproceso en su fabricación, pero antes de eso se debe hacer un seguimiento previo en el segundo punto.

Donde se debe hacer un riguroso seguimiento en su fabricación y a su vez cumplir con los más altos estándares de control de calidad en todo el proceso de fabricación de los tanques de aire obteniendo como resultados un control adecuado de cada etapa dentro de los procesos de fabricación, garantizando de este modo un trabajo eficiente con un índice de gastos muy reducidos.

## **1.2. Justificación del Problema**

El proyecto realizado se basa en una propuesta de mejora en el proceso de fabricación de tanques de aire para máquinas perforadoras, para mejorar el tiempo y los costos del proyecto.

Donde se evidenciara también la eficiencia de cada proceso dependerá de muchos factores como zona de trabajo(armado del tanque de aire),la habilidad del operador(soldador),los consumibles, la máquina de soldar con tecnología incorporada durante el procesos de soldadura-GMAW-RMD, pruebas neumáticas entre otros, determinando la adecuada selección del proceso de soldadura con el propósito de cumplir con los requerimientos del proyecto efectividad que se tendrá durante cada etapa del proceso de fabricación y asegurando la reducción de gastos por producción.

Donde este proceso de mejora se podrá aplicar para los diferentes proyectos que se presenten a futuro para elaboración de tanques de menor espesor y con el fin de garantizar una buena calidad de soldadura y evitar reproceso en su fabricación.

## **1.3. Delimitación del Proyecto**

### **1.3.1. Espacial**

El proyecto se desarrolla en la empresa HAUG S.A, planta Parcela 10368 Ex Fundo Santa Rosa Lurín-Lima-Perú.

Por lo tanto, este proceso de mejora puede ser aplicable a cualquier empresa que se encuentre dentro del rubro de la manufactura metalmecánica.

### **1.3.2. Temporal**

El proceso de fabricación comprende el periodo de 15 días útiles en diciembre del 2019.

## **1.4. Formulación del Problema**

### **1.4.1. Problema General**

¿Cómo mejorar el proceso de fabricación de tanques de aire para máquinas perforadoras de dimensiones 1/8x400x800 (espesores delgados 3 a 4.5 mm) para la empresa RESEMIN S.A?

### **1.4.2. Problema Específico**

¿Será posible cambiar el proceso de fabricación de tanques de aire para las máquinas perforadoras para la empresa RESEMIN S.A?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivos Generales**

Proponer una mejora en el proceso de fabricación de tanques de aire para máquinas perforadoras de dimensión de 1/8x400x800 (espesores delgados de 3 a 4.5 mm) para la empresa RESEMIN S.A.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Lo primero que haremos será considerar tres puntos críticos en el proceso de construcción de los tanques de aire.
- Hacer el seguimiento aplicando los procedimientos, códigos y normas internacionales para la construcción de los tanques de aire.
- Establecer la comparación de dos procesos GTAW y GMAW (RMD).

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Contexto internacional

**Jaramillo Recalde, L.J y Velasteguí Balda, G.E. (2015)** en su tesis titulada “Análisis comparativo de los procesos de soldadura GTAW-SMAW, GTAW-GMAW y GMAW-GMAW aplicados en dos posiciones de soldadura 6G y 1GR utilizado en la industria petrolera en tubería de acero ASTM A -106 GR B “en la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador -Quito. Indica el objetivo general de su proyecto que presenta el estudio comparativo entre los diferentes procesos de soldadura que se utilizan en la industria petrolera SMAW, GTAW y GMAW, para la soldadura de tuberías que transporta petróleo o sus derivados, donde se elaborado y calificado los procedimientos de soldadura que se utilizan bajo el código ASME IX, se ha utilizado ensayos no destructivo para so comparación: RT, PT y ensayo destructivos como: Tracciones, doblados, dureza, macrografía, y metalografía. Con las variables principales de soldadura (voltaje, amperaje y velocidad de avance) se calcula la aportación de calor (Heat Input) y se compara con los parámetros establecidos en códigos. Tras la culminación del proyecto se determina que el proceso en estudio con mayor productividad es el proceso semi-automático GMAW con transferencia RMD / pulsada, ya que posee un buen control de las variables y buen manejo de los parámetros, presenta mayor velocidad de soldadura, y productividad, disminuye las reparaciones, limpieza y los costos de mano de obra que los procesos manuales SMAW y GTAW.

También se determina que la dimensión de zona afectada por el calor depende de la posición de soldadura en que se realice, la soldadura realizada en la posición plana rotada (1GR) posee mayor zona afectada por el calor que la soldadura realizada en la posición fija a 45 ° (6G).

**Álvarez Pacheco, José Darío (2014)** en su tesis titulada “Estudio comparativo de alambres tubulares metal Cored y tubulares flux Cored en procesos de soldadura semiautomáticos” en la Universidad Libre de Bogotá. Indica las diferencias de los dos alambres y respectos a sus ventajas que se

aplica en la industria, donde se estableció un nuevo concepto en el desarrollo de un nuevo consumible donde la diferencia radica en el núcleo de cada consumible, respecto al alambre metal cored se encontraron ventajas como por ejemplo velocidad del avance, disminución en la salpicadura y bajo costo de operación donde indicaría un alto nivel de producción, eficiencia y rentabilidad.

### **2.1.2. Contexto nacional**

**Vílchez Espinal, Jorge Luis (2016)** en su tesis titulado “Propuesta de mejora de calidad en los procesos para la fabricación de calderas a vapor en una empresa del sector metalmecánica” realizado en la Universidad Peruanas de Ciencias Aplicadas, donde nos expresa que el estudio que presenta el impacto que tiene una mejora en los procesos productivos referidos a plazos finales de entrega para una organización que fabrica calderas a vapor, dichos retrasos habían ocurrido en la etapa de ensamble de las planchas así como también es diseños e instalaciones y conexiones de instrumento de medición y control originando así demoras en lo planificado, que a su vez no se diera un seguimiento en el proceso así como el trabajo individual de cada operario.

Donde los resultados obtenidos se reflejaron en una reducción del 27% para su fabricación de las calderas de vapor llegando hasta 28 días en promedio se llegó a reducir los tiempos muertos en 7 días de lo planificado

**Ángel Rivera, Marco Antonio (2018)** en su tesis titulada “Mejoramiento del procedimiento de construcción de tanques de acero para reducir los costos de construcción en la empresa S. Lagos” en donde expresa el objetivo principal de evaluar los procesos actuales con lo que se venía realizando en la construcción de los tanques, buscando así la deficiencia de cada proceso o etapas, llegando a darle solución y posibles alternativas de mejora y con la finalidad de reducir los costos de producción.

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Recipiente a Presión

Castillo Rodríguez, (2018) según su concepto básico si el diseño de la presión interna excede a 15 psi este será conocido como recipiente de presión y que está diseñado para soportar fluidos (gases y líquidos). Los factores que influyen en la elección del tipo de recipiente es la ubicación y la función del recipiente como la naturaleza del fluido que tiene que almacenar, la temperatura y la presión de operación y su capacidad de volumen que almacena.

Según lo indicado en la imagen los recipientes que nos referimos son de paredes delgadas espesor de 3 a 4.5mm.

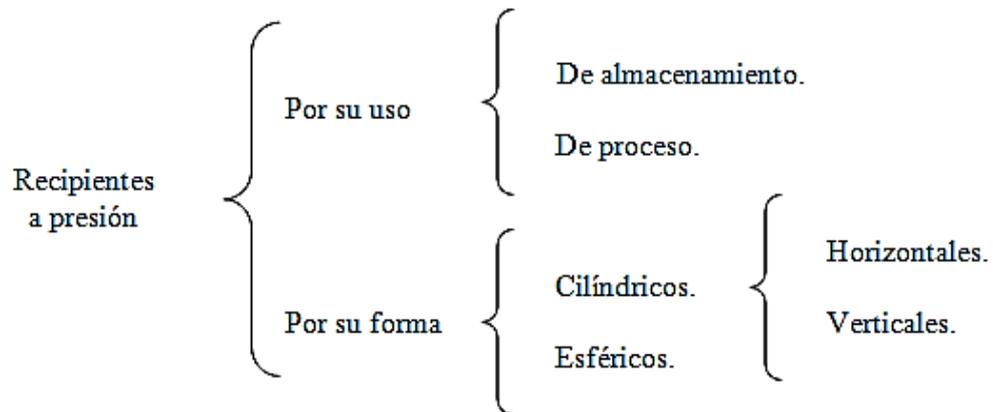


**Figura 1.** Tanque de Aire

**Fuente:** Personal

Los recipientes pueden ser clasificados de acuerdo con el servicio a que se destine, temperatura y presión de servicio, material y construcción y la geometría.

## 2.2.2. Clasificación de los recipientes de presiones:



**Figura 2.** Clasificación de los Recipientes a presión.

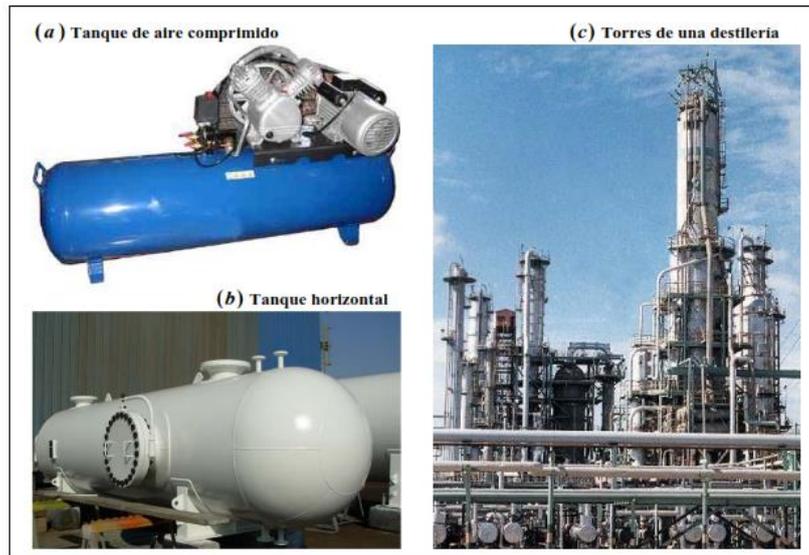
**Fuente:** J. M. León Estrada, Diseño y Cálculo de Recipientes Sujetos a Presión

### 2.2.2.1. Por su uso.

Según Eugene F. Megyesy en su manual de recipiente a presión, indica que hay dos tipos de clasificación de recipientes que puede ser de proceso y de almacenamiento

Recipiente de proceso: Este tipo de recipiente presenta muchas funciones y diversas aplicaciones por ejemplo en torres de destilación, intercambiadores de calor industriales, etc.

Recipiente de almacenamiento: Este tipo de recipientes solo tiene una sola función de almacenar líquidos a presión estable por ejemplo un tanque de almacenamientos de agua o petróleo, etc.



**Figura 3.** Clasificación de los Recipientes a presión.

**Fuentes:** A. Giudici y J. Massa, Compendio de Cálculos Estructural II

### 2.2.2.2. Por su Forma.

Según Eugene F. Megyesy en su manual de recipiente a presión, indica que hay dos tipos de recipiente por su forma que pueden ser esféricos o cilíndricos, donde resalta que los recipientes esféricos son utilizados como almacenamiento por obtener mayor capacidad de volumen y puede soportar presiones elevadas. Figura 4.



**Figura 4.** Recipientes a presión Esféricos y Cilíndricos

**Fuentes:** J. Tirenti, Arveng Training & Engineering

## **2.2.3. Componentes de recipientes a presión**

Los principales componentes del recipiente a presión son los siguientes:

### **2.2.3.1. Cabezales del Recipiente**

Un recipiente de presión se diferencia no solo por su presión interna o su forma o por su uso sino también por el acabado que presenta en la tapa que le caracteriza como un recipiente cerrado. Las tapas pueden ser: planas, planas con cejas, únicamente abombadas, abombadas con cejas invertidas, toriesféricas, elipsoidales, semiesféricas, tapas cónicas, etc. Lo más resaltante se mencionara en lo siguiente:

#### **2.2.3.1.1. Tapas planas**

Eugene F. Megyesy en su manual de recipiente a presión indica en su 6 edición que este tipo de tapas planas se utiliza generalmente para recipientes de presión atmosféricas o en algunos casos se puede utilizar en recipientes sujetos a presiones, el costo es muy bajo y usualmente se utiliza como fondo del tanque de almacenamiento de grandes dimensiones.

#### **2.2.3.1.2. Tapa planas con ceja**

Eugene F. Megyesy en su manual de recipiente a presión en su 6 edición que este tipo de tapas son similares a las tapas planas sin cejas pero presenta un límite de dimensión de 6 mts de diámetro como máximo.

#### **2.2.3.1.3. Tapas únicamente abombadas.**

Eugene F. Megyesy en su manual de recipiente a presión en su 6 edición indica que estos tipos de tapas abombadas son empleadas a presión manométrica relativamente bajas, el costo de su fabricación es considerado bajo, pero si va hacer utilizado para soportar presiones relativamente altas donde será necesario analizar la concentración de esfuerzos.

#### **2.2.3.1.4. Tapas abombadas con ceja invertida.**

Eugene F. Megyesy en su manual de recipiente a presión en su 6 edición indica que este tipo de tapas su uso es limitado ya que esta tapa abombada con ceja invertida es difícil su fabricación por la dificultad que presenta por eso se utiliza en ciertos casos especiales.

#### **2.2.3.1.5. Tapas toriesfericas**

Eugene F. Megyesy en su manual de recipiente a presión en su 6 edición establece que estos tipos de tapas tienen mayor aceptación en la industria, pueden soportar altas presiones, estas tapas son fabricados con un diámetro desde 0.3 hasta 6 metros cuyo diámetro es aproximadamente igual al radio de bombeo.

#### **2.2.3.1.6. Tapas semielípticas**

Eugene F. Megyesy en su manual de recipiente a presión en su 6 edición nos menciona que estas tapas semielípticas soportan mayor presión que las toriesfericas por la presencia de espesor relativamente alto, pero a su vez su costo es alto y está restringido su diámetro hasta 3 metros como máximo.

#### **2.2.3.1.7. Tapas semiesféricas**

Eugene F. Megyesy en su manual de recipiente a presión en su 6 edición nos menciona que estas tapas son utilizadas para soportar presiones críticas y a su vez su costo es alto en su fabricación, pero no presenta limitaciones en sus dimensiones.

#### **2.2.3.1.8. Tapas cónicas**

Eugene F. Megyesy en su manual de recipiente a presión en su 6 edición establece que son utilizadas en fondos como también son utilizadas en torres fraccionarias o de destilación, se debe tener en cuenta en la fabricación en el proceso de unión cono-cilíndrico, donde se debe reforzar las uniones soldadas.

### 2.2.3.1.9. Tapas toriconicas

Eugene F. Megyesy en su manual de recipiente a presión en su 6 edición una de las características que resalta es que presenta en su diámetro mayor un radio de transición que no debe pasar el 6 % del diámetro mayor o 3 veces el espesor.

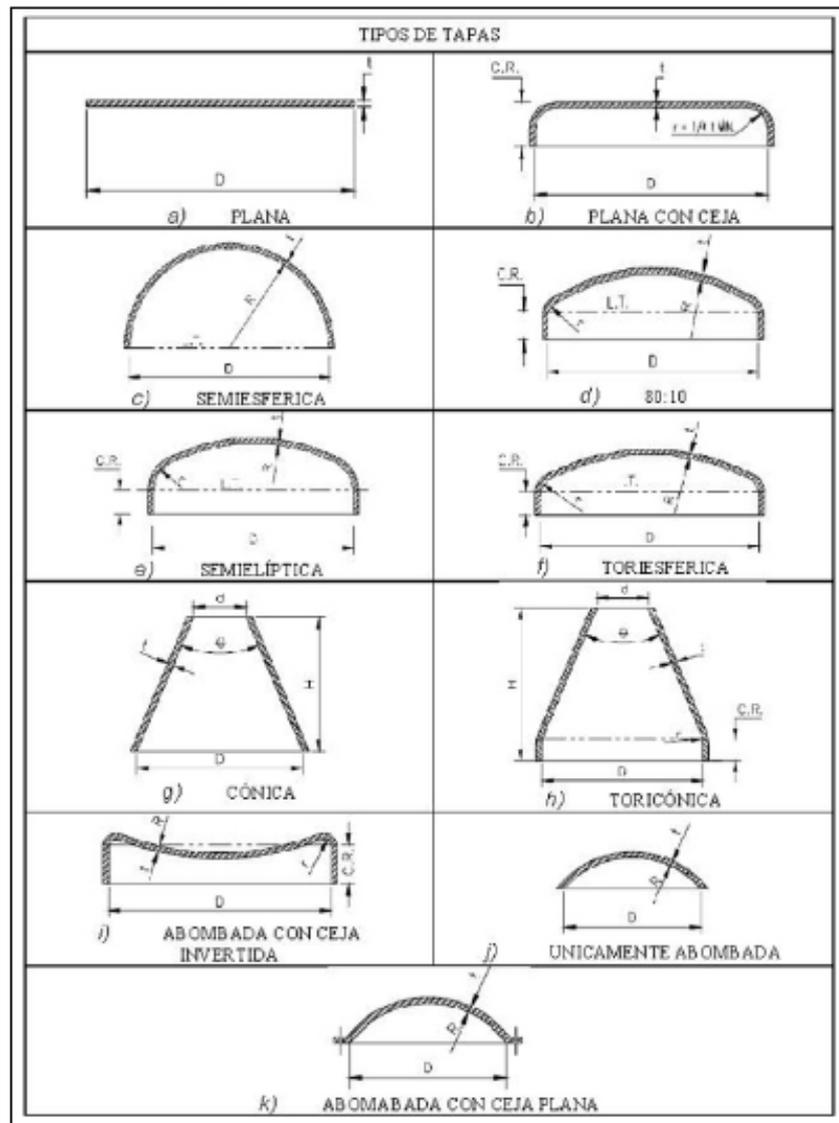
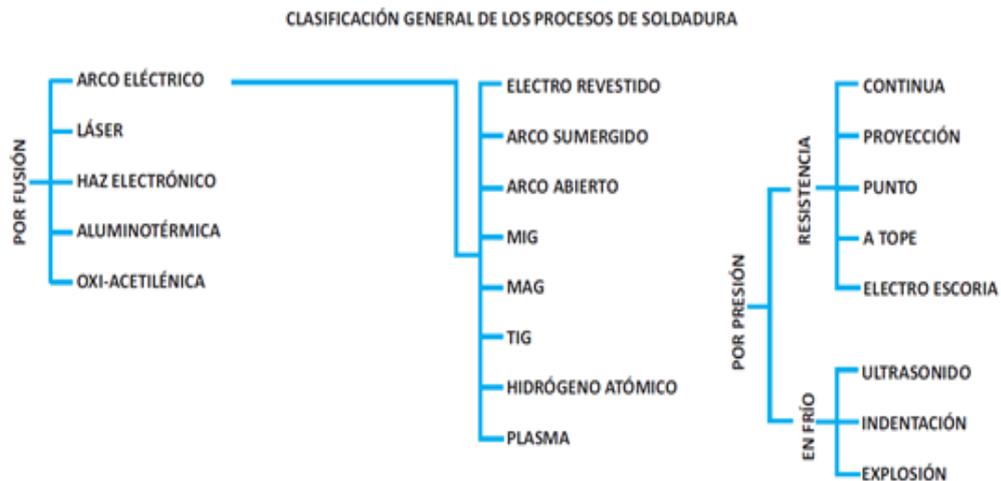


Figura 5. Tipo de tapas para recipientes cilíndricos horizontales

Fuente: Norma ASME VIII DIV.1

## 2.2.4. Soldadura en recipiente de presión

En nuestra actualidad la fabricación de los recipientes a presión se utiliza el procedimiento de soldadura, antiguamente se utilizaba remaches para unir sus componentes, este concepto de la soldadura es para unir dos metales por medio de calor y/o presión. Pueden ser clasificados por diferentes procesos de soldadura.



**Figura 6.** Clasificación General de los Procesos de soldadura

**Fuente:** Manual de soldadura SOLDEXA (2011)

En nuestro trabajo elaborado se describirá ampliamente los procesos de soldadura por arco eléctrico, dando mayor énfasis al proceso de soldadura GMAW (RMD) y el proceso GTAW en sus inicios, con que se ha desarrollado la fabricación de los recipientes.

Con el fin de revisar si una soldadura ha sido bien aplicada se utilizará varias formas de inspección será por medio de ensayo NDT, pero entre ellas están ensayo visual (VT), ensayo con tintes penetrantes (PT) e Inspección por radiografía (RT).

La inspección más utilizada es la radiografía, este puede ser total o por puntos, pero para esta fabricación se utilizó tres puntos para la inspección de juntas soldadas.

### **2.2.5. Posiciones de soldadura.**

Pardo Ordoñez & Valdiviezo Vilema, (2016) nos menciona que depende de la posición de la pieza de trabajo nos va a indicar que tipo de junta se va aplicar.

#### **2.2.5.1. Tipos de juntas.**

Según Pardo Ordoñez & Valdiviezo Vilema, (2016) se define como la orientación en la que dos o más miembros se van a unir. Establece que existen cinco tipos de juntas:

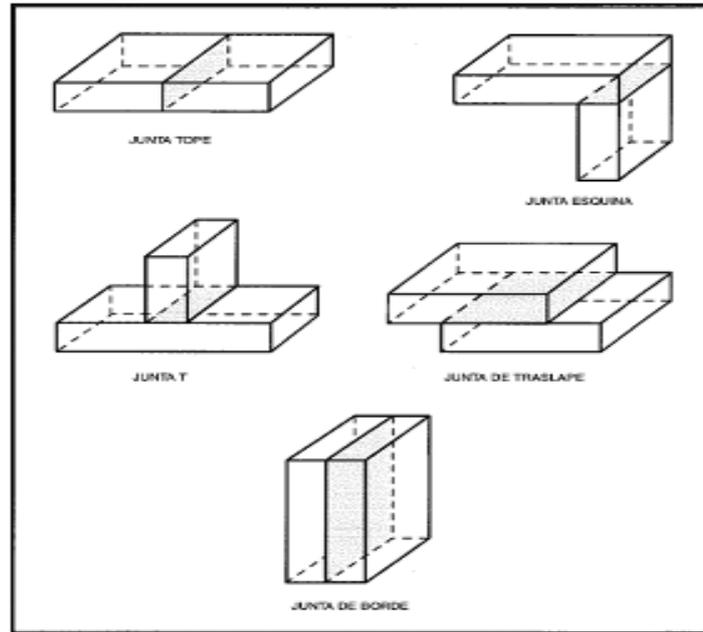
Junta a tope: En este tipo de junta presenta la misma línea en común de separación entre las dos placas.

Junta de esquina: Este tipo de junta se presentarán en la esquina, formando un ángulo recto.

Junta de borde: Esta junta de borde sus dos partes están paralelas y tienen un borde en común.

Junta en T: Esta junta es perpendicular al material base formando una T.

Junta superpuesta o traslapada: Esta junta consiste en dos partes que se traslapan o se sobreponen entre sí.



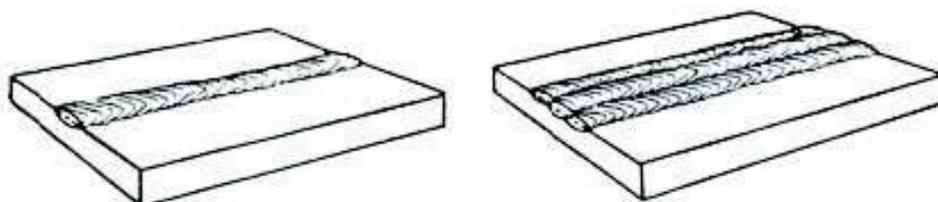
**Figura 7.** Tipos de juntas

**Fuente:** Símbolos Estándares para Soldadura, soldadura Fuerte y Examinación, No Destructiva AWS A2.4:2012

### 2.2.6. Tipos de soldadura

Existen cuatro tipos básicos de soldadura: soldadura de cordón, de filete, de tapón y de ranura.

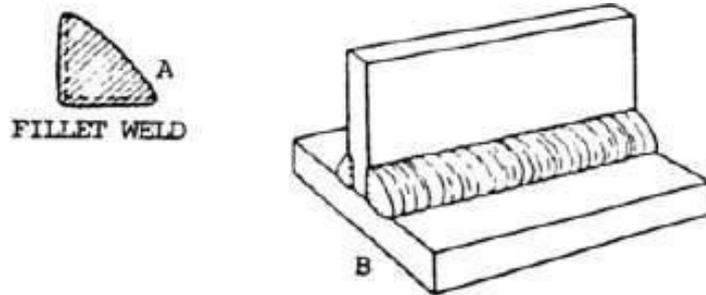
**De cordón:** Según Pardo Ordóñez & Valdiviezo Vilema, (2016), Este tipo de soldadura está compuesta de uno o más cordones depositados sobre la superficie interrumpida, este tipo de cordones son utilizados para reparar superficies o reemplazar superficies desgastadas. Figura 8



**Figura 8.** Soldadura tipo cordón.

**Fuente:** Manual de Soldexa (2011)

**De filete:** Según Pardo Ordonez & Valdiviezo Vilema, (2016), este tipo de soldadura de sección transversal aproximadamente triangular que une dos superficies en ángulo aproximadamente recto entre sí.

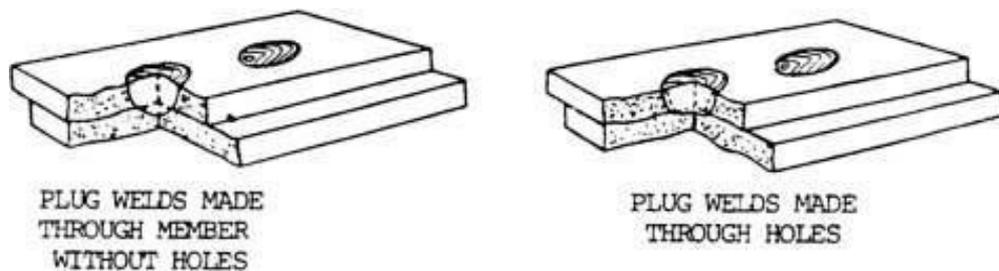


**Figura 9.** Esquema de una soldadura en Filete.

**Fuente:** Manual de Soldexa (2011)

**De tapón:** Según Pardo Ordoñez & Valdiviezo Vilema, (2016). Estos tipos de soldadura son circulares, este tipo de soldadura reemplaza el proceso de remachado. El agujero puede ser rellenado parcialmente o completamente con metal de soldadura.

**De ranura:** Según Pardo Ordoñez & Valdiviezo Vilema, (2016). Indica que el cordón de soldadura depositado en una ranura que generalmente requiere de preparación de la junta para facilitar su penetración.



**Figura 10.** Esquema de una soldadura de tapón y ranura.

**Fuente:** Manual de Soldexa (2011)

### 2.2.7. Inspección y prueba de soldadura

Hay varias razones para realizar la inspección de una unión soldada. Para este proceso se realizará por medio de ensayos no destructivos como VT, PT y RT.

### 2.2.7.1. Inspección visual (VT)

Este método de ensayo recae mucho en el inspector de soldadura ya que es la primera acción de inspección antes, durante y después del proceso de soldadura, dónde el inspector de soldadura se va a una lista de procedimientos donde le ayuda a organizar sus esfuerzos de inspección y que a su vez que cada tarea específica sea realizada cumpliendo con lo indicado en el procedimiento de soldadura. Un ejemplo de esta lista se muestra en la tabla 1. **(Inspección visual y otros métodos de NDE y símbolos-módulos).**

El inspector para que su inspección sea más efectiva y fácil su tarea de inspección en la soldadura utilizara herramientas de medición y dispositivos que le ayudara en la evaluación de la soldadura y en la construcción soldada. La figura 11 son herramientas que puede ser usada por el inspector para su inspección. **(Inspección visual y otros métodos de NDE y símbolos-módulos).**



**Figura 11.** Herramientas de inspección visual.

**Fuente:** Tecnología de inspección de soldadura

Se debe de tener en cuenta también que la inspección visual será aplicada durante cada etapa del proceso de fabricación considerando así la evaluación de calidad de entrega como a su vez se debe realizar una inspección en forma continua si bien aparezcan imperfecciones hacer la evaluación y ser corregido de manera efectiva. **(Inspección visual y otros métodos de NDE y símbolos-módulos).**

**Tabla 1.** Ejemplo de Lista de Verificación de Inspección de Soldadura-Antes, Durante y Después del proceso de soldadura.

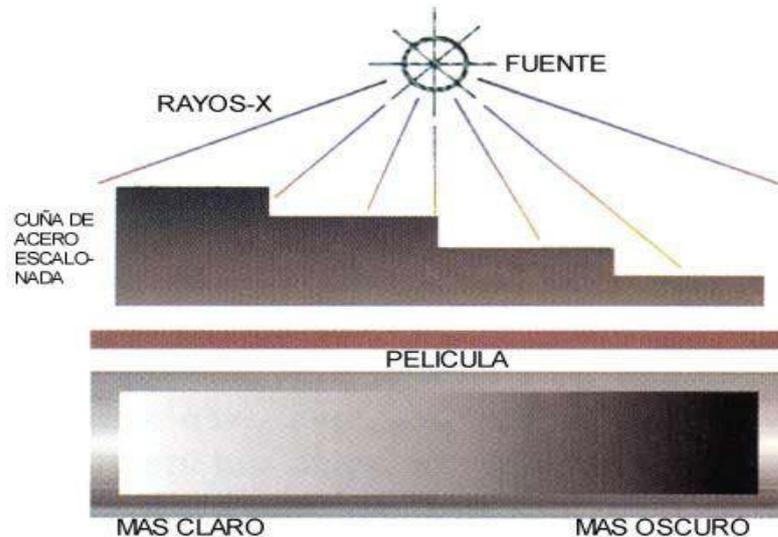
<b>Antes de la soldadura</b>	<b>Durante la soldadura</b>	<b>Después de la soldadura</b>
<b>Revisar los documentos aplicables.</b>	En este primer caso se debe revisar si las variables están conformes con el procedimiento de soldadura.	Revisar el acabado final de la soldadura terminada
<b>Revisar los procedimientos de soldadura.</b>	Revisar la calidad de cada pasada de Soldadura	Se debe revisar el tamaño de la soldadura
<b>Revisar las calificaciones de cada soldador.</b>	Verificar la limpieza entre pasadas.	Verificar la longitud soldada.
<b>Desarrollar el plan para los registros de procedimientos</b>	Indicar si la temperatura es la correcta.	Verificar si la precisión dimensional del componente soldado
<b>Revisar el estado del equipo de soldadura</b>	Revisar la ubicación como también las secuencias de las soldaduras individuales	Se va a revisar los ensayos NDE adicionales
<b>Revisar el metal base y el aporte que se va a utilizar.</b>	Verificar las superficies repeladas	Revisar el tratamiento térmico posterior a la soldadura
<b>Revisar los preparativos para la soldadura</b>	Se va a revisar los ensayos NDE durante el proceso	Preparar los reportes de inspección

### **2.2.7.2. Líquidos penetrantes (PT)**

Este método de ensayo revela la discontinuidades superficiales mediante la floración conocido con el principio de “capilaridad”, donde consiste de la aplicación de un líquido con buena característica de penetración, donde primeramente se debe hacer una limpieza al material inspeccionado para aplicar el penetrante sobre la superficie durante un determinado tiempo de 5 a 30 minutos donde este tiempo es conocido como tiempo de penetración, donde esto va a filtrarse a dentro de cualquier abertura superficial y pasando el tiempo indicado se remueve el exceso de penetrante y de ahí se aplica un revelador que extrae el penetrante, las indicaciones resaltan la presencia de discontinuidad donde puede ser interpretada visualmente y ahí a proceder su reparación según el procedimiento. **(Inspección visual y otros métodos de NDE y símbolos-módulos).**

### **2.2.7.3. Ensayo radiográfico (RT)**

Este método de ensayo se basa en el principio de transmisión o absorción de radiaciones preferencial. La radiación que pasa a través del objeto de ensayo, formara una imagen revelada que aparecer como área negras son por la presencia de alta transmisión de radiación y las imágenes que aparecen como áreas claras o blancas son la presencia de baja trasmisión de radiación, ya aplicada este ensayo se presenciara las diferentes discontinuidades para hacer su evaluación y proceder a su reparación según el procedimiento de ensayo. La figura 12 muestra el efecto del espesor en la oscuridad de la película. **(Inspección visual y otros métodos de NDE y símbolos-módulos).**



**Figura 12.** Efecto del Espesor de la Pieza en la Transmisión de Radiación

### 2.2.8. Imperfecciones en soldadura tipos de discontinuidades

Debemos de tener en cuenta para cualquier indicación que encontremos que se presente en la soldadura se va a llamar discontinuidad hasta que se puede identificar y evaluar el efecto, si esta discontinuidad es inaceptables con los arreglos respectivos basado al procedimiento será un defecto, ahora si esa discontinuidad no afecta el rendimiento de la pieza en donde va hacer aplicada se llamara simplemente discontinuidad. Los tipos de discontinuidades que se presentan en la soldadura son las fisuras, porosidades, falta de fusión, socavación. etc. **(Inspección visual y otros métodos de NDE y símbolos-módulos).**

#### 2.2.8.1. Tipo de discontinuidades:

Se pueden clasificar en superficiales e internas.

- **Superficiales:** Se ven a simple vista, no importa su profundidad.
- **Internas:** Se encuentran en el interior del material y no alcanzan la superficie y su inspección es analizada con END.

## 2.2.8.2. Las discontinuidades en soldadura

Una forma simple de clasificar las discontinuidades y defectos en soldadura es en superficiales e internas.

### 2.2.8.2.1. Discontinuidades superficiales

**FALTA DE PENETRACIÓN:** Esta discontinuidad es provocada por la falta de fusión, se va presenta una separación excesiva de la raíz a un electrodo demasiado grueso y a su vez una corriente insuficiente es la que va a indicarse la falta de penetración. **(Discontinuidades del metal base y de la soldadura-Módulos)**

**POROSIDAD:** Esta discontinuidad es un gas atrapado y que se solidifica en el metal de soldadura. **(Discontinuidades del metal base y de la soldadura-Módulos)**

**SOCAVACIÓN:** Se presenta cuando es demasiado alto el calor de la soldadura causando una excesiva fusión del metal base o también cuando se utiliza una inadecuada manipulación de electrodo. **(Discontinuidades del metal base y de la soldadura-Módulos)**

**SALPICADURA:** Esta discontinuidad se presenta por las corrientes elevadas, causando así una turbulencia excesiva en la zona soldada. **(Discontinuidades del metal base y de la soldadura-Módulos)**

**SOLAPADO:** Esta discontinuidad superficial ocurre cuando se emplea técnicas inadecuadas en la soldadura por ejemplo se va a dar cuando la velocidad de avance es muy lenta. **(Discontinuidades del metal base y de la soldadura-Módulos)**

**CONVEXIDAD:** Se va a presentar esta discontinuidad a partir en soldadura en filete, también cuando la velocidad es demasiado

lenta o cuando el electrodo es manipulado incorrectamente.  
**(Discontinuidades del metal base y de la soldadura-Módulos)**

**INCLUSIONES:** Son materiales solidos que se encuentran atrapados en la soldadura por ejemplo escoria, metales o no metales, etc. **(Discontinuidades del metal base y de la soldadura-Módulos)**

**LAMINACIÓN:** Resulta de la presencia de inclusiones no metálicas que aparecen en el acero cuando está en fundición ,si estas bandas son largas y toman una forma plana son conocida como laminaciones, si en la superficie se presenta laminación puede causar problemas durante la soldadura.**(Discontinuidades del metal base y de la soldadura-Módulos).**

#### **2.2.8.2.2. Discontinuidades internas**

**FISURAS:** Es una de las discontinuidades más críticas, esto se inicia cuando la carga o la tensión aplicada excede la resistencia a la tracción. Se clasifican en:

**FISURAS LONGITUDINALES:** Esta discontinuidad se presenta en el centro del cordón de soldadura durante o posterior.  
**(Discontinuidades del metal base y de la soldadura-Módulos)**

**FISURAS TRANSVERSALES:** Esta discontinuidad es producida en aceros duros, también son provocados por tensiones longitudinales de la contradicción de soldadura.  
**(Discontinuidades del metal base y de la soldadura-Módulos)**

Pueden ser:

- Fisuras en caliente: Se producen cuando la junta se va a solidificar, se manifiesta en todo el material ferroso y no ferroso.

- Fisuras en frío: Se produce cuando la temperatura del material llega a su estado ambiental.

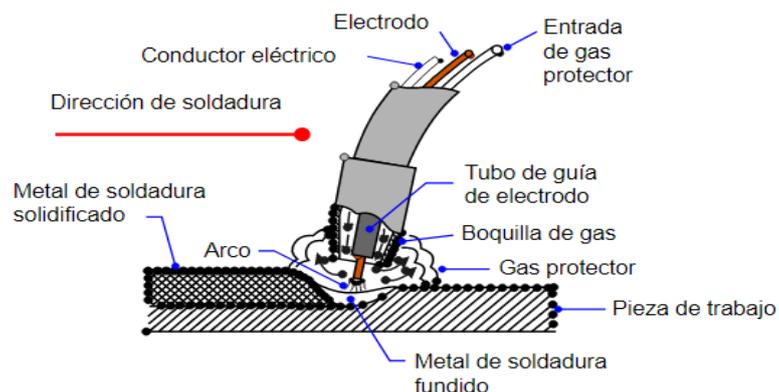
**FALTA DE FUSIÓN:** Se va a dar cuando no hay una fusión entre el metal base y la soldadura se va a presentar imperfecciones internas. **(Discontinuidades del metal base y de la soldadura- Módulos)**

## 2.2.9. Procesos soldadura

Los procesos de soldadura que se emplearan en la fabricación de los tanques de aire son el arco eléctrico con electrodo de tungsteno y gas (GTAW), y soldadura por arco metálico de alambre solido con gas (GMAW).

### 2.2.9.1. Proceso de soldadura GMAW

El proceso GMAW (Mig-Mag) con sus siglas en ingles “Gas Metal Arc Welding” en español conocido como “Soldadura por Arco Metálico con Gas Protector” utiliza un hilo (alambre relativamente delgado) de 1.6mm, 2.4mm, 3.2mm de diámetro que es alimentado desde una bobina (mediante rodillos ranurados, para cada diámetro de alambre, accionado por un pequeño motor eléctrico) hacia el arco eléctrico que se forma entre la punta de dicho alambre y la pieza de trabajo, donde se funde o derrite a una velocidad constante constituye el material de aporte. **(Tecnología del corte y de la soldadura de metales-Ing. Reyes Moreno).**



**Figura 13.** Detalle Proceso GMAW

**Fuente:** Manual de Soldexa (2011)

**Tabla 2.** Ventajas y limitaciones del proceso de soldadura GMAW.

<b>Ventajas del proceso GMAW</b>	<b>Limitaciones del proceso GMAW</b>
<b>Las soldadura se puede realizar e todas las posiciones</b>	La soldadura debe estar protegida contra corriente de aire.
<b>Alta tasa de deposición de metal de soldadura.</b>	Gran emisión de rayos ultravioleta.
<b>No es necesario eliminar la escoria.</b>	No debe presentar suciedades en el material base (polvo, oxido, grasas, etc.)
<b>Se puede realizar a altas velocidades de soldadura.</b>	Menor portabilidad (cilindro de gas y mangueras).
<b>Alimentación continúa.</b>	Existe la posibilidad de socavación cuando se aplica por transferencia por arco spray.
<b>Soldadura fácil de realizar.</b>	Mayor velocidad de enfriamiento, lo que aumenta la aparición de grietas.
<b>Pocos problemas de distorsión y tensión residual.</b>	Con respecto al proceso SMAW el equipo es más costosos y complejo.

En la Tabla 2 se presenta las ventajas y limitaciones del proceso de soldadura GMAW.

#### **2.2.9.1.1. Tipos de corriente eléctrica para solar con el proceso GMAW.**

Se usa corriente eléctrica continua, con polaridad invertida (alambre-electrodo al polo positivo) ya que en este polo se genera alrededor de los 2/3 del calor generado por el arco eléctrico, lo que es aprovechable para fundir (derretir) el alambre. Además, así se tiene una mejora estabilidad del arco eléctrico. La intensidad de la corriente debe ser suficientemente alta para obtener buenos

resultados de soldadura en comparación con el proceso de electrodo revestido. (**Tecnología del corte y de la soldadura de metales-Ing. Reyes Moreno**).

#### **2.2.9.2. Transferencia metálica.**

En el proceso de soldadura GMAW, podemos encontrar tres tipos de transferencia metálica donde depende directamente de dos parámetros que son la tensión e intensidad con lo que se trabajara.

Transferencia por arco de corto circuito

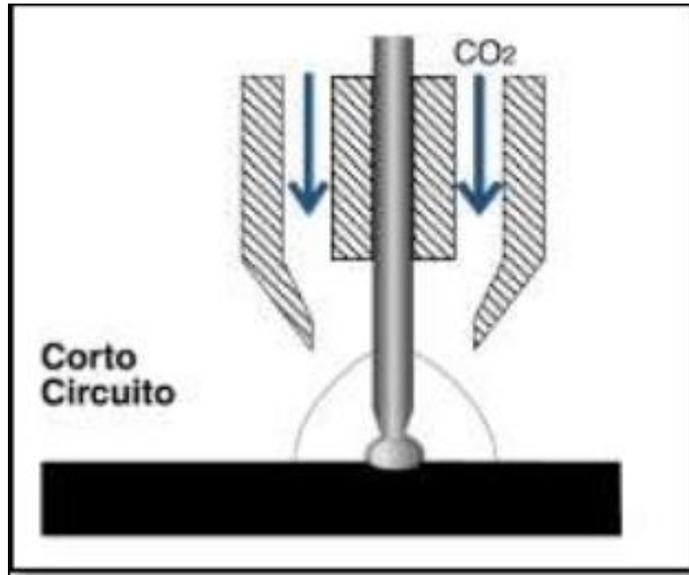
Transferencia por arco spray

Transferencia por arco pulsante

##### **2.2.9.2.1. Transferencia por arco de Corto Circuito**

Es cuando se usa bajos voltaje y bajos amperajes y se caracteriza porque la transferencia del metal del alambre hacia la pieza de trabajo se hace en forma de glóbulos que cortocircuitan instantáneamente el arco y luego se establece para nuevamente aparecer un glóbulo de metal que lo cortocircuita y así sucesivamente, donde se produce un ruido especial que es característico de este proceso. (**Tecnología del corte y de la soldadura de metales-Ing. Reyes Moreno**).

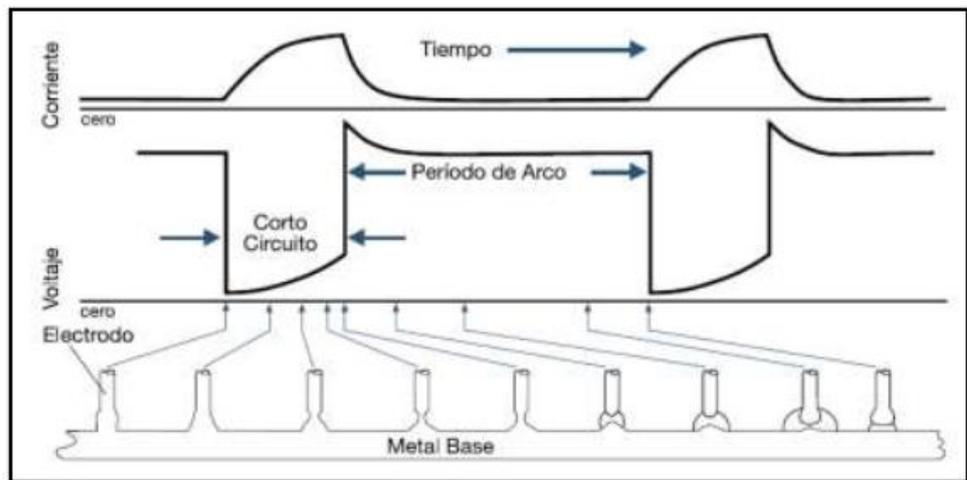
Este método se utiliza especialmente para soldar materiales de, relativamente, poco espesor porque prácticamente al no existir arco, continuamente la energía calorífica es menor. (**Tecnología del corte y de la soldadura de metales-Ing. Reyes Moreno**).



**Figura 14.** Transferencia cortó circuito en el proceso GMAW

**Fuente:** <http://www.indura.cl>.

La figura 14 ilustra, el comportamiento del voltaje y amperaje durante la transferencia por corto circuito.



**Figura 15.** Comportamiento del voltaje y amperaje durante la transferencia por corto circuito.

**Fuente:** <http://www.indura.cl>.

### 2.2.9.2.2. Transferencia por arco Spray

Es cuando la transferencia del metal del alambre hacia la pieza de trabajo se produce en forma de finas partículas que constituye una especie de chorro o ducha. Donde se emplea amperajes y voltaje mayores que en el de arco cortó y es para soldar materiales relativamente gruesos. (**Tecnología del corte y de la soldadura de metales-Ing. Reyes Moreno**).

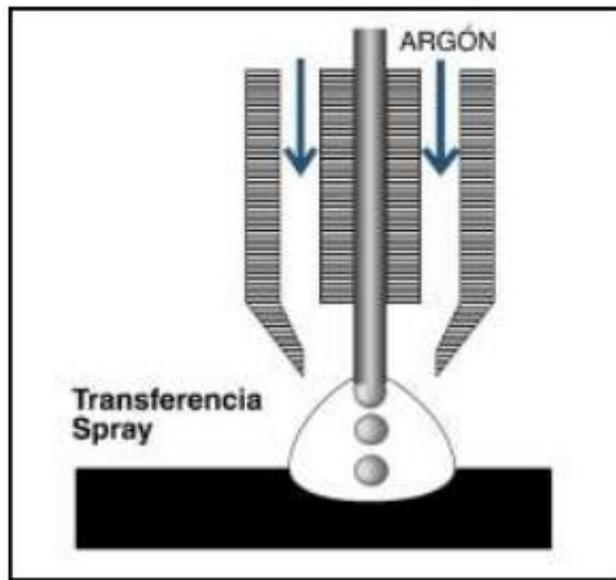
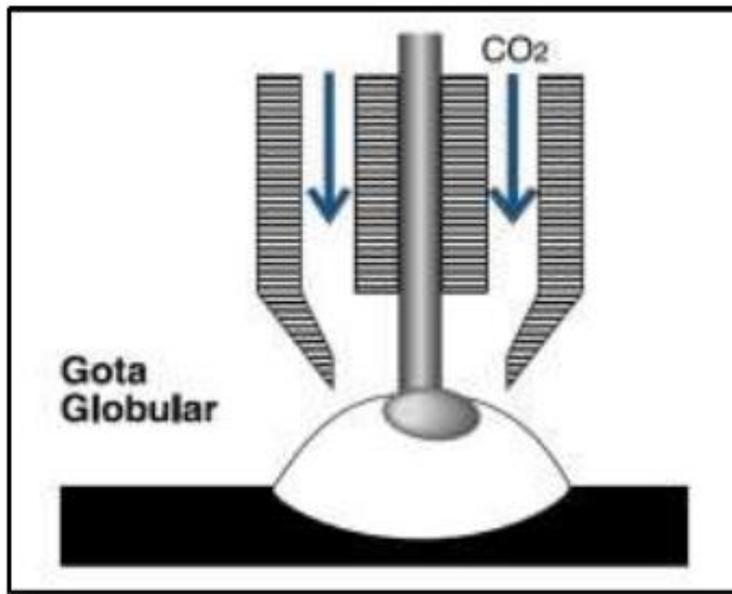


Figura 16. Transferencia spray en el proceso GMAW

Fuente: <http://www.indura.cl>.

### 2.2.9.2.3. Transferencia por arco pulsante

En este método la corriente eléctrica alimentada es pulsante, lo que permite que se establezca una transferencia en forma de spray a relativamente bajas corrientes eléctricas, sirve para soldar en todas las posiciones de soldadura. Este método es utilizado para soldar aceros dulces en espesores mayores de 13mm, donde se requiere mayor penetración. (**Tecnología del corte y de la soldadura de metales-Ing. Reyes Moreno**).



**Figura 17.** Transferencia Globular en el proceso GMAW

Fuente: <http://www.indura.cl>.

### **2.2.9.3. Sistema de clasificación de los electrodos para proceso GMAW.**

Según la norma AWS para el proceso GMAW, clasifica los electrodos para aceros al carbono en números y letras, como también de acuerdo con sus propiedades mecánicas y su composición químicas. **(Tecnología del corte y de la soldadura de metales-Ing. Reyes Moreno).**

La clasificación de electrodo para soldadura de acero es:

**ER-70S-6 (Sistema inglés) o ER-48S-6 (Sistema métrico).**

**Significados:**

**E:** Tipo de electrodos.

**R:** Tipo de varillas.

**70:** Nos indica la resistencia a la tracción en miles de libras/pulg<sup>2</sup>.

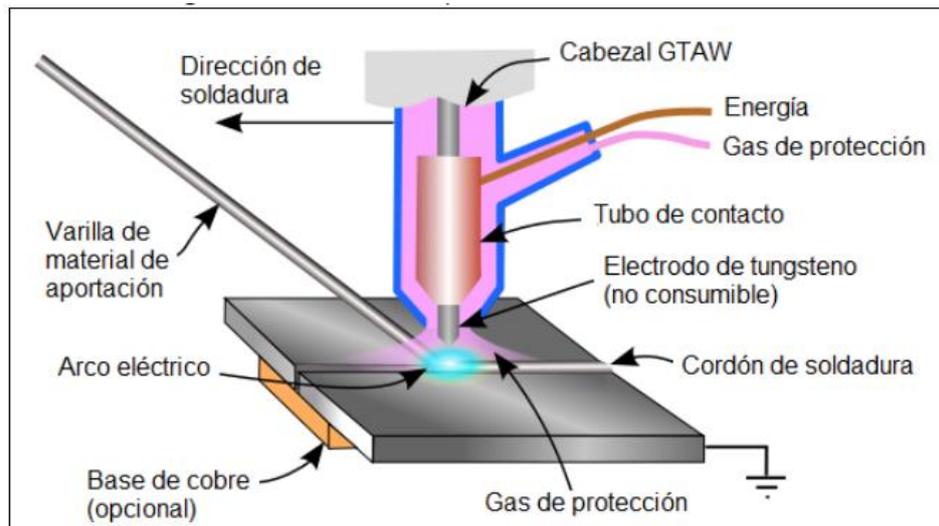
**S:** Indica que tipo de alambre (solido).

**Digito o letra:** Indica la composición química especial del electrodo.

#### 2.2.9.4. Proceso de soldadura GTAW

Este proceso llamado también TIG (Tungsten Inert Gas), utiliza como fuentes de energía el arco eléctrico que es aplicado con un electrodo no consumible, este proceso utiliza un gas inerte (argón o helio) que protege el baño de fusión y evitar la oxidación o la contaminación atmosférica (**Tecnología del corte y de la soldadura de metales-Ing. Reyes Moreno**).

La Figura 18 se presenta los detalles y los elementos del proceso de soldadura GTAW.



**Figura 18.** Transferencia Globular en el proceso GMAW

Fuente: Manual de Soldexa

##### 2.2.9.4.1. Aplicaciones

La soldadura GTAW se utiliza para soldar todo tipo de metales, ya sea con corriente continua (polaridad directa: el electrodo conectado al polo negativo) principalmente para soldar aceros inoxidables, o con corriente alterna, básicamente para soldar aluminio y sus aleaciones. (**Tecnología del corte y de la soldadura de metales-Ing. Reyes Moreno**).

##### Equipos para el Proceso GTAW

Los principales componentes son:

- La máquina, o fuente de poder, para soldar.
- El cilindro para el gas protector, con su regulador de presión.
- La manguera multipropósito que alberga:
  - Un interruptor para conectar y depositar la corriente eléctrica, comandándola desde la pistola a través del cable de control.
  - Solo para pistolas enfriadas por agua: mangueras de ida y retroceso del agua.
  - La pistola, ya sea enfriada por el aire ambiental (piezas delgadas para soldar) o enfriada por agua para piezas de trabajo que requiere alto amperaje para soldar.
- El electrodo de tungsteno.
- El cable de retorno (tierra) con grampa de tierra.
- El cable de conexión de la maquina a la red eléctrica.

**Gas de protección:** El propósito principal del gas de protección es evitar que el aire reacciones con el charco metálico cuando se empieza a soldar buscando que no se contamine. Cada tipo de gas proporciona efectos diversos como por ejemplo la velocidad de soldadura, la acción de limpieza de las juntas, una buena penetración y como el acabado del cordón.

### **Gas inerte**

**Argón:** El argón tiene la característica que es más pesado que el aire que está en una relación de 1 a 12 y a su vez más pesado que el helio 10 veces su peso, presenta baja conductividad térmica y proporciona una excelente estabilidad del arco. **(Tecnología del corte y de la soldadura de metales-Ing. Reyes Moreno).**

**Helio:** Este gas presenta una buena conductividad térmica por lo que se va a caracteriza una buena penetración al soldar, este gas no mucho se usa en nuestro medio porque es mucho más caro que el argón (el helio se tiene que importar del extranjero) y es más liviano que el argón. (**Tecnología del corte y de la soldadura de metales-Ing. Reyes Moreno**).

<b>Ventajas del proceso GTAW</b>	<b>Limitaciones del proceso GTAW</b>
<b>No produce escoria</b>	Requiere alta habilidad del soldador
<b>Se puede soldar todo tipo de materiales</b>	Se corre el riesgo de perder la protección gaseosa debido a las corrientes de aire que presenta el lugar.
<b>Trabaja con o sin metal de aporte</b>	El precio del argón es costoso
<b>Deja pocas discontinuidades</b>	Este proceso no es para mayor productividad.
<b>Alto aprovechamiento del metal de aporte.</b>	Velocidad de deposición más baja
<b>Se puede soldar espesores delgados</b>	Un nivel de mayor alto de radiaciones UV.
<b>Se puede soldar en cualquier posición</b>	No se puede soldar espesores mayores debido a su baja tasa de deposición de soldadura.

**Tabla 3.** Ventajas y Limitaciones del proceso de soldadura GTAW.

#### 2.2.9.4.2. Electrodo para el proceso GTAW.

Para el proceso GTAW (TIG) se emplean dos electrodos aleados con circonio o torio con la finalidad de proporcionar una estabilidad en el arco. Comúnmente se utiliza electrodo de tungsteno puro. **(Manual de Conceptos Básicos en Soldadura y Corte-INFRA).**

Según el concepto básico para soldar aluminio con corriente directa se va a utilizar electrodo de tungsteno con aleaciones de 2 % de torio, pero si se aplica para corriente alterna se utilizara el 2% de circonio aleado. **(Manual de Conceptos Básicos en Soldadura y Corte-INFRA).**

La corriente está en función con el diámetro del electrodo.

Para aplicar la corriente mínima de trabajo eso dependerá de la estabilidad del arco.

Diámetro del electrodo(mm)	Intensidad de Operación Máxima	
	Aleado con Torio ( DC)	Aleado con Circonio ( AC)
1.2	70	40
1.6	145	55
2.4	240	90
3.2	380	150
4.0	440	210
4.8	500	275

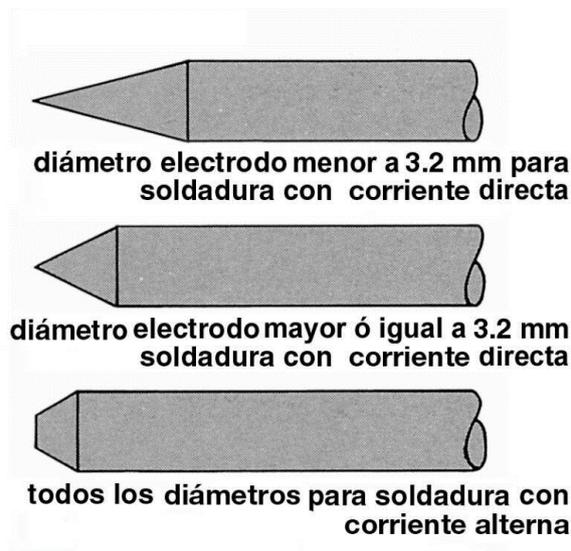
**Tabla 4.** Diámetro Vs Intensidad de Operación Máxima.

**Fuente:** Manual de Conceptos Básicos en Soldadura y Corte-INFRA

Según el concepto básico en soldadura para un determinado diámetro de electrodo, se recomienda los siguientes puntos: **(Manual de Conceptos Básicos en Soldadura y Corte-INFRA).**

### 2.2.9.4.3. Recomendaciones:

- Antes de empezar a soldar, con una rueda de carburo de silicios se debe afilar la punta del electrodo con la finalidad de obtener un perfil adecuado.
- Se debe proteger el electrodo para evitarse su contaminación con otros metales, esto puede disminuir su punto de fusión.
- Si vamos a soldar en corriente directa y con electrodo de tungsteno se requiere afilar las puntas.
- Si vamos a soldar en corriente alterna y con electrodo de tungsteno se va a requerir únicamente de un pequeño bisel, esto se va a aplicar cuando se está operando.



**Figura 19.** Tipos de Diámetro de electrodos

**Fuente:** Manual de Conceptos Básicos en Soldadura y Corte-INFRA

## **2.3. Definición de Términos Básicos**

### **ASTM A36**

Esta norma es el más utilizado en las construcciones y sus propiedades permiten que se use en aceros en diferentes aplicaciones, como a la vez en otras aleaciones de mayor rendimiento.

### **ASTM A105**

Esta norma o especificación es para la fabricación de productos forjados en acero al carbono en aplicación de tuberías o recipientes de alta presión.

### **GMAW**

Gas Metal Arc Welding - Soldadura por Arco Metálico con Gas protector.

### **GTAW**

Gas Tungsten Arc Welding – Soldadura TIG.

### **Aporte**

Es la cantidad de aportación de soldadura que forma parte de un cordón en un material.

### **Arco**

Es una descarga eléctrica que está formado por dos electrones sometidos a una diferencia de potencial.

### **AWS**

American Welding Society - Sociedad Americana de Soldadura.

### **Corriente alterna**

Corriente que cambia de polaridad cada ciclo de manera periódica.

## **Calibración**

Es la comparar de los valores obtenidos por un instrumento de medición con un patrón de referencia que indique valores verificables.

## **Calidad**

Grado en el que un total de características propias cumple con los requisitos.

## **Gas de protección**

Su función principal es de proteger evitando el contacto del aire del medio ambiente con el charco metálico.

## **Corriente continúa**

Es la corriente eléctrica que trabaja en polaridad constante que circula permanente y continuamente del polo negativo al polo positivo.

## **Ensayo no destructivo-END**

Acción de determinar mediante técnicas que no afecten o alteren sus propiedades mecánicas, físicas, dimensionales o químicas.

## **Transferencia por Cortocircuito**

Se da un contacto físico entre el electro (alambre) y la pileta fundida y puede ocurrir hasta 200 cortocircuitos por segundos. En este proceso una sola gota de metal líquido procedente del alambre se produce durante la fase de cortocircuito del ciclo de transferencia.

## **Especificación del procedimiento de soldadura EPS (WPS)**

Es un documento que describe cómo se debe realizar la soldadura en la producción, establece pautas generales para la práctica de soldadura en el taller y en el campo del fabricante para cada combinación anticipada de variables esenciales.

## **Registro de la calificación del procedimiento RCP (PQR)**

Es una recopilación de datos que contiene información sobre los resultados de la ejecución y de pruebas de ensayos con datos reales del proceso de soldadura y preparadas de acuerdo con una soldadura WPS.

### **Procedimiento**

Son secuencias que se implementarán para cada actividad o proceso.

### **Proceso**

Es la totalidad de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan entre sí, las cuales transforma elementos de entrada en resultado útiles.

### **Aire comprimido**

Es un excelente medio para almacenar y a la vez transmitir energía, es muy seguro en comparación de otros métodos de almacenamientos de energía.

### **Manómetros**

Instrumento para medir la presión de los fluidos, principalmente de los gases.

### **Ensayo RT (Radiografía Industrial)**

### **Ensayos PT (Líquidos penetrantes)**

### **Pruebas neumáticas**

Esto se refiere a la inspección no destructiva para detectar fugas a través de soldaduras y demostrar la integridad estructural del recipiente a presión. El aire es inyectado dentro del recipiente, previa colocación de manómetro de presión, luego se aplica una solución jabonosa sobre los cordones de soldadura.

## **High-low**

Es común mente llamado desalineación entre los materiales armados uno continuación del otro.

## **Caudalimetro**

Este instrumento nos mide el caudal o gasto volumétrico de un fluido como también medición para gasto másico.

## **Boquilla o tobera de antorcha**

La función principal de la boquilla es dirigir el gas protector a la soldadura, donde esta pieza es importante para obtener una buena calidad de soldadura.

## **Velocidad de soldadura (desplazamiento de la antorcha)**

Es el soldador que regula la velocidad a la que desplaza la torcha sobre la pieza.

## **RMD-(Regulated metal deposition)**

Significa metal regulador de deposición cuya técnica es de mejorar una buena calidad en la soldadura y llegar a tener mayor productividad de avance en tubos de acero como inoxidable, diseñado para aplicar en pases de raíz en la soldadura.

## **CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

### **3.1. Modelo de Solución Propuesta**

En los primeros inicios de la fabricación de los tanques de aire otorgados por la empresa RESEMIN S.A. se habían presentado inconvenientes en su fabricación por tres motivos que son en su habilitado del cuerpo la tapa mal bombeada por servicio externo, el armado y por último en el proceso de soldadura donde nos vamos a centrar en este proceso de mejora de proceso para su fabricación.

A partir de estos tres puntos críticos ya mencionados y que detallaremos a continuación, para evitar que esto demandara más tiempo de lo planificado y más gastos de reprocesos para la empresa HAUG S.A.

#### **3.1.1. Desarrollo de la fabricación**

Considerando una mejoría en el proceso de fabricación de los tanques de aire, se ha establecido una secuencia de trabajos que permitirá brindar resultados comprometedores de avance y de calidad, para ello se ha realizado las siguientes secuencias de trabajo.

##### **3.1.1.1. Compra y recepción de materiales**

Básicamente la compra de los materiales es direccionada por el área de logística, detallando para su compra el tipo de material, las dimensiones y cantidades ya calculadas para la fabricación de los tanques.

Debemos también de tener en cuenta que no todo fue el 100 % su compra de los materiales, se utilizaron un 50 % de stock de mermas de otros proyectos que se ubicaban en la zona de habilitado y a su vez los accesorios de conexiones en el área de almacén, previamente se hacía una inspección de los materiales de stock por el área de calidad.

Una vez ubicado el material en planta, es inspeccionado para ver si cumple con los estándares que presenta en su certificado de calidad.

### 3.1.1.2. Zona de habilitado

Esta zona de habilitado es un factor importante, puesto que la adecuada forma de cortar el material nos ayuda a no tener problemas en el armado, ya que los materiales son cortados a precisión.

En la zona de habilitado garantiza una mejor utilización de materiales y rapidez para el avance del proyecto. Imagen de proceso de habilitado de corte para la fabricación de los tanques de aire.



**Figura 20.** Corte por plasma-zona habilitado

**Fuente:** Propia

### 3.1.1.3. Zona de armado

Una de la secuencia más importante es el armado, ya que en ella se desarrollan y considera las tolerancias de dimensionamiento en el proceso de fabricación del proyecto.

Un mal armado trae las consecuencias, los siguientes puntos:

- Se debe trabajar el armado por secuencia primero la tapa junto con el cuerpo la separación entre las planchas que van a formar las juntas debe ser de 2mm a 3mm, el bisel debe ser recto no presenta bisel, si el armador lo hace muy abierto el material de aporte se va a fluir y si lo hace muy cerrado no va a fundir la soldadura donde se va a presentar penetración incompleta.

- Hay que tener en cuenta la desalineación como máximo debe ser 1 a 1.5mm o hasta 2mm pero lo ideal debe ser 1mm evitando un high low.
- Reproceso en el trabajo por no cumplir con la medida del plano.
- A su vez el armado no debe ser completo se debe armar los tanques por partes, teniendo todo en cuenta estos puntos pasamos para la zona de soldadura.
- Si el cliente lo detecta puede, generarse un grado de desconfianza hacia la empresa, trayendo como consecuencia la generación de un acta de no conformidad a la empresa.

Donde el mal armado se va a presentar defectos en soldadura.  
Imagen de proceso de armado de los tanques de aire.



**Figura 21.** Zona de Armado de Tanques de Aire

**Fuente:** Propia

#### **3.1.1.4. Zona de soldadura**

Es considerado por muchos inspectores como crítico siempre cuando no se cumple con lo establecido durante el armado y a su vez la inspección de los parámetros de cada proceso como amperaje, voltaje y velocidad de avance.

Donde estos parámetros deben estar comprendidos dentro del procedimiento establecido en el WPS y así validar el proceso como óptimo.

Durante el proceso de soldadura del tanque de aire, se consideró trabajar con el proceso GMAW a corto circuito con tecnología incorporada en la maquina (RMD) para mayor avance de fabricación ya que anteriormente se aplicó el proceso GTAW, el tipo de consumible fue ER70S-6 la marca es soldexa de diámetro 1 mm y 2.4 mm respectivamente.

Uno de los problemas con este proceso GTAW es respecto al avance y no contábamos con personal calificado y a su vez este proceso es muy caro y esto demandaría más tiempo y dinero

Después de realizar algunas evaluaciones al proceso y compararlo con el proceso GMAW (RMD), según el WPS ha obtenido diferencia importante, de acuerdo a la teoría el proceso GTAW tiene velocidades de avance menores que respecto al otro proceso GMAW (RMD). Según la tabla

**Tabla 5.** Comparación procesos GTAW vs proceso GMAW (RMD)

<b>Comparación de Proceso GTAW vs Proceso GMAW</b>		
	<b>Proceso GTAW</b>	<b>Proceso GMAW(RMD)</b>
<b>N° de pases</b>	2 pases-raíz como acabado	1 pase-raíz y acabado juntos
<b>Tipo</b>	Manual	Semiautomático
<b>Material de aporte y diámetro</b>	ER70S-6      2.4 mm	ER70S-6      1.0 mm
<b>Gas de Aporte</b>	Argón (99.9%)	Argón +O2-(80%+20%)
<b>Flujos</b>	12-15 l/min	20-25 l/min
<b>Máquina de soldar modelos</b>	Miller XMT-450	Miller-Pipe Pro 450
<b>Rango de velocidad de avance</b>	46 – 60 mm/min	120-200 mm/min

**Fuente:** Propia

**Tabla 6.** Ventajas de producción

	<b>GTAW</b>	<b>GMAW</b>	<b>Porcentajes (%)</b>
<b>Máximo velocidad de avance</b>	60 mm/min	200 mm/min	20 % más de avance el proceso GMAW

**Fuente:** Propia

Se observa en la tabla que hay mayor avance el proceso GMAW que el proceso GTAW demandaría más tiempo en fabricación de un tanque.

### **Beneficios principales de los dos procesos GTAW y GMAW**

Inversión inicial es mayor comparado con el proceso GTAW como el correr de los tiempos se compensa.

Mano de obra no tan experimentada puedo contratar personal calificado.

El proceso es más rápido en un día aplicando el proceso GMAW-RMD el proceso GTAW va a hacer de dos a tres días de trabajo.

### **Beneficios aplicados en el proceso GMAW (RMD)**

Todo el soldeo se dio en una sola posición horizontal reflejando una buena penetración y buen acabado.

Si se aplican todos los parámetros bien que se presenta el procedimiento WPS no se va a presentar problemas en la radiografía sin defectos y si no se hace bien el armado vamos a tener un montón de rechazos.

Estos puntos hay que tener en cuenta para tener una buena calidad, si el armado se cumple con todo lo indicado anteriormente no se presentara problemas en la soldadura.

## **Según el avance en el proceso**

La velocidad de avance del GMAW (RMD) según este experimento que nos refleja los datos obtenidos en el WPS que se ha dado es de 120 a 200 mm/min mientras que el proceso GTAW su velocidad de avance es 46 a 60 mm/min se va a trabajar con valor máximo para ver la comparación de estos procesos se ve una variación de un 70 % si me voy a demorar un tanque en un día me voy a demorar en 7 días más.

La máquina XMT 350 el precio es de 3500 dólares y la máquina PIPE PRO-450 el precio es de 10000 dólares. Se observa más caro el costo inicial solo una vez se va a hacer el pago este se va a recompensar con las ganancias del proyecto.

Inversión inicial para soldar en proceso GTAW es 1 % y la inversión de la máquina para soldar GMAW (RMD) es de 1.3% se observa el 30% más.

### **3.1.1.5. Zona de ensayo**

Debido a la gran cantidad de juntas importantes por su ubicación, se inició la aplicación de los ensayos no destructivos, según el contrato del proyecto, los cuales fueron.

### **Inspección visual**

Inspección dimensional- a) Nivelación de soporte a soporte de las bases, b) Medición de los agujeros de los soportes y c) Medición de agujero a agujero respecto a los soportes.



**Figura 22. A)** Nivel de soporte a soporte de bases

**Fuente:** Propia



**Figura 23. B)** Medición de los agujeros de los soportes.

**Fuente:** Propia



**Figura 24.** C) Medición de agujero a agujero respecto a los soportes.

**Fuente:** Propia

Inspección soldadura- a) Inspección de soldadura interna del tanque, b) Inspección de soldadura externa y c) Inspección de acabado final aplicando el proceso GMAW-RMD.



**Figura 25.** A) Inspección de soldadura interna del tanque

**Fuente:** Propia



**Figura 26. B)** Inspección de soldadura externa  
**Fuente:** Propia



**Figura 27. C)** Inspección de acabado final aplicando el proceso GMAW-RMD.  
**Fuente:** Propia

Tintes penetrantes- a) Aplicación de tintes penetrantes en las conexiones de 3/4 y 1/2 de diámetro, b) Aplicación del Revelador.



**Figura 28.** A) Aplicación de tintes penetrantes en las conexiones de 3/4 y 1/2 de diámetro

**Fuente:** Propia



**Figura 29.** B) Aplicación del Revelador

**Fuente:** Propia

## **Radiografía industrial**

Estos fueron aplicados en la mayoría de los elementos del tanque como, por ejemplo, conexiones, unión de casco junto con las tapas. Reportes de examinación radiográficos. (ANEXO 1).

### **3.1.1.6. Zona de pintado**

Garantizar el cliente el adecuado sistema de pintado, desarrollando los diferentes tipos de ensayos como el aseguramiento del pintado de las partes del tanque de aire.

Se inicia la fabricación de los tanques con la habilitación de materiales para la tapa, casco y soportes.

## **3.2. CONSTRUCCIÓN DE LOS TANQUES DE AIRE**

Nombre del proyecto : Suministro y Fabricación de tanques pulmón de aire

Cliente : RESEMIN S.A

Contratista : HAUG S.A

### **3.2.1. DATOS DEL TRABAJO.**

Se inicia la fabricación de los tanques de aire con la habilitación de los materiales para el casco, tapa y soportes, donde se le entrega los materiales a la zona de armado para su respectiva limpieza y rolado, hay que tener en cuenta que las tapas se bombearon fuera de planta se dio un servicio externo. Planos de fabricación de los tanques de aire (ANEXO 2).

Básicamente para dar inicio a fabricar de los tanques de aire tenemos que tener en cuenta todos los puntos ya mencionados, la cual se encuentra plasmado en el plan de inspección y ensayo, aprobado por el cliente y realizado por el contratista.

En él se detalla la presentación de la primera documentación, para el inicio del proyecto, los cuales son.

### **3.2.2. Plan de inspección y ensayo**

Es un documento en el cual ordena el seguimiento de trabajo durante la ejecución del proyecto. Desde la recepción de materiales. (Indicando el tipo de material y el estándar a utilizar para su recepción), hasta la entrega final del producto. (Despacho y entrega final de documentación). (ANEXO 3).

Este plan de inspección y ensayo es revisado bajo los requerimientos del cliente.

### **3.2.3. Plan de calidad**

Este plan de calidad establecerá el proceso y las secuencias de actividades ligadas a la calidad, de acuerdo con el sistema de gestión de calidad ISO 9001:2008, aplicable a la ejecución de actividades que constituye al proyecto “suministro y fabricación de tanques pulmón de aire” desarrollado para la empresa RESEMIN S.A. (ANEXO 4).

### **3.2.4. Procedimiento de soldadura**

Este documento detalla, que tipos de proceso de soldadura se ejecutara en la fabricación, conociendo el tipo de junta y el tipo de material a soldar. (ANEXO 5).

### **3.2.5. Procedimiento de END (VT, PT y RT)**

Estos documentos detallan como serán realizados, basados en los estándares de examinación por ensayos no destructivos. (ANEXO 6).

### **3.2.6. Homologación de los soldadores que intervendrán en la fabricación de los tanques de aire.**

La homologación de soldadores tiene como objetivo de seleccionar personal capaz de cumplir con los requerimientos para soldar diferentes tipos de materiales ya se ha acero de baja aleación, inoxidable, aluminio etc.

También el seguimiento de los materiales a utilizar y bajo que norma se está rigiendo para su aprobación, por otro lado, el detalle de la fabricación: corte, limpieza, rolado (casco-taller), tapas (servicios), armado y soldado,

como también los diferentes tipos de ensayos que se ejecutaran como: inspección visual, inspección por tintes penetrantes e inspección por radiografía y otros tipos de ensayos como: prueba de fugas (hidrostática y neumática).

Como también la preparación superficial de las piezas a pintar, indicando los requerimientos para su pintado.

Finalmente, la entrega final de producto terminado embalaje y de entrega de dossier de calidad concluido.

Para la fabricación de los tanques de aire, se consideraron una adecuada inspección visual, considerando el control dimensional como punto importante para su fabricación.

### **3.3. Resultados de mejora**

Desarrollo y ejecutad el sistema de gestión integral en la planta Haug-Lurín, se pudo notar muchos cambios.

Se optimizo los recursos, generando ganancias en el proyecto y se estimó un crecimiento del 60% de productividad a lo largo de la fabricación de los tanques de aire. Dónde estaba presupuestado inicialmente un 40%

Se redujo material en stock, dando utilidad a materiales aun aptos para fabricar.

Se logró controlar la producción, evitando re-procesos por falta de material y aplicando el proceso GMAW (RMD) a corto circuito.

Se llegó a cumplir con lo planificado con lo entrega del proyecto aplicando el proceso GMAW (RMD)

## CONCLUSIONES

De acuerdo con el trabajo realizado se llegó a las siguientes conclusiones.

- Al mejorar el sistema de avance y control de la producción, se puso a direccionar el proyecto, evitando re-procesos, generando entregar a tiempo a lo planificado.
- Se logró minimizar los contratiempos con este proceso, gracias al desarrollo de la mejora de proceso de fabricación.
- Haug mejoro su sistema de gestión integral, optimizando recursos garantizando calidad al 100%.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir planteando e innovando este proceso de mejora de fabricación, para poder así marcar la diferencia con otras empresas prestigiosas.
- Establecer un sistema relacionado de suministro para la producción para poder así, evitar retrasos de entrega de producción.
- Se recomienda también establecer un sistema de suministros, a cada empresa para que pueda generar un gran avance productivo.
- Se recomienda ejecutar este tipo de mejora para procesos de fabricación en otras empresas.
- Se recomienda implementar estos tipos de proyecto de mejora.

## BIBLIOGRAFÍA

- Eugene F. Meegyesey. Pressure Vessel Handbook. sexta ed. New York; 1993.
- Pardo Ordoñez & Valdiviezo Vilema, H. Tesis de Pregrado, Desarrollo de una Metodología para soldadura submarina en acero naval ASTM A131. Facultad de Ingeniería Mecánica, Quito, Ecuador; 2016.
- Ing. Gilberto Reyes Moreno, Tecnología del Corte y de la Soldadura de Metales, Primera ed. Perú: Mipersa; 2011.
- Felipe D. Castillo Rodríguez, Recipientes a Presión, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán, México; 2018.
- INFRA, Manual de Conceptos Básicos en Soldadura y Corte, 2017.







### ANEXO 3. PLAN DE INSPECCION Y ENSAYOS

	<b>PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO</b>  <b>PE.OPER.2081.PL.002</b>	Fecha: 20/05/2017 Revisión: 1 Página: 1 de 9
---	--	--

<b>CLIENTE:</b> RESEMIN S.A. <b>Orden de Compra:</b> 001-1701835 // 001-1701938 <b>No. Proyecto HAUG:</b> P-2081
--

RESPONSABILIDAD	FECHA	SELLO Y FIRMA
<b>ELABORADO POR:</b>	20/05/2017	 Arturo Del Carpio Jefe de Calidad HAUG – Planta Lurín
<b>REVISADO POR:</b>	20/05/2017	 Arturo Del Carpio Jefe de Calidad HAUG – Planta Lurín
<b>APROBADO POR:</b>	20/05/2017	 Héctor Broncano Gerente de Planta HAUG – Planta Lurín



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<p style="text-align: center;"><b>PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PE.OPER.2081.PL.002</b></p>	<p>Fecha: 20/05/2017 Revisión: 1 Página: 2 de 9</p>
---	---	---

## CONTENIDO

1. Objetivo
2. Ámbito de Aplicación
3. Responsabilidad de Implementación
4. Referencias
5. Terminologías
6. Desarrollo
7. Historial de Cambios



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO</b> <b>PE.OPER.2081.PL.002</b>	Fecha: 20/05/2017 Revisión: 1 Página: 3 de 9
---	--	--

### 1. OBJETIVO

El presente documento muestra las inspecciones, ensayos y/o pruebas a ser consideradas para el control de las diversas fases del proyecto “**SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE TANQUES PULMÓN DE AIRE**” asignado por **RESEMIN S.A.**, de acuerdo con los requisitos de la calidad y estándares aplicables.

### 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Plan de Calidad es aplicable a los trabajos requeridos en el proyecto “**SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE TANQUES PULMÓN DE AIRE**” y cuyos trabajos de fabricación se realizarán en la Planta de HAUG en el distrito de Lurín, Lima.

### 3. RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

#### Jefe de Calidad:

- ✓ Administrar el Plan de Calidad del Proyecto.
- ✓ Monitorear y/o coordinar la ejecución de las inspecciones y ensayos a realizar durante el proyecto, según se detalla en el Plan de Inspección y Ensayo aprobado por el cliente.
- ✓ Delegar y asignar funciones a los Inspectores de Calidad y monitorear el cumplimiento de las mismas.
- ✓ Asegurarse del uso de equipos e instrumentos calibrados.
- ✓ Emitir las No Conformidades que se generarán durante el montaje y efectuar su tratamiento y seguimiento hasta el cierre de las mismas.
- ✓ Organizar la elaboración final del Dossier de Calidad del Proyecto.

#### Inspector de Calidad:

- ✓ Ejecutar, monitorear y/o coordinar la ejecución de las inspecciones y ensayos de su especialidad, según se detalla en el Plan de Inspección y Ensayo aprobado por el cliente.
- ✓ Elaborar y/o completar los datos de los registros de calidad aplicables y compilarlos en el Dossier de Calidad del proyecto.
- ✓ Emitir No Conformidades y realizar el seguimiento hasta el cierre de las mismas.
- ✓ Colaborará en la organización final del Dossier de Calidad.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO</b> <b>PE.OPER.2081.PL.002</b>	Fecha: 20/05/2017 Revisión: 1 Página: 4 de 9
---	--	--

#### 4. REFERENCIAS

- ✓ ASME Code Section VIII, Div. 1

#### 5. TERMINOLOGÍAS

Leyenda tipo de control:

*PE: Punto de espera:*

El trabajo no puede proseguir sin la participación y aprobación del Cliente, excepto cuando el Cliente ha notificado expresamente y por escrito que se puede continuar.

*R: Revisión:*

Revisión documentaria para asegurar la conveniencia, adecuación y eficacia del tema objeto.

*W: Atestiguar, presenciar*

Afirmar o declarar la conformidad asegurando su veracidad por haber sido testigo de ello, el cliente debe ser notificado.

*I: Inspección.*

Evaluación de la conformidad de equipos y materiales por medio de observación y dictamen, acompañada cuando sea apropiado por medición, ensayo/prueba o comparación con patrones.

*V: Verificación*

Confirmación del cumplimiento de los requisitos y procedimientos aprobados mediante la verificación de evidencia objetiva.

#### 6. DESARROLLO

(Ver tabla abajo).



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO

### PE.OPER.2081.PL.002

Fecha: 20/05/2017  
Revisión: 1  
Página: 5 de 9

Item	Etapas del trabajo	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	RESPONSABLE	QUE VERIFICAR	MÉTODO DE INSPECCIÓN	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	TIPO DE CONTROL		REGISTRO
								HAUG	RSI/MI	
<b>1.0 Documentación General</b>										
1.1	Emisión de Plan de Calidad y PIE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manual QHSE HAUG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alcance del proyecto</li> <li>Normas/Estándares aplicables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antes del inicio de los trabajos del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aceptación por el cliente</li> </ul>	PE	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de calidad</li> <li>PIE</li> </ul>
1.2	Presentación de WPS y POR. (Si se requiere calificar, ver párrafo 2.0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Base de datos HAUG de WPS y POR</li> <li>Planos aprobados para fabricación</li> <li>ASME IX</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>WPS y POR aplicables al proyecto.</li> <li>Detalles de juntas</li> <li>Variables esenciales</li> <li>Cumplimiento de especificación técnica del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Previo al inicio de la soldadura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de especificaciones y normativa aplicable</li> <li>Aprobación por el cliente</li> </ul>	PE	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2081.RG.001</li> <li>PE.OPER.2081.RG.002</li> </ul>
1.3	Presentación de calificación de soldadores (si se requiere calificar, ver párrafo 2.0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Base de datos HAUG soldadores calificados</li> <li>ASME IX</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posiciones calificadas.</li> <li>Rango de espesores calificados.</li> <li>Variables esenciales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Previo al inicio de la soldadura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de especificaciones y normativa aplicable</li> </ul>	PE	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2081.RG.003</li> </ul>
1.4	Equipos o Instrumentos de medición y control	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manual de QHSE HAUG</li> <li>Certificados de calibración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vigencia de calibración de instrumentos.</li> <li>Trazabilidad de calibración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durante su uso en el proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo a procedimiento HAUG aplicable</li> </ul>	R	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2081.RG.004</li> </ul>
1.5	Documentación de personal END	<ul style="list-style-type: none"> <li>Practica recomendada SNT-ITC-1A de la ASNT</li> <li>Certificaciones y calificaciones del personal END.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Métodos o técnicas END aplicables.</li> <li>Vigencia de calificación del personal END.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antes de ejecutar algún END, conforme se vaya requiriendo en el proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo a normas de referencia</li> <li>Cumplimiento de practica recomendada SNT-ITC-1A</li> </ul>	R	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2081.RG.005</li> </ul>
<b>2.0 Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores (Solo si requiere calificar)</b>										
2.1	Emisión de procedimientos de soldadura (WPS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASME IX</li> <li>ASME VIII Div.1</li> <li>Planos aprobados para fabricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos de soldadura aplicables</li> <li>Detalles de juntas</li> <li>Variables esenciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antes de iniciar los trabajos de soldadura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo a ASME VIII Div.1</li> <li>ASME IX</li> </ul>	PE	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>HAUG / WPS</li> </ul>
2.2	Calificación de procedimientos de soldadura	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASME IX</li> <li>ASME VIII Div.1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Probetas(s): tipo y dimensiones</li> <li>Geometría de la junta</li> <li>Verificación de parámetros de soldadura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si un WPS no cubre las variables esenciales de ASME IX</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo a ASME VIII Div.1</li> <li>ASME IX</li> </ul>	W	R	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Laboratorio externo</li> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a la tracción</li> <li>Ejecución de probetas soldadas</li> <li>Inspección visual de probetas</li> <li>Pruebas de doblez.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada probeta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo a ASME VIII Div.1</li> <li>ASME IX</li> </ul>	W	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>HAUG / PQR</li> </ul>



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO PE.OPER.2081.PL.002

Fecha: 20/05/2017  
Revisión: 1  
Página: 6 de 9

Item	Etapas del trabajo	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	RESPONSABLE	QUE VERIFICAR	MÉTODO DE INSPECCIÓN	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	TIPO DE CONTROL		REGISTRO
								HAUG	RES/MI	
2.3	Calificación de soldadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASME IX</li> <li>ASME VIII Div.1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensiones de las probetas</li> <li>Material base</li> <li>Posición de soldadura</li> <li>Parámetros de soldadura</li> <li>Ejecución de soldadura</li> <li>Inspección visual de probetas</li> <li>Pruebas de doblez</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> <li>Visual</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada soldador</li> <li>Por cada probeta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASME IX</li> <li>ASME IX</li> </ul>	W	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>HAUG / WPQ</li> </ul>
<b>3.0 Recepción de Materiales y Equipos</b>										
3.1	Recepción de material planchas, perfiles, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listado de materiales</li> <li>Órdenes de compra</li> <li>Certificados de Calidad</li> <li>Guía de Remisión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de especificación técnica del proyecto</li> <li>Estado físico del suministro</li> <li>Dimensiones</li> <li>Revisión de Certificados de Calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> <li>Medición directa con cinta métrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada vez que ingresa material del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según normas ASTM</li> <li>ASME II</li> </ul>	I	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2081.RG.006</li> </ul>
3.2	Recepción de soldadura y pintura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listado de materiales</li> <li>Órdenes de compra</li> <li>Certificados de Calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de especificación técnica del proyecto</li> <li>Estado físico del suministro</li> <li>Revisión de Certificados de Calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada vez que ingresan al proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según normas AWS</li> <li>Según hoja técnica del fabricante</li> </ul>	I	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2081.RG.006</li> </ul>
<b>4.0 Fabricación en Taller -</b>										
4.1	Markado y codificación de partes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos aprobados para fabricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método de markado</li> <li>Identificación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada elemento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Markado de acuerdo a marca de plano</li> <li>Cada parte se vincula a su certificado de calidad de material</li> </ul>	I	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2081.RG.007</li> </ul>
4.2	Trazo, corte y biselado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos aprobados para fabricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensiones</li> <li>Ángulos de bisel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada elemento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según planos de detalle aprobados para fabricación</li> </ul>	V	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>N.A</li> </ul>
4.3	Robado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos aprobados para fabricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Curvatura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Comparación con planilla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada elemento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según planos de detalle aprobados para fabricación</li> </ul>	V	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>N.A</li> </ul>
4.4	Habilitado y armado de accesorios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos aprobados para fabricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensiones</li> <li>Ajustado</li> <li>Uso de procedimiento de soldadura aprobado (WPS)</li> <li>Calificación de soldadores</li> <li>Metal base y de aporte</li> <li>Parámetros de soldadura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada elemento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según planos de detalle aprobados para fabricación</li> </ul>	I	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2081.RG.008</li> </ul>
4.5	Soldadura de accesorios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos aprobados para fabricación</li> <li>Especificación técnica del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calificación de soldadores</li> <li>Metal base y de aporte</li> <li>Parámetros de soldadura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada elemento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según planos de detalle aprobados para fabricación</li> </ul>	V	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>N.A</li> </ul>



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO

**PE.OPER.2081.PL.002**

Fecha: 20/05/2017  
Revisión: 1  
Página: 7 de 9

Item	Etapas del trabajo	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	RESPONSABLE	QUE VERIFICAR	METODO DE INSPECCION	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACION	TIPO DE CONTROL		REGISTRO
								HAUG	RESUMIM	
4.6	Inspección por lentes penetrantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimiento de inspección visual de soldadura.</li> <li>Especificación técnica del proyecto.</li> <li>Procedimiento de inspección por lentes penetrantes según ASME Sección V Artículo 6</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector Nivel II-VT</li> <li>Inspector Nivel II PT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acabados</li> <li>Discontinuidades</li> <li>Cumplimiento de procedimiento</li> <li>Indicaciones</li> <li>Cumplimiento de procedimiento</li> <li>Calificación del personal de inspección</li> <li>Indicaciones</li> <li>Cumplimiento de procedimientos</li> <li>Films radiográficos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Medición directa</li> <li>Visual</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>100% de juntas soldadas</li> <li>100% de juntas a tope.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo a ASME VIII Div.1</li> <li>De acuerdo a ASME VIII Div.1</li> </ul>	I	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2081.RG.009</li> <li>PE.OPER.2081.RG.010</li> </ul>
4.7	Inspección radiográfica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentación del subcontratista de inspección radiográfica</li> <li>Procedimiento de inspección radiográfica según ASME Sección V Artículo 2.</li> <li>ASME VIII Div. 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector OC</li> <li>Inspector OC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicaciones</li> <li>Cumplimiento de procedimientos</li> <li>Films radiográficos</li> <li>Cumplimiento de procedimiento de prueba.</li> <li>Fluido de prueba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> <li>Medición directa</li> <li>Visual</li> <li>Medición indirecta: cinta réplica</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo a ASME VIII Div.1</li> </ul>	I	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reporte de inspección de subcontratista</li> </ul>
4.8	Prueba hidrostática	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASME VIII Div 1</li> <li>Procedimiento de prueba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector OC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de procedimiento de prueba.</li> <li>Fluido de prueba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada tanque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo a ASME VIII Div.1</li> </ul>	HP-W	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2081.RG.011</li> </ul>
4.9	Protección superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hojas técnicas de pintura</li> <li>Estandares SSPC</li> <li>Certificados de calibración de instrumentos empleados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpieza superficial.</li> <li>Perfil de rugosidad.</li> <li>Condiciones ambientales para aplicación de pintura.</li> <li>Espejor de película seca y/o revestimientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Medición indirecta: cinta réplica</li> <li>Revisión documental</li> <li>Medición directa e indirecta</li> <li>Revisión documental</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada lote de material granallado</li> <li>Por cada lote de material a pintar</li> <li>De acuerdo a SSPC-PA2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según Especificación técnica del proyecto</li> <li>Según estándar SSPC y cartilla VIS-1</li> <li>Según perfil requerido en hoja técnica de pintura</li> <li>Según Especificación técnica del proyecto</li> <li>Según estándar SSPC</li> <li>Según Especificación técnica del proyecto</li> <li>Según estándar SSPC-PA2</li> </ul>	I	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2081.RG.013</li> </ul>
<b>5.0 Entrega</b>										
5.1	Verificaciones finales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos aprobados para fabricación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensiones</li> <li>Juntas de soldadura</li> <li>Rodamientos</li> <li>Ubicación de brujillas, tuberías y accesorios. (Orientación y elevación)</li> <li>Placa de identificación de cada recipiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual.</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada tanque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo a ASME VIII Div 1</li> <li>Según planos de detalle aprobados para fabricación.</li> </ul>	W	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2081.RG.008</li> </ul>
5.2	Revisión de la placa de identificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos aprobados para fabricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Placa de identificación de cada recipiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada tanque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según planos de detalle aprobados para fabricación.</li> </ul>	W	R	



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO

### PE.OPER.2081.PL.002

Fecha: 20/05/2017  
Revisión: 1  
Página: 8 de 9

Item	Etapas del trabajo	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	RESPONSABLE	QUE VERIFICAR	METODO DE INSPECCION	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACION	TIPO DE CONTROL		REGISTRO
								HAUG	IN.SI.MIN	
5.1	Liberación final	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificaciones técnicas del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de Plan de Inspección y Ensayo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada envío.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registros de Inspección completos.</li> </ul>	PE	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2081.RG.012</li> </ul>
5.2	Cierre de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dossier de Calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lista de observaciones cerrada</li> <li>No conformidad cerradas (si las hubiera).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al finalizar el proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lista de entregables completa.</li> <li>Entrega del dossier de calidad.</li> </ul>	PE	PE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acta de entrega final</li> </ul>

Leyenda tipo de control: PE: Punto de espera, R: Revisión, W: Atestiguar, presenciar, I: Inspección, V: Verificación.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO</b> <b>PE.OPER.2081.PL.002</b>	Fecha: 20/05/2017 Revisión: 1 Página: 9 de 9
---	--	--

#### 7. HISTORIAL DE CAMBIOS

Revisión	Descripción del cambio	Aprobado por (Cargo)	Fecha
1	Emitido para construcción, actualizado según nueva orden de compra	Jefe QC	20/05/2017
0	Emitido para construcción	Jefe QC	15/03/2017
A	Emitido para revisión.	Jefe QC	19/01/2017

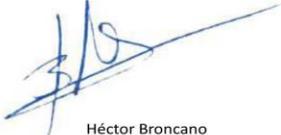


**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

## ANEXO 4. PLAN DE CALIDAD

	<b>PLAN DE CALIDAD</b>  <b>PE.OPER.2081.PL.001</b>	Fecha: 20/05/2017  Revisión: 1  Página: 1 de 13
---	--	---

<b>CLIENTE:</b>	RESEMIN S.A.
<b>Orden de Compra:</b>	001-1701835 // 001-1701938
<b>No. Proyecto HAUG:</b>	P-2081

RESPONSABILIDAD	FECHA	SELLO Y FIRMA
<b>ELABORADO POR:</b>	20/05/2017	 Arturo Del Carpio Jefe de Calidad HAUG – Planta Lurín
<b>REVISADO POR:</b>	20/05/2017	 Arturo Del Carpio Jefe de Calidad HAUG – Planta Lurín
<b>APROBADO POR:</b>	20/05/2017	 Héctor Broncano Gerente de Planta HAUG – Planta Lurín

---


**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.  
**NOTA 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<p style="text-align: center;"><b>PLAN DE CALIDAD</b> <b>PE.OPER.2081.PL.001</b></p>	<p>Fecha: 20/05/2017 Revisión: 1 Página: 2 de 13</p>
---	--	--

## CONTENIDO

1. Objetivo
2. Ámbito de Aplicación
3. Responsabilidad de Implementación
4. Referencias
5. Terminologías
6. Desarrollo
7. Historial de Cambios
8. Anexos



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PLAN DE CALIDAD</b>  <b>PE.OPER.2081.PL.001</b>	Fecha: 20/05/2017 Revisión: 1 Página: 3 de 13
---	--	---

### 1. OBJETIVO

El presente Plan de Calidad define como HAUG S.A. establecerá el proceso y la secuencia de actividades ligadas a la calidad, con base en la normativa ISO 9001:2008, y que sean aplicables a la ejecución de actividades que constituyen el proyecto **"SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE TANQUES PULMÓN DE AIRE"** asignado por **RESEMIN S.A.**

El contenido de este documento, así como lo indicado en el documento "PE.OPER.2081.PL.002 Plan de Inspección y Ensayo" del proyecto, acerca de los controles a aplicar durante las diferentes etapas de los procesos aplicables al proyecto **"SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE TANQUES PULMÓN DE AIRE"** permitirán dar la confiabilidad a **RESEMIN S.A.** que los trabajos ejecutados por HAUG S.A., son acordes con los requisitos de la calidad aplicables a la ejecución del presente proyecto.

### 2. AMBITO DE LA APLICACION

El presente Plan de Calidad es aplicable a los trabajos requeridos en el proyecto **"SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE TANQUES PULMÓN DE AIRE"** y cuyos trabajos de fabricación se realizarán en la Planta de HAUG en el distrito de Lurín, Lima.

### 3. RESPONSABILIDAD DE LA APLICACION

#### **Jefe de Proyecto:**

- ✓ Responsable del cumplimiento de todas las obligaciones contraídas en el contrato, hasta el cierre satisfactorio del mismo.
- ✓ Asegurar que se disponga y se asignen los recursos humanos calificados según el organigrama del Proyecto, así como que se disponga y asigne los recursos necesarios para asegurar la calidad del Proyecto.
- ✓ Mantener comunicación con el personal de Calidad del proyecto y monitorear el cumplimiento de las obligaciones contractuales en materia de Calidad.

#### **Jefe de Control de Calidad:**

- ✓ Administrar el Plan de Calidad del Proyecto.
- ✓ Responsable de verificar que se efectúe las actividades operativas establecidas en el Plan de Calidad.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PLAN DE CALIDAD</b>  <b>PE.OPER.2081.PL.001</b>	Fecha: 20/05/2017 Revisión: 1 Página: 4 de 13
---	--	---

- ✓ Responsable de asegurar que los procesos involucrados en el presente Proyecto sigan los lineamientos del Manual de Calidad y del presente Plan de Calidad.
- ✓ Monitorear y/o coordinar la ejecución de las inspecciones y ensayos a realizar durante el proyecto, según se detalla en el Plan de Inspección y Ensayo aprobado por el cliente.
- ✓ Delegar y asignar funciones a los Inspectores de Calidad y monitorear el cumplimiento de las mismas.
- ✓ Coordinar y realizar seguimiento de las No Conformidades hasta el cierre de las mismas.
- ✓ Organizar la elaboración final del Dossier de Calidad del Proyecto.

**Inspector de Calidad:**

- ✓ Ejecutar, monitorear y/o coordinar la ejecución de las inspecciones y ensayos de su especialidad, según se detalla en el Plan de Inspección y Ensayo aprobado por el cliente.
- ✓ Elaborar y/o completar los datos de los registros de calidad aplicables y compilarlos en el Dossier de Calidad del proyecto.
- ✓ Emitir No Conformidades y realizar el seguimiento hasta el cierre de las mismas.

**4. REFERENCIAS**

- ✓ PE.QHSE.0000.MA.001: Manual QHSE HAUG S.A.
- ✓ Especificaciones Técnicas del Proyecto.

**5. TERMINOLOGÍAS**

Ninguna

**6. DESARROLLO**

**6.1 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN**

La Gerencia General de HAUG S.A. ha establecido una Misión, Visión y Política Integrada QHSE (Calidad, Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente) para desarrollar y mantener un Sistema Integrado de Gestión y lograr los beneficios de todas las partes interesadas. La Gerencia General de HAUG S.A., a través de la Gerencia de Operaciones ha designado al **Jefe de Proyecto**, quién tendrá la responsabilidad general del proyecto. En consecuencia dicha



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PLAN DE CALIDAD</b>  <b>PE.OPER.2081.PL.001</b>	Fecha: 20/05/2017 Revisión: 1 Página: 5 de 13
---	--	---

persona tiene plena responsabilidad y compromiso con la implementación del **Plan de Calidad** para el presente proyecto.

#### 6.1.1 MISIÓN, VISIÓN Y POLÍTICA INTEGRADA

##### **MISIÓN**

Prestar servicios de su especialidad con los más altos niveles de calidad, seguridad, cumplimiento y rentabilidad, para la plena satisfacción de sus Clientes y el cumplimiento de su responsabilidad social y empresarial.

##### **VISIÓN**

Ser empresa líder en Ingeniería, Construcción y Montaje, con crecimiento en el Perú y presencia en el extranjero, basado en exigentes criterios de calidad e innovación, garantizando a sus Clientes un servicio de excelencia.

##### **POLITICA INTEGRADA**

(Ver página siguiente)



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PLAN DE CALIDAD</b>  <b>PE.OPER.2081.PL.001</b>	Fecha: 20/05/2017 Revisión: 1 Página: 6 de 13
---	--	---

	<b>HAUG S.A.</b> <b>POLÍTICA QHSE</b> <b>PE.QHSE.0000.PO.001</b>	Fecha: 06/04/2015 Revisión: 09 Página: 1 de 1
---	--	---

En HAUG S.A. nos dedicamos a ofrecer servicios de Ingeniería, Construcción y Montaje con personal altamente calificado y con una presencia en el mercado de más de 60 años de experiencia.

Para garantizar el éxito sostenido de nuestro negocio, asumimos los siguientes compromisos:

- Cumplir con los requisitos establecidos por nuestros clientes en términos de calidad, seguridad, salud en el trabajo, y medio ambiente.
- Prevenir la contaminación ambiental, las lesiones y enfermedades ocupacionales como consecuencia de nuestras actividades a todos los miembros de la organización.
- Cumplir con la legislación nacional vigente y con cualquier otro requisito que la organización considere necesario y suscriba en materia de calidad, seguridad, salud en el trabajo y medio ambiente.
- Garantizar que los trabajadores y sus representantes sean comunicados y consultados sobre la gestión de seguridad y salud en el trabajo, promoviendo su participación activa.
- Mejorar continuamente la eficacia de la gestión del Sistema QHSE.

  
**SAMUEL YERUSALIMSKI**  
 Gerente General  
 Haug S.A.  
**GERENCIA GENERAL**

## 6.2 CONTROL DE DOCUMENTOS Y DATOS

HAUG S.A. ha establecido el documento "PE.QHSE.0000.PR.001 Procedimiento de Control de Documentos y Registros" como parte de su Sistema Integrado de Gestión, en el cual se define los controles necesarios para aprobar los documentos a desarrollar, su revisión y actualización, cuando sea necesario, así como para llevar a cabo su re-aprobación. El Ingeniero de Proyecto seguirá los lineamientos de este procedimiento a fin de asegurar que la distribución de los



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PLAN DE CALIDAD</b>  <b>PE.OPER.2081.PL.001</b>	Fecha: 20/05/2017 Revisión: 1 Página: 7 de 13
---	--	---

documentos es controlada, que son legibles, recuperables y trazables, así como también evitar el uso no intencionado de documentos obsoletos.

La documentación acopiada durante el proyecto conforma el archivo de datos del proyecto, y deberá ser mantenida, en medios físicos o electrónicos, así como permitir su acceso y recuperación, al menos durante 3 años después de la entrega del proyecto.

### 6.3 CONTROL DE LOS REGISTROS

Toda la documentación generada como parte de la implementación del presente Plan de Calidad del proyecto constituirá una evidencia o registro del cumplimiento de los requisitos del cliente. El Ingeniero de Proyecto y el Inspector de Calidad del proyecto seguirán los lineamientos del documento “PE.QHSE.0000.PR.001 Procedimiento de Control de Documentos y Registros” para la identificación, almacenamiento, protección, recuperación y disposición final de los registros.

### 6.4 GESTION DE LOS RECURSOS

HAUG S.A. ha previsto la asignación de todos los recursos necesarios para la correcta y completa ejecución de los trabajos del proyecto, con la finalidad de lograr los requisitos de calidad especificados por **RESEMIN S.A.**

HAUG S.A. se asegura que todo el personal sea competente, con base en la educación, formación, habilidad y experiencia; adecuada a las funciones que desempeñaran en el proyecto. Las competencias necesarias del personal para cada puesto dentro de la organización se encuentran establecidas en el “Manual de Descripciones de Puestos”. Periódicamente se realizan evaluaciones de desempeño, cuyos resultados pueden determinar las necesidades de capacitación del personal para mejorar sus competencias y alinearlas a las requeridas para el proyecto.

HAUG S.A. cuenta con el documento “PE.DHRS.0000.PR.002 Procedimiento de Capacitación de Personal”, de tal manera de asegurar que el personal que conforma la organización es calificado y cuenta con el perfil requerido para el desempeño de las funciones que les serán asignadas.

Respecto a los equipos a emplear en el proyecto, el área de Mantenimiento, se asegurará de que los equipos empleados en la planta de producción se



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<p><b>PLAN DE CALIDAD</b></p> <p><b>PE.OPER.2081.PL.001</b></p>	<p>Fecha: 20/05/2017</p> <p>Revisión: 1</p> <p>Página: 8 de 13</p>
---	---	--

encuentren operativos y se les ha realizado el mantenimiento periódico programado.

#### **6.5 REVISIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CLIENTE**

La relación entre **RESEMIN S.A.** y **HAUG S.A.**, es plasmada formalmente en el Contrato u Orden de compra 001-1701835 // 001-1701938 emitido por RESEMIN por la ejecución de los trabajos del Proyecto, el cual es acompañado de especificaciones técnicas y otros documentos que definen el alcance del proyecto y los requisitos de calidad para los trabajos del Proyecto.

Como resultado de la revisión de los requisitos de Calidad del proyecto, se ha elaborado el documento “PE.OPER.2081.PL.002 Plan de Inspección y Ensayo” específico para el proyecto, donde se resumen los controles y criterios de aceptación aplicables durante las fases del proyecto. Este Plan de Inspección y Ensayo incluirá los requisitos legales y reglamentarios que fueran aplicables al proyecto.

#### **6.6 COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE**

HAUG S.A. mantendrá una comunicación permanente con RESEMIN durante toda la ejecución del proyecto, siguiendo los mecanismos formales establecidos en el Contrato o la Orden de Compra. Esta comunicación puede ser relativa al avance del proyecto, consultas técnicas, modificaciones del contrato o alcance del proyecto, resultados de pruebas, así como la retroalimentación del cliente, incluyendo sus quejas y tratamiento de las mismas.

La comunicación RESEMIN podrá realizarse por canales formales e informales, toda comunicación formal será realizada a través del Ingeniero de Proyecto.

#### **6.7 DISEÑO**

HAUG S.A. realizará planos para fabricación en taller que sea necesario, según los planos de ingeniería entregados por RESEMIN, siguiendo las etapas de planificación, revisión, verificación y validación, así como las referidas al control de cambios del diseño, de acuerdo con el documento “PE.OPER.0000.PR.001 Procedimiento de Ingeniería” del Sistema Integrado de Gestión, asegurando la interacción entre las diferentes áreas implicadas para asegurar una comunicación eficaz y una clara asignación de responsabilidades.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<p><b>PLAN DE CALIDAD</b></p> <p><b>PE.OPER.2081.PL.001</b></p>	<p>Fecha: 20/05/2017</p> <p>Revisión: 1</p> <p>Página: 9 de 13</p>
---	---	--

### 6.8 PLANIFICACION Y DESARROLLO DEL PROYECTO

HAUG S.A. realizará la planificación del proyecto, la misma que estará relacionada a la consecución de los objetivos de alcance, tiempo y costo, así como de calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, según los lineamientos establecidos en su Manual QHSE.

Se establecerá un cronograma inicial y una estructura de descomposición del trabajo como línea base para determinar los recursos necesarios y su gestión en el tiempo.

De considerarlo necesario, el Ingeniero de Proyecto solicitará la emisión de procedimientos, planes o instrucciones específicas para el proyecto, los mismos que seguirán los lineamientos del documento “PE.QHSE.0000.PR.001 Procedimiento de Control de Documentos y Registros” del Sistema Integrado de Gestión.

### 6.9 COMPRAS

HAUG S.A. a través de su área Logística realiza el proceso de compras de materiales e insumos requeridos por el proyecto, asegurando el cumplimiento de los requisitos de compra especificados y de acuerdo a lo establecido en el procedimiento “PE.OPER.0000.PR.002 Procedimiento de Abastecimiento de Bienes y Servicios” del Sistema Integrado de Gestión.

Todos los pedidos de compras deberán ser ingresados al sistema informático de requisiciones y seguir los niveles de aprobación correspondientes para que el área Logística pueda emitir las Órdenes de Compra o Servicio oportunamente.

### 6.10 SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DEL PROYECTO

HAUG S.A. ha dispuesto a la través de la Gerencia de Operaciones que en cada proyecto se efectúen actividades de seguimiento y control, mediante la emisión de un reporte semanal que incluya los indicadores de avance, con base en indicadores respecto a una programación inicial o línea base, donde se plasmarán también los ajustes necesarios para mantener el control de las operaciones del proyecto, así como la retroalimentación a las diversas áreas operativas de la organización, respecto a su participación e involucramiento en las actividades que se les solicita desde los proyectos.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PLAN DE CALIDAD</b>  <b>PE.OPER.2081.PL.001</b>	Fecha: 20/05/2017 Revisión: 1 Página: 10 de 13
---	--	--

Asimismo, mediante el cumplimiento de las inspecciones y ensayos indicados en el documento “PE.OPER.2081.PL.002 Plan de Inspección y Ensayo” del proyecto, se mantendrá el control de las actividades de inspección y ensayo realizadas a lo largo del desarrollo del proyecto.

#### **6.11 IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD**

HAUG S.A. ha previsto un sistema de control de materiales y elementos que serán incorporados al proyecto bajo la premisa de demostrar el uso de materiales aprobados y liberados. Se seguirán los lineamientos del documento “PE.OPER.0000.PR.017: Identificación y Trazabilidad” y se registrará cada elemento o parte del producto final mediante una marca individual indicada en el plano y asociándola a la documentación de calidad recibida con el material, de tal manera que pueda hacerse rastreable hasta su origen.

#### **6.12 PRESERVACIÓN DE LOS ENTREGABLES DEL PROYECTO**

HAUG S.A. preservará los entregables del proyecto durante las fases de procesamiento hasta la entrega al destino previsto para mantener la conformidad con los requisitos. Esto incluye la identificación, manipulación, embalaje, almacenamiento y protección de todos los componentes o sus partes hasta que sean entregados al cliente, según los requerimientos contractuales.

#### **6.13 CONTROL DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

HAUG S.A. de acuerdo a lo indicado en el documento “PE.OPER.0000.PR.007 Procedimiento: Gestión de Equipos/Instrumentos de Medición y Ensayo” del Sistema Integrado de Gestión, y a través del Inspector de Calidad del proyecto se asegurará que los equipos utilizados para el control e inspección, medición y/o verificación estén en condiciones de uso y con calibración vigente.

El Inspector de Calidad, revisará la vigencia de los informes y certificados de calibración antes de proceder a las mediciones definitivas. Asimismo, se deberá asegurar las condiciones ambientales adecuadas para el almacenaje de equipos e instrumentos, que por su precisión lo requieran. Sólo se utilizarán equipos que se encuentren dentro del periodo de calibración vigente.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PLAN DE CALIDAD</b>  <b>PE.OPER.2081.PL.001</b>	Fecha: 20/05/2017 Revisión: 1 Página: 11 de 13
---	--	--

HAUG S.A., mantendrá un programa de calibración de todos sus equipos e instrumentos, para garantizar una medición eficiente, manteniendo en todo momento la trazabilidad de calibración.

#### 6.14 CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME

HAUG S.A. de acuerdo al documento "PE.QHSE.0000.PR.004 Procedimiento de Control del Producto No Conforme" del Sistema Integrado de Gestión, controlará todos aquellos elementos que no cumplan con los requisitos especificados, los cuales dependiendo de su situación, serán identificados y separados temporal o definitivamente basándose en la disposición que emita el Inspector de Control de Calidad.

El Inspector de Control de Calidad, efectuará el seguimiento de los elementos No Conformes hasta su disposición final referente a su utilización o no en el Proyecto.

#### 6.15 ACCIONES CORRECTIVAS / PREVENTIVAS

HAUG S.A. de acuerdo al documento "PE.QHSE.0000.PR.003: Procedimiento de Acciones Correctivas y Preventivas" del Sistema Integrado de Gestión, definirá y ejecutará las acciones a seguir en caso de observarse un producto No Conforme, esto podrá incluir acciones correctivas o acciones preventivas para evitar su ocurrencia y/o recurrencia a lo largo del desarrollo del Proyecto.

### 7. HISTORIAL DE CAMBIOS

Revisión	Descripción del cambio	Aprobado por (Cargo)	Fecha
1	Emitido para construcción, actualizado según nueva orden de compra	Jefe de Proyecto	20/05/2017
0	Emitido para construcción.	Jefe de Proyecto	25/01/2017
A	Emitido para revisión.	Jefe de Proyecto	12/01/2017

### 8. ANEXOS:

- I. Organigrama del proyecto.
- II. Mapa de procesos.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



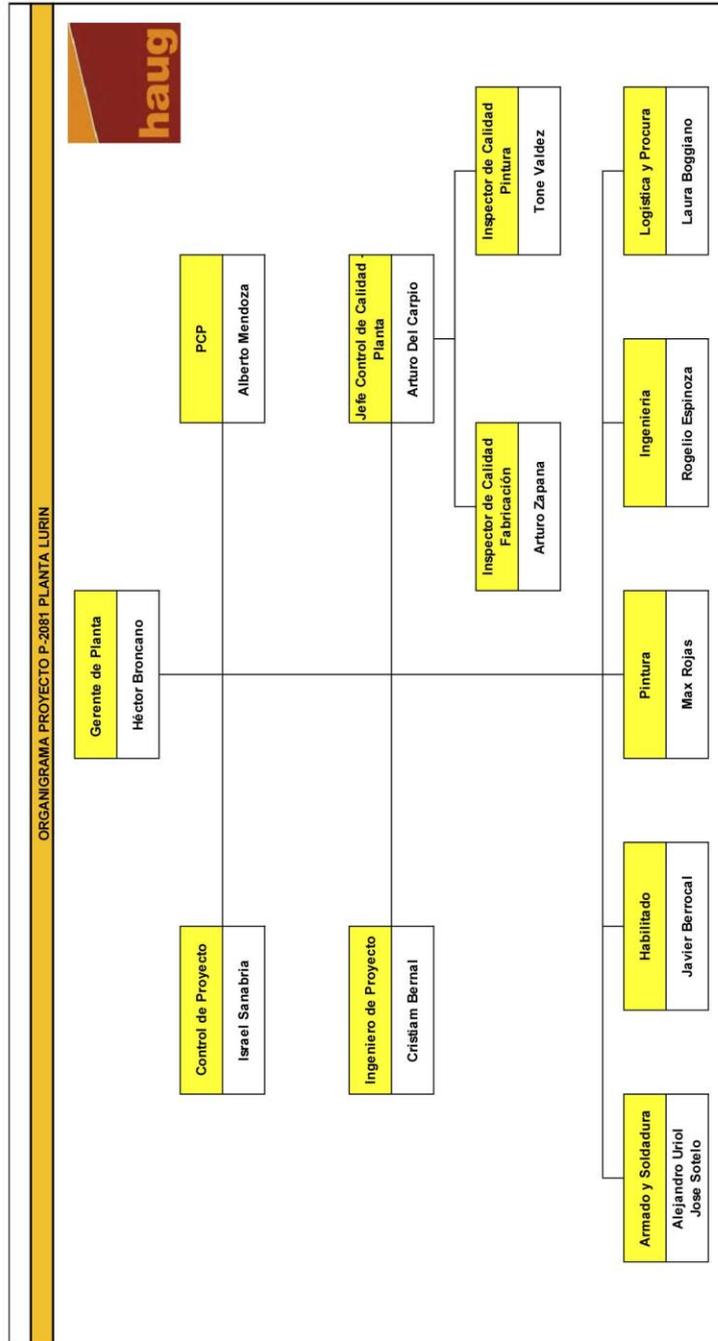
**PLAN DE CALIDAD**  
**PE.OPER.2081.PL.001**

Fecha: 20/05/2017

Revisión: 1

Página: 12 de 13

**ANEXO I**



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

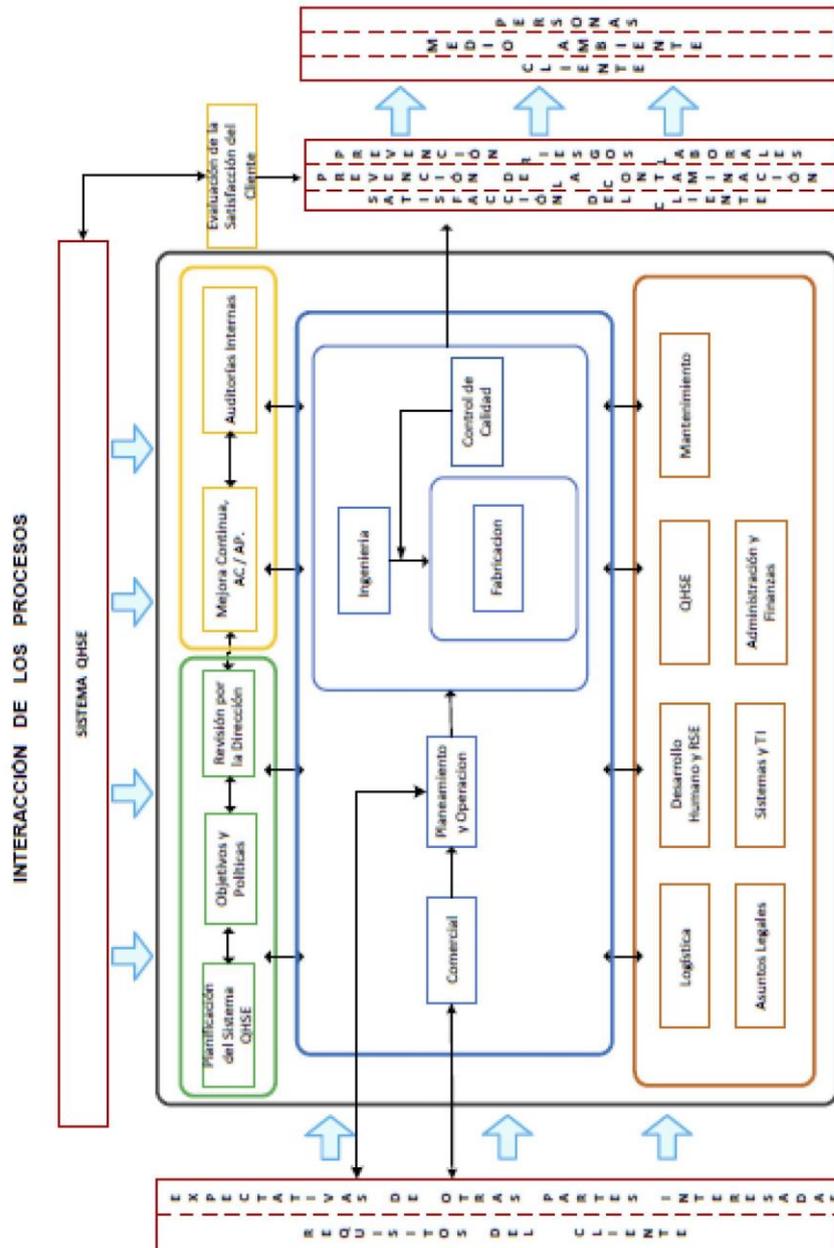
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



**PLAN DE CALIDAD**  
**PE.OPER.2081.PL.001**

Fecha: 20/05/2017  
Revisión: 1  
Página: 13 de 13

**ANEXO II**

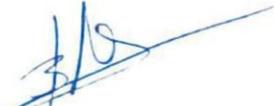


**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

## ANEXO 5. PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

	<b>WELDING PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.001</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 1 of 7
---	--	---

<b>CUSTOMER:</b>	RESEMIN S.A.
<b>Purchase order No.:</b>	001-1604376
<b>HAUG Project No.:</b>	P-2081

RESPONSABILITY	DATE	SIGNATURE & SEAL
<b>ELABORATED BY:</b>	January 25th, 2017	 Arturo Del Carpio Jefe de Calidad HAUG – Planta Lurín
<b>REVIEWED BY:</b>	January 25th, 2017	 Arturo Del Carpio Jefe de Calidad HAUG – Planta Lurín
<b>APPROVED BY:</b>	January 25th, 2017	 Héctor Broncano Gerente de Planta HAUG – Planta Lurín



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.  
**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<b>WELDING PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.001</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 2 of 7
---	--	---

## TABLE OF CONTENTS

1. Objective
2. Scope of application
3. Implementation responsibilities
4. References
5. Terminology
6. Development
7. Historical changes
8. Attachments



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<b>WELDING PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.001</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 3 of 7
---	--	---

### 1. OBJECTIVE

This procedure provides the general guidelines to be followed for welding pressure vessels, manufactured in accordance with the standard ASME VIII Div. 1 of the American Society of Mechanical Engineers.

### 2. SCOPE OF APPLICATION

This procedure is applicable to all pressure vessels at HAUG S.A. workshop for the project **"SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE TANQUES PULMÓN DE AIRE"**, assigned by **RESEMIN S.A.**

### 3. IMPLEMENTATION RESPONSABILITIES

#### **Project Manager:**

- ✓ He must assure that the qualified personnel and other resources (materials, equipment, etc.) needed for the execution of the project is available.

#### **Quality Control Chief:**

- ✓ He is responsible to assure the resources for the correct execution of this procedure.

#### **Quality Inspector:**

- ✓ He is responsible for execution of verifications, checks, inspections and test of his specialty.
- ✓ He is responsible for the execution of this procedure and compliance with project requirements.

#### **Certified Welding Inspector (CWI)**

- ✓ He is responsible for developing welding procedures (WPS).
- ✓ In the case of qualification of welders (WPQ) it is the person responsible for verifying the execution of the welding test coupon, perform the visual inspection of the test coupon and sign the welder qualification records.

#### **Welding Supervisor**

- ✓ Responsible for controlling the execution of welding work in accordance with the provisions of the welding procedure specifications (WPS) bring statistics welders and coordinate with the quality inspector/CWI for the inspections required.



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<b>WELDING PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.001</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 4 of 7
---	--	---

#### 4. REFERENCES

- ✓ Code ASME, Section IX – Ed. 2015
- ✓ Standard ASME Code Section VIII, Div. 1 & Div.2
- ✓ HAUG WPS y PQR Database
- ✓ Welding consumables Datasheet

#### 5. TERMINOLOGY

- **Welding procedure specification (WPS):**

It is a document that describes how welding is to be carried out in production, sets broad guidelines for the shop and field welding practice of the fabricator for each anticipated combination of essential variables. Welding parameters and ranges are specified and used to prepare the associated welding procedure data sheets.

- **Procedure Qualification Record (PQR):**

It is a document containing information on the results of running and test coupons prepared according to a WPS welding. PQR contains the actual data of the welding process and is a demonstration of what was stated in the WPS, is suitable for producing acceptable welds according to a specified standard.

#### 6. DEVELOPMENT

##### 6.1 WELDING PROCESSES:

Welding processes used by HAUG in the manufacture and assembly of pressure vessels, include:

- GMAW: Is an arc welding process that incorporates the automatic feeding of a continuous, solid consumable electrode that is shielded by an externally supplied gas.

##### 6.2 WPS & PQR SELECTION

- WPS required by ASME VIII for the manufacture of pressure vessels shall be in accordance with ASME IX standard.
- According to what is required in the approved construction drawings, taking into account: type of joint, base material, thickness, position, welding, among others, HAUG WPS y PQR Database be selected. These WPS and



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<b>WELDING PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.001</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 5 of 7
---	--	---

respective PQR will be sent to customer for approval before the start of the welding.

### 6.3 PERSONAL QUALIFICATION

The Quality Inspector inform to Welding Supervisor about the WPS to use in the welding process and they review the qualifications of welders available for work, they will be qualified according to ASME IX guidelines, in processes and positions needed for the project.

### 6.4 WELD PREPARATION

- Weld preparation surfaces are free of contaminants and base metal defects such as laminations and cracks.
- Weld joint is free from oxide and sulfide scales, hydrocarbon residue, and any excessive build-up of weld-through primers.
- Weld joint type, bevel angle, root face and root opening are correct according to WPS and approved construction drawings.
- Alignment and mismatch is correct and acceptable according ASME VIII Div.1.

### 6.5 FILLER METAL

- The filler metal to be used shall be as specified in the WPS for each welding process used.
- Conservation and reconditioning of the filler metal to be used in each welding process must be carried out as directed by the manufacturer's data sheet.
- Filler metals are clean and free of contaminants.
- Holding furnaces for filler should be available at the workshop.

### 6.6 DEVELOPMENT OF WELDING WORK

- The work area should have adequate weather conditions, avoiding the presence of humidity and wind through the use of hedging and other devices to ensure that the weld area is not affected by climatic factors that may damage the weld.




---

**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.  
**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<b>WELDING PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.001</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 6 of 7
---	--	---

- The use of protective gas in the case of welding processes such as GMAW and is as indicated in the WPS.
- The preheating, whether this indicated for thick thicknesses or as a means to remove all moisture from the surface to be welded, can be achieved by means of a gas torch or torches.
- Before applying the root pass, should be execute a mechanical cleaning with circular brushes.
- The root pass should be applied by segment or consecutive segment or by a method that minimizes heat input and distortion of the joint.
- The cleaning between passes can be performed with circular brushes or emery discs, whatever is necessary to ensure proper cleaning prior to next welding pass.
- Finished the root pass will proceed to implement the remainder of passes in continuous beads, culminating joint on one side.
- Finished the welding side, it proceeds to remove the fasteners and alignment on the other side.
- On the grooved side (usually the inside of the tank) will be performed dye penetrant inspection according the procedure "PE.OPER.2081.PR.003 Dye Penetrant Procedure".
- Finished the welding, the welding supervisor shall inform the Inspector of Quality for it to perform visual inspection of welding, according to the procedure "PE.OPER.2081.PR.002 Visual Examination Procedure"
- Additional NDT as radiographic inspection, hydrostatic test will be scheduled after the quality inspector has completed the visual weld inspection.
- The Quality Inspector will issue the registration of visual weld inspection, the frequency it believes appropriate.

#### 6.7 REPAIRS

- If detected a discontinuity in a weld that exceeds the acceptance criteria of an inspection method, this will be considered a default and must be repaired and then re-inspected by the same method to determine its refusal to be acceptable, according to the procedure "PE.OPER.2081.PR.002 Visual Examination Procedure".



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<b>WELDING PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.001</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 7 of 7
---	--	---

## 7. HISTORICAL CHANGES

Revision	Changes Description	Approved by (Position)	Date
0	Issued for construction	Project Manager	Jan 25 <sup>th</sup> , 2017

## 8. ATTACHMENTS

- I. WPS to be used in the project
  - WPS 746 Rev. 0
- II. PQR to be used in the project
  - PQR 315
- III. PE.OPER.2081.RG.001 Welding procedure specification (WPS) Log
- IV. PE.OPER.2081.RG.002 Procedures qualification record (PQR) Log
- V. PE.OPER.2081.RG.003 - Qualified welders (WPQR) Log



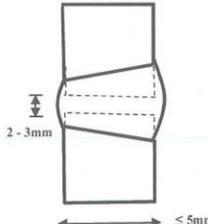
**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

# ANEXO 5.1. ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)-GMAW-RMD

	<b>ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b> <i>(De acuerdo a ASME Sección IX)</i>		<b>HAUG / WPS</b>	
			HOJA:	1 de 2
			EMISION:	Junio, 2014
			REVISION:	0

<b>QW-482 - ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b>			
Nombre de la compañía: <u>HAUG S.A.</u>		Por: <u>Lidio Alata Trujillo</u>	
Especificación de Procedimiento de Soldadura No. <u>HAUG / WPS - 786</u>		Fecha: <u>18 / Julio / 17</u> PQR de soporte: <u>PQR-328 Rev.0</u>	
WPS Revisión No. <u>0</u>		Fecha: <u>18 / Julio / 17</u>	
Proceso(s) de soldadura: <u>GMAW(RMD)</u>		Tipo: <u>Semi-Automatico</u> <i>(Automatico, Manual, Maquina o Semi-Automatico)</i>	

<b>JUNTA (QW-402)</b> Diseño de junta: <u>Ranura, a Tope, bisel recto</u> Abertura de raíz: <u>2 - 3mm</u> Respaldo: (Si) <u>---</u> (No) <u>X</u> Material de respaldo: (Tipo): <u>---</u> <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Refractario <input type="checkbox"/> No metálico <input type="checkbox"/> Otro <small>Esquema, dibujo de fabricación, símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificado.</small>	<b>Detalles</b>  2 - 3mm ≤ 5mm
---	---

<b>METAL BASE (QW-403)</b> Nº P: <u>1</u> Grupo Nº: <u>1</u> al Nº P: <u>1</u> Grupo Nº: <u>1</u> O Especificación de tipo/grado o UNS Number: <u>---</u> Hasta la especificación de tipo/grado o UNS Number: <u>---</u> O Análisis químico y propiedades mecánicas: <u>---</u> Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas: <u>---</u> Rango de espesores Metal base: <u>Ranura: hasta 5 mm</u> Filete: <u>-</u> Máximo espesor de pases ≤ 1/2"(13mm) Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Otros: <u>---</u>			
--	--	--	--

<b>METAL DE APORTE (QW-404)</b>		
Especificación Nº (SFA)	<u>A5.18</u>	
AWS No (Clase)	<u>ER70S-6</u>	
Nº F	<u>6</u>	
Nº A	<u>1</u>	
Tamaño del electrodo	<u>1.0 mm</u>	
Forma del producto del metal de aporte	<u>Alambre Solido</u>	
Metal de aporte suplementario	<u>---</u>	
Metal depositado		
Rango de espesores		
Ranura	<u>Hasta 5 mm</u>	
Filete	<u>---</u>	
Fundente (clase)	<u>---</u>	
Tipo de Fundente	<u>---</u>	
Nombre comercial del Fundente	<u>---</u>	
Inserto consumible	<u>---</u>	
Otros	<u>---</u>	

Oscar Adalberto Ventura Sosa  
 CWI 10011581  
 QC1 EXP. 1/1/2019

HAUG / WPS - 786 - 0

	<b>ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b> <i>(De acuerdo a ASME Sección IX)</i>	HAUG / WPS	
		HOJA:	2 de 2
		EMISION:	Junio, 2014
		REVISION:	0

WPS No. 786		Rev. 0																																				
<b>POSICIONES (QW-405)</b> Posición(s) de Ranura: Horizontal Progresión: Asc: --- Desc: --- Posición de filete --- Otros ---		<b>TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO(QW-407)</b> Rango de temperatura: --- Tiempo: --- Otros ---																																				
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b> Temp. Precalentamiento Min: 20° C Temp. Entre pases Máx: 150° C Mantenimiento precalentamiento: --- Otros ---		<b>GAS (QW-408)</b> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Composición Porcentual</th> </tr> <tr> <th>Gas(es)</th> <th>Mezcla</th> <th>Flujo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Protección</td> <td>Argon+ CO<sub>2</sub></td> <td>80%Ar + 20%CO<sub>2</sub></td> </tr> <tr> <td>Arrastre</td> <td>---</td> <td>20-25 l/min</td> </tr> <tr> <td>Respaldo</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table>		Composición Porcentual			Gas(es)	Mezcla	Flujo	Protección	Argon+ CO <sub>2</sub>	80%Ar + 20%CO <sub>2</sub>	Arrastre	---	20-25 l/min	Respaldo	---	---	Otros	---	---																	
Composición Porcentual																																						
Gas(es)	Mezcla	Flujo																																				
Protección	Argon+ CO <sub>2</sub>	80%Ar + 20%CO <sub>2</sub>																																				
Arrastre	---	20-25 l/min																																				
Respaldo	---	---																																				
Otros	---	---																																				
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)</b> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Pases Nº</th> <th rowspan="2">Proceso</th> <th colspan="2">Metal de aporte</th> <th rowspan="2">Tipo de Corriente y Polaridad</th> <th rowspan="2">Amperaje (A)</th> <th rowspan="2">Veloc. Alm. Alamb. (m/min)</th> <th rowspan="2">Energía o Poder</th> <th rowspan="2">Voltaje (V)</th> <th rowspan="2">Veloc. Avance (mm/min)</th> <th rowspan="2">Otro (p.e. coment, observac, adic de alamb cal, técn, áng de antorcha, etc.)</th> </tr> <tr> <th>Clase</th> <th>Diámetro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>GMAW(RMD)</td> <td>ER70S-6</td> <td>1.0 mm</td> <td>DC (+)</td> <td>80-110</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>15-18</td> <td>120-200</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>				Pases Nº	Proceso	Metal de aporte		Tipo de Corriente y Polaridad	Amperaje (A)	Veloc. Alm. Alamb. (m/min)	Energía o Poder	Voltaje (V)	Veloc. Avance (mm/min)	Otro (p.e. coment, observac, adic de alamb cal, técn, áng de antorcha, etc.)	Clase	Diámetro	1	GMAW(RMD)	ER70S-6	1.0 mm	DC (+)	80-110	-	-	15-18	120-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pases Nº	Proceso	Metal de aporte				Tipo de Corriente y Polaridad	Amperaje (A)								Veloc. Alm. Alamb. (m/min)	Energía o Poder	Voltaje (V)	Veloc. Avance (mm/min)	Otro (p.e. coment, observac, adic de alamb cal, técn, áng de antorcha, etc.)																			
		Clase	Diámetro																																			
1	GMAW(RMD)	ER70S-6	1.0 mm	DC (+)	80-110	-	-	15-18	120-200	-																												
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																												
Corriente Pulsada --- Calor Aportado(max) 0.74 KJ/mm Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno --- (Tungsteno puro, 2% toriado, etc) Modo de transferencia para GMAW (FCAW) Corto circuito (usando la tecnología RMD) (Arco spray, corto circuito, etc) Otros -																																						
<b>TÉCNICA (QW-410)</b> Pase ancho o angosto: Pase angosto Orificio o tamaño de protección gaseosa 12 - 16 mm Limpieza inicial y entre pasadas (escobillado, esmerilado, etc) Escobillado y/o esmerilado Método de resane de raíz --- Oscilación --- Distancia de boquilla a pieza de trabajo 10 mm - 16 mm Pase múltiple o simple Simple Electrodo simple o múltiple Simple Espaciamiento de Electrodo --- Martilleo --- Otro ---																																						
  Oscar Adalberto Ventura Sosa CWI 10011581 QC1 EXP. 1/1/2019																																						

HAUG / WPS - 786 - 0

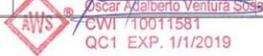
## ANEXO 5.2. REGISTRO DE CALIFICACION PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)-GMAW-RMD

REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR) <i>(De acuerdo a ASME Sección IX)</i>		HAUG / PQR																
		HOJA:	1 de 2															
		EMISION:	13/04/2012															
		REVISION:	0															
QW-482 – REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)																		
Nombre de la compañía:		HAUG S.A.																
Calificación de Procedimiento (PQR) No.		328 Rev.0	Fecha: 20/06/2017															
WPS N°:		HAUG / WPS – 786																
Proceso(s) de soldadura:		GMAW	Tipo: Semiautomática															
<b>JUNTA (QW-402)</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: right;"> <p style="font-size: small; color: red;">                     Cesar Adalberto Ventura Sosa                      CWI 10011581                      QC1 EXP. 1/1/2019                 </p> </div> </div>																		
<b>METAL BASE (QW-403)</b> Especificación material: SA 36 Tipo/Grado, o Numero UNS: - P-No 1 Grupo No 1 A P-No 1 Grupo No 1 Espesor de probeta: 4.5mm Diámetro de probeta: --- Máximo espesor de pases: 4.5mm Otros: ---		<b>TRATAMIENTO TERMICO POST-SOLDADURA (QW-407)</b> Temperatura: - Tiempo: - Otros: -																
<b>METAL DE APORTE (QW-404)</b> Especificación SFA: A5.18 Clasificación AWS: ER70S-6 Metal de aporte F – No.: 6 Análisis de metal depositado A – No.: 1 Tamaño de metal de aporte: Ø 1 mm Forma del producto del metal de aporte: Alambre Solido Metal de Aporte Suplementario: --- Fundente (clase): --- Tipo de Fundente: --- Nombre comercial del Fundente: --- Espesor de metal de soldadura: 4.5 mm Otros: ---		<b>GAS (QW-408)</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Composición Porcentual</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Gas(es)</th> <th style="text-align: center;">Mezcla</th> <th style="text-align: center;">Flujo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Argon+ CO<sub>2</sub></td> <td style="text-align: center;">80%Ar+20%CO<sub>2</sub></td> <td style="text-align: center;">20-25 l/min</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> </tbody> </table> Protección: --- Arrastre: --- Respaldo: --- Otros: ---		Composición Porcentual			Gas(es)	Mezcla	Flujo	Argon+ CO <sub>2</sub>	80%Ar+20%CO <sub>2</sub>	20-25 l/min	---	---	---	---	---	---
Composición Porcentual																		
Gas(es)	Mezcla	Flujo																
Argon+ CO <sub>2</sub>	80%Ar+20%CO <sub>2</sub>	20-25 l/min																
---	---	---																
---	---	---																
		<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)</b> Corriente: DC Polaridad: E(+) Amperaje: 95 – 105 A Voltaje: 16.6 V Tamaño de electrodo de tungsteno: --- Modo de transferencia para GMAW ( FCAW): Corto-circuito Calor Aportado: 0.654 KJ/mm (Maximo) Otros: La transferencia por cortocircuito fue usando la Tecnología RMD																
<b>POSICION (QW-405)</b> Posición de ranura: 2G Progresión de soldadura (asc, desc): --- Otros: ---		<b>TECNICA (QW-410)</b> Velocidad de avance: 160 mm/min Pasada ancha o angosta: Angosta Oscilación: -- Pase simple o múltiple: Simple Electrodo simple o múltiple: Simple Otros: ---																
<b>PREHEAT (QW-406)</b> Temperatura de precalentamiento: 20°C (Min) Temperatura entre pases: 150°C (max) Otros: ---																		

HAUG / PQR – 328 Rev.0

	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)</b> <i>(De acuerdo a ASME Sección IX)</i>	<b>HAUG / PQR</b>	
		HOJA:	2 de 2
		EMISION:	13/04/2012
		REVISION:	0

<b>PQR No. 328 Rev.0</b>							
<b>PRUEBAS DE TENSION (QW-150)</b>							
Especimen No.	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Carga rotura total (N)	Esfuerzo unitario de rotura (Mpa)	Tipo de falla y ubicación	
PQR-328-T1	18.80	3.65	68.69	37467	545	Rotura Dúctil en material base	
PQR-328-T2	18.79	3.64	68.40	37237	544	Rotura Dúctil en material base	
<b>ENSAYOS DE DOBLEZ GUIADO (QW-160)</b>							
Tipo y figura No				Resultado			
PQR-328-DC1 (Doblez Transversa de Cara 1) QW-462.3(a)				Aceptable			
PQR-328-DC2 (Doblez Transversa de Cara 2) QW-462.3(a)				Aceptable			
PQR-328-DR1 (Doblez Transversa de Raíz 1) QW-462.3(a)				Aceptable			
PQR-328-DR2 (Doblez Transversa de Raíz 2) QW-462.3(a)				Aceptable			
<b>PRUEBA DE IMPACTO (QW-170)</b>							
Especimen No.	Ubicación de muesca	Tamaño de espécimen (mm)	Temperatura de ensayo (°C)	Valores de impacto			Rotura a la caída del peso (Si/No)
				Joules	% corte	mils	
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
<b>PRUEBA EN SOLDADURA DE FILETE (QW-180)</b>							
Resultado satisfactorio: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Penetración en metal origen: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>							
Resultados de macroataque <input type="checkbox"/>							
<b>OTRAS PRUEBAS</b>							
Tipo de prueba <input type="checkbox"/>							
Análisis de depósito <input type="checkbox"/>							
Otro <input type="checkbox"/>							
Nombre soldador <u>Retuerto Noel, Elvis Eduardo</u> Estampa No. <u>HFC - 1744</u>							
Prueba conducida por: <u>SOLDEXA y HAUG S.A.</u> Prueba de laboratorio No. <u>TRACCION: ET-2017-217 DOBLEZ: LC-367-2016</u>							
Nosotros certificamos que los datos en este registro son correctos y que las probetas fueron preparados, soldados y ensayados de acuerdo con los requerimiento de la Seccion IX the ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE 2015.							
Fabricante o Contratista: HAUG S.A.							
Certificado Por:	<u>Oscar A. Ventura Sosa</u>	Firma:		Fecha:	<u>17 / Julio / 2017</u>		





**REGISTRO DE ENSAYO DE DOBLADO y NICK BREAK**  
(Registration test Bend and Nick Break)

CT-F-08  
Edición 04

N° INFORME (Report) : LC-367-2017

CLIENTE (Customer): HAUG S.A.

LUGAR DE PRUEBA (Laboratory): CTSOL- SOLDEXA

REALIZADO POR (Conducted by): DANIEL LUQUE / LUIS CHIARA

FECHA DE ENSAYO (Date of test): 2017 07 07 N° de Registro (CT-F-07): SERVICIO

IDENTIFICACION ESPECIMENES (ID of specimens)				RESULTADOS DE LA PRUEBA (Results)	
N°	N° ESTAMPA (Specimen)	TIPO <sup>a</sup> (Type)	ESPESOR NOMINAL (Thickness)	RESULTADO <sup>b</sup> (Result)	DISCONTINUIDAD (Discontinuities)
1	PQR-328-DC1	DTC	4.5	CONFORME	NINGUNA
2	PQR-328-DC2	DTC	4.5	CONFORME	NINGUNA
3	PQR-328-DR1	DTR	4.5	CONFORME	NINGUNA
4	PQR-328-DR2	DTR	4.5	CONFORME	NINGUNA
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11	Nota: Soldador : HFC-1744				
12	Proceso: GMAW ( RMD )				
13	Posición : 2G				
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

<sup>a</sup> Tipo de ensayos (Type of test): DTC: Doble Transversal-Cara (Transverse Bend-Face) / DTR: Doble Transversal-Raiz (Transverse Bend-Root)  
DLC: Doble Longitudinal-Cara (Longitudinal Bend-Face) / DLR: Doble Longitudinal-Raiz (Longitudinal Bend-Root)  
DL: Doble-Lado (Bend-Side) / RSF: Ruptura Soldadura Filete (Fillet Weld Break) / NB: Nick Break

<sup>b</sup> C: Conforme (Pass) / NC: No Conforme (No Pass)

\* Nota(Note): Medidas en milímetros (Sizes in millimeters)

**OBSERVACIONES (Remarks):**

- Norma Aplicada en el ensayo (Test in conformance with the requirements of): ASME IX -2015
- Especificación del material base y N° P o N° S o Grupo (Base Metal): SA-36
- Diámetro del punzón utilizado (plunger diameter): 18.0mm
- Distancia entre rodillos según norma (Distance between rollers as standard): 30.0mm
- De acuerdo al cliente, estas muestras pertenecen a los ensayos de dobles requeridos para la calificación de procedimiento y/o soldador (According to the customer these specimens belong to bend tests required for procedure qualification and welder)

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

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

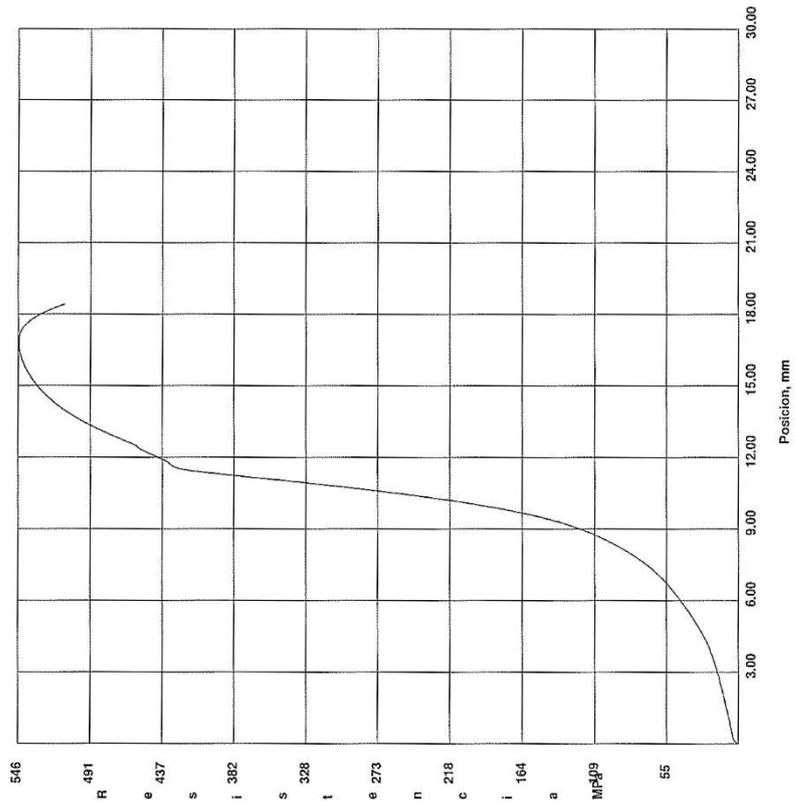
SOLDEX S.A.  
  
LUIS CHIARA  
JEFE DE PROTECTOS  
SOLDEX S.A.

SOLDEXA LIMA - CUMANAYUS - SEAB		INFORME DE ENSAYO DE TRACCIÓN		LAB-F-12 Edición 04	
<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-052</b>					
<b>Razón Social (Nombre Cliente) :</b> Departamento Técnico de Lima Av. Nicolas Ariola 771 - La Victoria 01-619-9600 Anexo 3454 - Rpc 993-512-895		 <b>INACAL</b> DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 052 <b>Norma NTP-ISO/IEC 17025-2006</b>			
<b>Dirección :</b> Ing. Luis Chirra HAUG S.A. Probetas Planas 2017-07-14 ET-2017-217		<b>Resistencia a la Tracción</b>			
<b>Referencia :</b> Descripción de la Muestra : Fecha de Informe : Informe de Ensayo N° :		<b>Resistencia a la Tracción</b>			
<b>Identificación de las Probetas</b>		<b>Sección Transversal</b>		<b>Resistencia a la Tracción</b>	
		<b>Área</b> mm <sup>2</sup>		<b>Máxima</b> N	
		<b>Diámetro</b> mm		<b>Máxima</b> MPa	
		<b>Espesor</b> mm		<b>% Elongación</b>	
		<b>Ancho</b> mm		<b>Fluencia</b> MPa	
POR-328-T1		No Aplica		429	
POR-328-T2		No Aplica		424	
				No Aplica	
				No Aplica	
<b>Observaciones :</b> Material Base: SA-36 Espesor 4.5mm Material de Aporte: ER70S-6 Ø 1.00mm Con Mezcla Ar 80% - CO2 20%. Proceso: GMAW (Corto Circuito RMD) - Posición: 2G Código de Soldador: HFC-1744 Para la roturas ver gráficas adjuntas.					
<b>Las Dimensiones de las Probetas SI (X) / No (J) Cumplen con la Norma:</b>					
<b>Método de Ensayo :</b>		ASTM A370-14		ASME IX - 2015	
<b>Equipo Usado :</b>		Marca Timus Olsen Super L 120 - N° Serie 173635			
<b>Código Interno del Equipo :</b>		CC-E-41			
<b>Temperatura de Ensayo (°C) :</b>		23,9°C			
<b>Nombre del Analista :</b>		José Solo			
<b>Fecha de Recepción de las Probetas :</b>		2017-07-06			
<b>Fecha de Ejecución de Ensayo :</b>		2017-07-06			
<ol style="list-style-type: none"> <li>Las Probetas han sido suministradas por el Cliente.</li> <li>La Incertidumbre Expandida es 5 MPa (Tracción y Fluencia) y 1% (Elongación) para un Nivel de Confianza al 95% y un K=2.</li> <li>Prohibida la Reproducción Total o Parcial del Informe sin la Autorización escrita del Laboratorio de Soldexa.</li> <li>Los Resultados de este Informe solo son válidos para las Probetas Ensayadas.</li> <li>Los Resultados no deben ser utilizados como una Certificación de Conformidad con Norma de Producto o Certificación del Sistema de Calidad.</li> </ol>					
<b>Antigua Panamericana Sur Km 38.5 - Lurín - Lima - Perú</b>		<b>Correo:</b> jose.soto@esab.com.pe		<b>Teléfono:</b> 619-9600 Anexos 2240 - 2233	

**SOLDEX S.A.**  
**LAB-F-34 Edición 01**  
**Reporte y Gráfica Ensayo Tracción**  
**Lurín-Lima-Peru**

ASTM A370-14

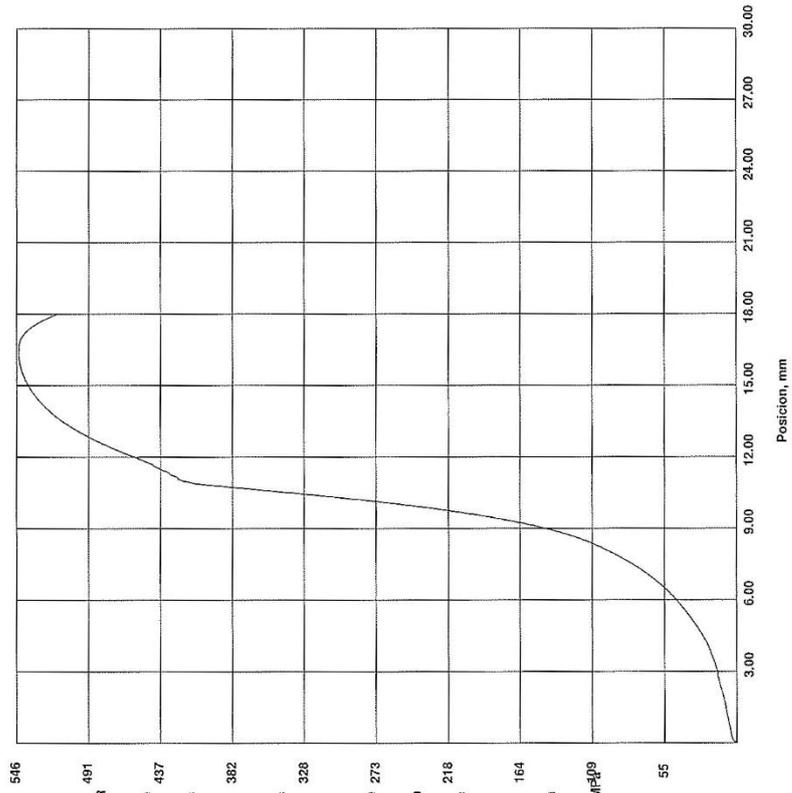
Ensayista	José Soto
Nº Ensayo:	ET-2017-217
Id. Próbeta:	PCR-328-T1
a) Ancho, mm:	18.82
b) Espesor, mm:	3.65
Area, mm²:	68.69
c) Lon. Sec.Reducida, mm:	35.06
d) Lon. Sec.Agarre, mm:	130.00
e) Lon.Total Probeta, mm:	380.00
f) Radio, mm:	25.00
L. Fluencia, N:	29444
L. Fluencia, MPa:	429
Fuerza Máxima, N:	37467
R. Tracción, MPa:	545
Lo, mm:	0.00
Lf, mm:	0.00
% Elongación, %:	0
Fecha de Ensayo:	2017/07/06
Hora:	16:47
Tº Ensayo (°C):	23.9
Flotura:	Material Base
La Probeta:	Si Cumple
Norma Calificación:	ASME IX-2015
Revisado por:	Ing.Requejo



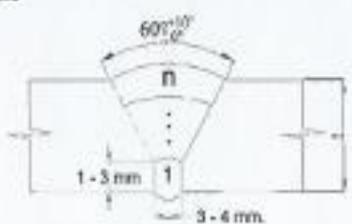
**SOLDEX S.A.**  
**LAB-F-34 Edición 01**  
**Reporte y Gráfica Ensayo Tracción**  
**Lurin-Lima-Peru**

ASTM A370-14

Ensayista	José Soto
Nº Ensayo:	ET-2017-217
Id. Probeta:	PQR-328-T2
a) Ancho, mm:	18.79
b) Espesor, mm:	3.64
Area, mm²:	68.40
c) Lon. Sec. Reducida, mm:	35.44
d) Lon. Sec. Agarre, mm:	130.00
e) Lon. Total Probeta, mm:	380.00
f) Radio, mm:	25.00
L. Fluencia, N:	28974
L. Fluencia, MPa:	424
Fuerza Máxima, N:	37237
R. Tracción, MPa:	544
Lo, mm:	0.00
Lf, mm:	0.00
% Elongación, %:	0
Fecha de Ensayo:	2017/07/06
Hora:	16:51
Tº Ensayo (°C):	23.9
Rotura:	Material Base
La Probeta:	Si Cumple
Norma Calificación:	ASME IX-2015
Revisado por:	Ing. Requijo



## ANEXO 5.3. ESPECIFICACION PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)- GTAW

	<b>WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)</b> <i>(According to ASME Code – Section IX)</i>	<b>HAUG / WPS</b> SHEET: 1 de 2 ISSUE: June 2014 REVISION: 1																																																																
<b>QW-482 – WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)</b>																																																																		
Organization Name: <u>HAUG S.A</u> By: <u>Óscar Ventura Sosa</u> Welding Procedure Specification No. <u>HAUG/WPS-228</u> Date <u>Aug 09<sup>th</sup> 2006</u> Supporting PCR: <u>HAUG/PCR-082</u> WPS Revision No. <u>2</u> Date <u>Aug 28<sup>th</sup> 2015</u> Welding Process(es): <u>GTAW</u> Type(s): <u>Manual</u> <small>(Aclarar: Manual, Machine or Semi Automatic)</small>																																																																		
<b>JUNTA (QW-402)</b> Joint Design: <u>Groove and Fillet</u> Root Spacing: <u>As showed in drawings</u> Backing: (Yes) <u>—</u> (No) <u>x</u> Backing Material: (Type): <u>—</u> <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Non Using Metal <input type="checkbox"/> Nonmetallic <input type="checkbox"/> Other <small>Sketches, production drawings, weld symbols or written description should show the general arrangement of the parts to be welded. Where applicable, the root spacing and the details of weld groove may be specified.</small>	<b>Details</b> 																																																																	
<b>BASE METALS (QW-403)</b> P.No.: <u>1</u> Group No.: <u>1</u> to P.No.: <u>1</u> Group No.: <u>1</u> Or Specification type/grade or UNS Number: <u>—</u> to Specification type/grade or UNS Number: <u>—</u> Or Chemical analysis and mechanical properties: <u>—</u> to Chemical analysis and mechanical properties: <u>—</u> Thickness range Base Metal: Groove: <u>1.8 mm (1/16) to 14.2 mm</u> Fillet: <u>all</u> Maximum Post Thickness is $\geq 13$ mm Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Other: <u>—</u>																																																																		
<b>FILLER METAL: (QW-404)</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Specification IP (SFA)</td> <td style="width: 30%;"><u>SFA-5.18</u></td> <td style="width: 30%;"><u>—</u></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>AWS No. (Class)</td> <td><u>E70TS-e</u></td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>P.No.</td> <td><u>1</u></td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>A.No.</td> <td><u>1</u></td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Size of filler metal:</td> <td><u>2.4 mm. (3/32")</u></td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Filler Metal Product Form</td> <td><u>Solid</u></td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Supplemental Filler Metal</td> <td><u>None</u></td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Weld metal</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Deposited thickness:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>    Groove:</td> <td><u>Max. 14.2 mm.</u></td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>    Fillet:</td> <td><u>all</u></td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Electrode Flux (Class)</td> <td><u>Not Applicable</u></td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Flux Type</td> <td><u>Not Applicable</u></td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Flux Trade name:</td> <td><u>Not Applicable</u></td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Consumable insert:</td> <td><u>None</u></td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> </tr> <tr> <td>Other:</td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> <td><u>—</u></td> </tr> </table>			Specification IP (SFA)	<u>SFA-5.18</u>	<u>—</u>		AWS No. (Class)	<u>E70TS-e</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	P.No.	<u>1</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	A.No.	<u>1</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	Size of filler metal:	<u>2.4 mm. (3/32")</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	Filler Metal Product Form	<u>Solid</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	Supplemental Filler Metal	<u>None</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	Weld metal				Deposited thickness:				Groove:	<u>Max. 14.2 mm.</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	Fillet:	<u>all</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	Electrode Flux (Class)	<u>Not Applicable</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	Flux Type	<u>Not Applicable</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	Flux Trade name:	<u>Not Applicable</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	Consumable insert:	<u>None</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	Other:	<u>—</u>	<u>—</u>	<u>—</u>
Specification IP (SFA)	<u>SFA-5.18</u>	<u>—</u>																																																																
AWS No. (Class)	<u>E70TS-e</u>	<u>—</u>	<u>—</u>																																																															
P.No.	<u>1</u>	<u>—</u>	<u>—</u>																																																															
A.No.	<u>1</u>	<u>—</u>	<u>—</u>																																																															
Size of filler metal:	<u>2.4 mm. (3/32")</u>	<u>—</u>	<u>—</u>																																																															
Filler Metal Product Form	<u>Solid</u>	<u>—</u>	<u>—</u>																																																															
Supplemental Filler Metal	<u>None</u>	<u>—</u>	<u>—</u>																																																															
Weld metal																																																																		
Deposited thickness:																																																																		
Groove:	<u>Max. 14.2 mm.</u>	<u>—</u>	<u>—</u>																																																															
Fillet:	<u>all</u>	<u>—</u>	<u>—</u>																																																															
Electrode Flux (Class)	<u>Not Applicable</u>	<u>—</u>	<u>—</u>																																																															
Flux Type	<u>Not Applicable</u>	<u>—</u>	<u>—</u>																																																															
Flux Trade name:	<u>Not Applicable</u>	<u>—</u>	<u>—</u>																																																															
Consumable insert:	<u>None</u>	<u>—</u>	<u>—</u>																																																															
Other:	<u>—</u>	<u>—</u>	<u>—</u>																																																															

	<b>WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)</b> (According to ASME Code – Sección IX)		<b>HAUG / WPS</b>	
			SHEET:	2 de 2
			ISSUE:	June, 2014
			REVISION:	1

		WPS No.	228	Rev.	2
<b>POSITIONS (QW-405)</b>			<b>POST WELD HEAT TREATMENT (QW-407)</b>		
Position(s) of groove <b>All</b>			Temperature Range: <b>None</b>		
Welding progression: Up: <b>X</b> Down: <b>---</b>			Time Range: <b>None</b>		
Position(s) of fillet <b>All</b>			Other: <b>None</b>		
Other: <b>---</b>					

<b>PREHEAT (QW-406)</b>			<b>GAS (QW-408)</b>			
Preheat temperature, Minimum: <b>10°C</b>			<b>Percent Composition</b>			
Interpass Temperature, Maximum: <b>150°C</b>						
Preheat maintenance: <b>---</b>			Shielding	Gas(es)	Mixture	Flow Rate
Other: <b>---</b> (continuous or special heating, where applicable, should be recorded)			Trailing	<b>Argon</b>	<b>99.9 %</b>	<b>12 – 15 lt/min</b>
			Backing	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>
			Other	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>

<b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)</b>										
Weld Pass(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, comments, hot wire addition, technique, torch angle, etc.)
		Classification	Diameter							
1 - n	GTAW	ER70S-6	2.4 mm	DCE(-)	90 - 140	---	---	9 - 14	4.6 - 6 cm/min	----

Pulsing Current	<b>---</b>	Heat Input (max)	<b>---</b>
Tungsten electrode size and type	<b>2.4mm. / 2% thoriated</b> (Pure Tungsten, 2% thoriated, etc.)		
Mode of metal transfer for GMAW (FCAW)	<b>---</b> (Spray arc, short circuiting arc, etc.)		
Other:	<b>---</b>		

<b>TECHNIQUE (QW-410)</b>	
String or weave bead	<b>String &amp; Weave</b>
Orifice, Nozzle, or gas cup size	<b>9.5 - 12.7 mm.</b>
Initial and interpass cleaning (brushing, grinding, etc)	<b>Brushing and grinding</b>
Method of back gouging	<b>Not Applicable</b>
Oscillation	<b>As required</b>
Contact tube to work distance	<b>---</b>
Multiple or single pass (per side)	<b>Multipass</b>
Multiple or single electrodes	<b>Single</b>
Electrode Spacing	<b>----</b>
Peening	<b>Not allowed</b>
Other <b>Manual or Automatic:</b>	<b>Manual</b>
<b>Use of thermal process:</b>	<b>None</b>

  
 Oscar Adalberto Ventura Sosa  
 CWI 10011581  
 QC1 EXP. 1/1/2016

## ANEXO 5.4. REGISTRO DE CALIFICACION PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)-GTAW

	<b>PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)</b> <i>(According to Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code)</i>		<b>HAUG / PQR</b>	
			PAGE:	1 of 2
			DATE:	19/06/02
			REV:	1

QW-482 – FORMAT FOR PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR)																						
Company Name		HAUG S.A.																				
Procedure Qualification Record No.		062	Date: August 08 <sup>th</sup> , 2006																			
WPS Nº.		HAUG/WPS-228																				
Welding Process (es)		GTAW	Type: Manual																			
<b>JOINT (QW-402)</b> <div style="text-align: center;"> </div>																						
<b>BASE METALS (QW-403)</b> Material Spec. SA-53 Type or Grade Grade B P-No. 1 to P-No. 1 Thickness of Test Coupon 7.11mm. Diameter of Test Coupon 152.4 mm (6") Other 6" Sch 40		<b>POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)</b> Temperature --- Time --- Other ---																				
<b>FILLER METALS (QW-404)</b> SFA Specification 5.18 AWS Classification ER 70S-6 Filler Metal F – No. 6 Weld Metal Analysis A No. 1 Size of Filler Metal: 2.4 mm (3/32") Other --- Weld Metal Thickness 7.11 mm		<b>GAS (QW-408)</b> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3" style="text-align: center;">Composición Porcentual</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Gas(es)</th> <th style="text-align: center;">Mixture</th> <th style="text-align: center;">Flow Rate</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Shielding</td> <td style="text-align: center;">Argón</td> <td style="text-align: center;">99.9%</td> <td style="text-align: center;">12- 15 lt/min</td> </tr> <tr> <td>Trading</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Backing</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Composición Porcentual			Gas(es)	Mixture	Flow Rate	Shielding	Argón	99.9%	12- 15 lt/min	Trading				Backing			
	Composición Porcentual																					
	Gas(es)	Mixture	Flow Rate																			
Shielding	Argón	99.9%	12- 15 lt/min																			
Trading																						
Backing																						
<b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)</b> Current DC Polarity E (-) Amps 87 – 140A Volts 9 – 13V Tungsten Electrode Size 2.4 mm (3/32") Other ---		<b>TECHNIQUE (QW-410)</b> Travel Speed 4,2 – 5,8 cm/min String or Weave Bead String & weave Oscillation As required Multipass or Single Pass (per side) Multipass Single or Multiple Electrodes Single Other ---																				
<b>POSITION (QW-405)</b> Position of Groove 6G Weld progression(Uphill,Downhill) Uphill Other ---		<b>PREHEAT (QW-406)</b> Preheat Temp 15°C Interpass Temp --- Other ---																				

Oscar Adalberto Ventura Sosa  
 CWI 10011581  
 QC1 EXP. 1/1/2016



**PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)**  
(According to Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code)

HAUG / PQR	
PAGE:	2 of 2
DATE:	19/06/02
REV:	1

**TENSILE TEST** HAUG / PQR - 062

See Test Certificate No MAT-JUL-051/2006(PUCP)

Specimen Nº	Width (mm)	Thickness (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Ultimate Total Load (N)	Ultimate Unit Stress (Mpa)	Type of Failure & Location
T1	18,86	5,65	106,6	53,22	499	Break in welding metal
T2	18,43	6,15	113,3	58,42	515	Break in welding metal

**GUIDED BEND TESTS**

Type and Figure No.	Result
HAUG-PQR-62 F1 ( Face bend ) QW-462.3(a)	Acceptable
HAUG-PQR-62 F2 ( Face bend ) QW-462.3(a)	Acceptable
HAUG-PQR-62 R1 ( Root bend ) QW-462.3(a)	Acceptable
HAUG-PQR-62 R2 ( Root bend ) QW-462.3(a)	Acceptable

**TOUGHNESS TESTS**

Specimen No.	Notch Location	Specimen Size	Test Temp	Impact values			Drop Weight Break (Y/N)
				Ft (N)	% shear	Mils	
---	---	---	---	---	---	---	---

**FILLET WELD TEST**

Result satisfactory: Yes  No  Penetration into Parent Metal: Yes  No   
Macro - Results

**OTHER TESTS**

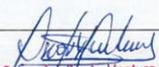
Type of Test \_\_\_\_\_  
Deposit Analysis \_\_\_\_\_  
Other \_\_\_\_\_

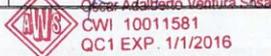
Welder's Name De La Calle Pomahuasi, Gerónimo Stamp No. HFC-008  
Tests conducted by HAUG & PUCP Laboratory Test No MAT-JUL-0514/2006 by PUCP

We certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared welded, and tested in accordance with the requirements of Section IX of the ASME Code.

Manufacturer or Contractor:

HAUG S.A.

Certified by: Oscar Ventura Sign:  Date: August 08<sup>th</sup>, 2006





# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA  
LABORATORIO DE MATERIALES

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

MAT-JUL-0514/2006

## ENSAYO DE TRACCIÓN

### INFORME DE LABORATORIO

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 2

SOLICITADO POR : HAUG S.A.

DIRECCIÓN : Av. Argentina 2060 - Callao.

REALIZADO POR : Laboratorio de Materiales - Analista 06.

MUESTRA : Probetas soldadas de acero.

FECHA : 2006.08.01.

ILO SMIETER  
Modernization Project  
07 SET. 2006  
ANDRES DIAZ AQUINO  
GERENTE  
REVISADO

### RESULTADOS:

MUESTRA		1	2
SECCIÓN TRANSVERSAL (a x b)	ANCHO (mm)	18.86	18.43
	ESPESOR (mm)	5.65	6.15
ÁREA (mm <sup>2</sup> )		106.6	113.3
CARGAS (kN)	FLUENCIA	---	---
	MÁXIMA	53.22	58.42
TENSIONES (MPa)	FLUENCIA	---	---
	MÁXIMA	499	515
LONGITUD INICIAL ENTRE MARCAS (mm)		---	---
LONGITUD FINAL ENTRE MARCAS (mm)		---	---
ALARGAMIENTO (%)		---	---

Fecha de Ejecución: 2006.08.01.

### OBSERVACIONES:

- . Condición de las muestras: Visualmente en buen estado.
- . Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.
- . Código de Referencia: ASME IX - 2004.
- . Norma de Referencia: ASTM A370 - 03.
- . Temperatura ambiente durante el ensayo: 20.0 °C
- . Ambas muestras rompieron en el material de aporte.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU  
Sección Ingeniería Mecánica

1 de 2

Av. Universitaria Cdra. 18 - San Miguel  
Lima - Perú

Apartado Postal  
N° 1761 Lima 100 - Perú

MSC Ing. Oscar Ruiz Saavedra CIP 48418  
Laboratorio de Materiales  
511 626 - 2855



# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA  
LABORATORIO DE MATERIALES

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

MAT-JUL-0514-1/2006

## ENSAYO DE TRACCIÓN

### INFORME DE LABORATORIO

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 1

**SOLICITADO POR** : HAUG S.A.  
**DIRECCIÓN** : Av. Argentina 2060 - Callao.  
**REALIZADO POR** : Laboratorio de Materiales - Analista 06.  
**MUESTRA** : Probetas soldadas de acero.  
**FECHA** : 2006.08.01.

#### OBSERVACIONES:

- El Ensayo de Tracción MAT-JUL-0514/2006 corresponde al PQR-062.



Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas  
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

1 de 1

Av. Universitaria Cdra. 18 - San Miguel  
Lima - Perú  
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal  
N° 1761 Lima 100 - Perú

MSc. José Raúl Saavedra CIP 418  
Laboratorio de Materiales  
Teléfono: (511) 626 - 2000 Fax: (511) 626 - 2855  
Anexo: 4B42



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA  
LABORATORIO DE MATERIALES

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

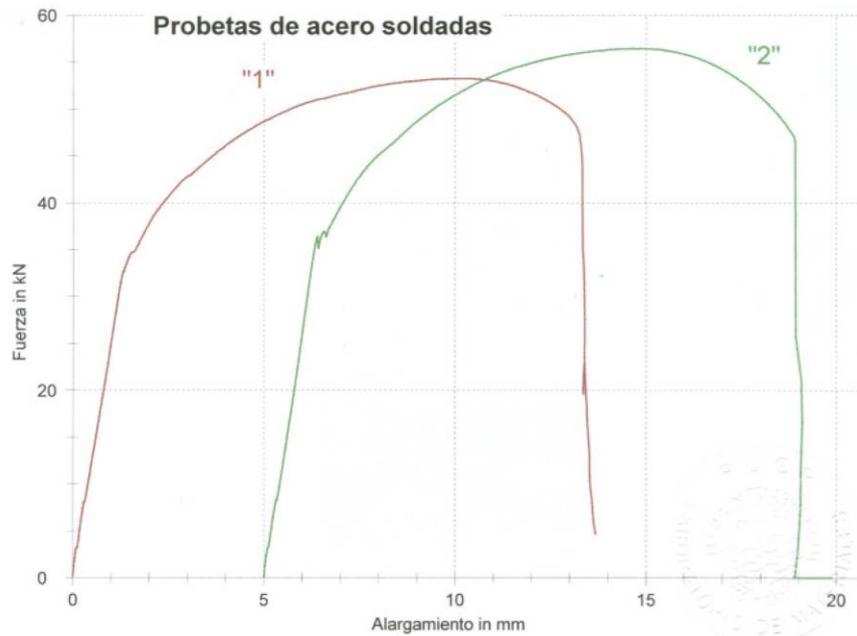
Zwick / Roell

Standard test report

01.08.2006

MAT-JUL-0514/2006

ILO SMELTER  
Modernization Project  
07 SET. 2006  
ANDRÉS DÍAZ AQUINO  
QA MANAGER  
REVISADO



2/2

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU  
Sección Ingeniería Mecánica

Ing. Jesús Ruiz Saavedra CIP 48418  
Jefe del Laboratorio de Materiales

Av. Universitaria Cdra. 18 - San Miguel  
Lima - Perú

Apartado Postal  
N° 1761 Lima 100 - Perú

Teléfono  
(511) 626 - 2000

Fax  
(511) 626 - 2855

## ANEXO 6. PROCEDIMIENTO DE END (VT, PT y RT)

### ANEXO 6.1. INSPECCION VISUAL (VT)

	<b>VISUAL EXAMINATION PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.002</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 1 of 7
---	---	---

<b>CUSTOMER:</b>	RESEMIN S.A.
<b>Purchase order No.:</b>	001-1604376
<b>HAUG Project No.:</b>	P-2081

RESPONSABILITY	DATE	SIGNATURE & SEAL
<b>ELABORATED BY:</b>	January 25th, 2017	 Arturo Del Carpio Jefe de Calidad HAUG – Planta Lurín
<b>REVIEWED BY:</b>	January 25th, 2017	 Arturo Del Carpio Jefe de Calidad HAUG – Planta Lurín
<b>APPROVED BY:</b>	January 25th, 2017	 Héctor Broncano Gerente de Planta HAUG – Planta Lurín



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<b>VISUAL EXAMINATION PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.002</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 2 of 7
---	---	---

**TABLE OF CONTENTS**

1. Objective
2. Scope of application
3. Implementation responsibilities
4. References
5. Terminology
6. Development
7. Historical changes
8. Attachments



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<b>VISUAL EXAMINATION PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.002</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 3 of 7
---	---	---

### 1. OBJECTIVE

This procedure defines the sequence of activities for welding visual inspection during fabrication of pressure vessels in the project **"SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE TANQUES PULMÓN DE AIRE"**.

### 2. SCOPE OF APPLICATION

This procedure applies to the inspection of all welding seams of pressure vessels and their accessories indicated in applicable PPI's at HAUG S.A. workshop for the project **"SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE TANQUES PULMÓN DE AIRE"**, assigned by RESEMIN according to the contract **001-1604376**.

### 3. IMPLEMENTATION RESPONSABILITIES

#### Project Manager:

- ✓ He must assure that the qualified personnel and other resources (materials, equipment, etc.) needed for the execution of the project is available.

#### Quality Control Chief:

- ✓ He is responsible to assure the resources for the correct execution of this procedure.

#### Quality Inspector:

- ✓ He is responsible for execution of verifications, checks, inspections and test of his specialty.
- ✓ He is responsible for the execution of this procedure and compliance with project requirements.
- ✓ Responsible for which perform and evaluate the welding seams, he should be qualified and certified as Level II on this method according to the recommended practice SNT-TC-1A of ASNT.

#### Welding Supervisor:

- ✓ Responsible for controlling the parameters of welding procedures and coordinate with quality inspector the execution of welding visual inspections. Besides, he is responsible of implementing corrective actions as determined by the Quality Inspector.



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<b>VISUAL EXAMINATION PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.002</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 4 of 7
---	---	---

#### 4. REFERENCES

- ✓ Code ASME Boiler & Pressure Vessel, Section V, Article 9: Visual Examination – Ed. 2013
- ✓ ASME Code Section VIII, Div. 1

#### 5. TERMINOLOGY

##### ✓ Visual Inspection:

It's refer to non-destructive inspection for detect flags or surface imperfection of welds. This inspection is based at the inspector's sight and acceptance criteria according to standard applicable, some measures gages or sight amplifiers are required for better inspection.

#### 6. DEVELOPMENT

##### 6.1 QUALIFICATION OF VISUAL TESTING PERSONNEL

- Personnel who perform Visual examination of welds shall be qualified and certified for the method in accordance with the following:
  - Instruction/training of at least 12 hours in the fundamentals of the Visual examination method.
  - On-the-job training to familiarize the VT personnel with the appearance and interpretation of indications of weld defects. The length of time for such training shall be at least 8 hours in addition to the training mentioned in the previous paragraph, to assure adequate assimilation of the knowledge required.
  - NDE's must be performed by personnel trained in accordance with the recommendations of ASTN SNT-TC-1A.

##### 6.2 EQUIPMENT / TOOLS TO USE

- Gages for welding inspection (fillet, hi-lo, bridge cam, and others)
- Sight amplifiers.
- Flash lights
- Personal protection equipment
- Measurement devices



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<b>VISUAL EXAMINATION PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.002</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 5 of 7
---	---	---

### 6.3 PROCEDURE DEVELOPMENT

#### 6.3.1 DIRECT VISUAL EXAMINATION

Direct visual examination may usually be made when access is sufficient to place the eye within 24 in (600mm) of the surface to be examined and at an angle not less than 30 deg. to the surface to be examined. Mirrors may be used to improve the angle of vision, and aids such as a magnifying lens may be used to assist examinations. The specific part, component, vessel, or section thereof, under immediate examination, shall be illuminated, if necessary with flashlight or other auxiliary lighting, to attain a minimum of 100 foot candles (1000 lux) at the examination surface/site.

#### 6.3.2 SEQUENCE OF INSPECTION

- The Quality Inspector and/ or Welding Supervisor will review that before the start of welding steps are executed and the conditions covered by the Welding Procedure Specification (WPS) and the approved construction plans are met: joint preparation, cleaning joints, preheating (if applicable), verification of the filling material and condition of the welding equipment to be used.
- During the welding process, Welding Supervisor shall monitor the control of welding variable, cleaning between passes, temperature between passes (when necessary), welding sequence and adequate protection of the weld zone.
- After the welding process, the Quality Inspector shall inspect the finished weld, identify discontinuities and determine whether they represent defects based on the acceptance criteria shown in the tables (see TABLE I). If applicable it will monitor the post-weld heat treatment and perform a visual inspection to the completion thereof.
- The area of inspection for welds shall include as a minimum, the area one inch on either side of the expected weld width.

### 6.4 REPORTS & DOCUMENTATION

- The Quality Inspector will issue the registration of visual weld inspection, the frequency it believes appropriate, according as coordinate with the supervision of the client.



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<b>VISUAL EXAMINATION PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.002</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 6 of 7
---	---	---

**7. HISTORICAL CHANGES**

Revision	Changes Description	Approved by (Position)	Date
0	Issued for construction	Project Manager	Jan 25 <sup>th</sup> , 2017

**8. ATTACHMENTS**

- I. Acceptance Criteria according ASME VIII Div.1
- II. Format PE.OPER.2081.RG.009: Welding inspection record.



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.



**VISUAL EXAMINATION PROCEDURE**  
**PE.OPER.2081.PR.002**

Date: Jan 25th, 2017  
Revision: 0  
Page: 7 of 7

**TABLE I**

**Visual Inspection - Acceptance Criteria according ASME VIII Div.1**

1. There are no crater cracks, other surface cracks or arc strikes in or adjacent to the welded joints.  
Maximum permissible undercut shall not exceed 0.8 mm (1/32 in.) or 10% of the nominal thickness of the adjoining surface, whichever this less.

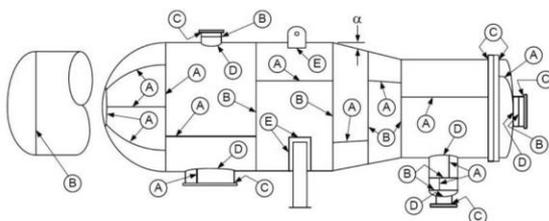
2. The reinforcement of the welds on all butt joints on each side of the plate shall not exceed the following thicknesses: {UW-35}

Plate Thickness	Maximum Reinforcement Thickness	
	Category B & C	other welds
	<b>Butt welds</b>	
≤ 2.4 mm (3/32")	2.5 mm (3/32")	0.8 mm (1/32")
> 2.4 to 4.8 mm (3/32" to 3/16")	3 mm (1/8")	1.5 mm (1/16")
> 4.8 to 13 mm (3/16" to 1/2")	4 mm (5/32")	2.5 mm (3/32")
> 13 to 25 mm (1/2" to 1")	5 mm (3/16")	2.5 mm (3/32")
> 25 to 51 mm (1" to 2")	6 mm (1/4")	3 mm (1/8")
> 51 to 76 mm (2" to 3")	6 mm (1/4")	4 mm (5/32")
> 76 to 102 mm (3" to 4")	6 mm (1/4")	5.5 mm (7/32")
> 102 to 127 mm (4" to 5")	6 mm (1/4")	6 mm (1/4")
> 127 mm (5")	8 mm (5/16")	8 mm (5/16")

3. Alignment of sections at edges to the butt welded shall be such that maximum offset is not greater than the applicable amount for the welded joint category under consideration, as listed in the Table UW-33

Maximum Reinforcement Thickness	Category A	Category B, C & D
<b>Plate Thickness</b>		
For $t \leq 13$ mm (1/2 in)	$e = t/4$	$e = t/4$
For $13$ mm (1/2 in) $< t \leq 19$ mm (3/4 in)	$e = 3$ mm (1/8 in)	$e = t/4$
For $19$ mm (3/4 in) $< t \leq 38$ mm (1-1/2 in)	$e = 3$ mm (1/8 in)	$e = 5$ mm (3/16 in)
For $38$ mm (1-1/2 in) $< t \leq 51$ mm (2 in)	$e = 3$ mm (1/8 in)	$e = t/8$
For $t > 51$ mm (2 in)	$e = \min(t/16, 10 \text{ mm})$ or $e = \min(t/16, 3/8 \text{ in})$	$e = \min(t/8, 19 \text{ mm})$ or $e = \min(t/8, 3/4 \text{ in})$

**FIG. UW-3 ILLUSTRATION OF WELDED JOINT LOCATIONS TYPICAL OF CATEGORIES A, B, C, AND D**



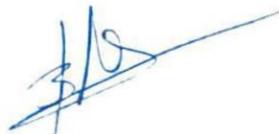
**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.  
**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.



## ANEXO 6.2. TINTES PENETRANTES (PT)

	<b>DYE PENETRANT TEST PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.003</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 1 of 9
---	---	---

<b>CUSTOMER:</b>	RESEMIN S.A.
<b>Purchase order No.:</b>	001-1604376
<b>HAUG Project No.:</b>	P-2081

RESPONSABILITY	DATE	SIGNATURE & SEAL
<b>ELABORATED BY:</b>	January 25th, 2017	 Arturo Del Carpio Jefe de Calidad HAUG – Planta Lurín
<b>REVIEWED BY:</b>	January 25th, 2017	 Arturo Del Carpio Jefe de Calidad HAUG – Planta Lurín
<b>APPROVED BY:</b>	January 25th, 2017	 Héctor Broncano Gerente de Planta HAUG – Planta Lurín



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.  
**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

## TABLE OF CONTENTS

1. Objective
2. Scope of application
3. Implementation responsibilities
4. References
5. Terminology
6. Development
7. Historical changes
8. Appendices



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

### 1. OBJECTIVE

This procedure provides the method and acceptance requirements for visible dye liquid penetrant examination removable solvent (Type II, Method C) of carbon steel, stainless steel, low alloy steel and weldments of these materials.

### 2. SCOPE OF APPLICATION

This procedure is in according with ASME BPV Code Sec. V, Art 6 “Liquid Penetrant Examination”, and is applicable to materials and welded joints are inspected in production plants HAUG S.A., as well as in the project of “**SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE TANQUES PULMÓN DE AIRE**”, whose manufacturing stage to be held in HAUG production plants in Lurín to supply the **RESEMIN S.A.**

### 3. IMPLEMENTATION RESPONSABILITIES

**Project Manager:**

- ✓ He must assure that the qualified personnel and other resources (materials, equipment, etc.) needed for the execution of the project is available.

**Quality Control Chief:**

- ✓ Responsible for monitoring compliance with this procedure.

**Quality Inspector:**

- ✓ He is responsible for the implementation of this procedure and its implementation in accordance with the requirement of the standards or reference standards.
- ✓ He prepares and/or completes the data in the quality records established in the Inspection and Test Plan.
- ✓ Responsible for which perform and evaluate the test, he should be qualified and certified as Level II on this method according to the recommended practice SNT-TC-1A of ASNT.
- ✓ He cooperates in the organization of the final Quality Dossier.

**Welding Supervisor:**

- ✓ Responsible for ensuring that the welded joints are available for dye penetrant inspection.



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

#### 4. REFERENCES

- Code ASME, Section V, Article 6: Visual Examination – Ed. 2015
- ASME Code Section VIII, Div. 1.
- Specification ASTM E165: Standard Practice for Liquid Penetrant Examination for General Industry.
- Recommended Practice No. SNT-TC-1A: Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing – Ed. 2011.
- Data sheets and MSDS dye penetrant.

#### 5. TERMINOLOGY

- **Liquid penetrant examination:**  
 The liquid penetrant examination method is an effective means for detecting discontinuities which are open to the surface, such as cracks, seams, laps, cold shuts, laminations and porosity.
- **Indication:**  
 Evidence of response of the method and technique applied.

#### 6. DEVELOPMENT

##### 6.1 EQUIPMENT / TOOLS TO USE

- Kit spray penetrating stains (penetrant, cleaner, developer) to solvent removal technique visible agent (Type II, Method C)
- Luxometer
- Thermometer
- Gloves and masks
- Industrial rag

##### 6.2 SURFACE PREPARATION

In general, the surfaces of materials subject to this procedure are suitable for liquid penetrant examination without surface preparation or conditioning except as required to remove scale, slag or weld spatter. "As Welded" surface, following the removal of slag, shall be considered suitable for liquid penetrant examination without grinding provided the weld contour blends into the adjacent



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<b>DYE PENETRANT TEST PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.003</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 5 of 9
---	---	---

base metal without undercutting, and the contour and surface finish of the weld is in accordance with applicable specifications.

The surface preparation by grinding will be necessary for examination on root pass of groove welds and where surface irregularities could otherwise mask indications of unacceptable discontinuities.

### 6.3 EXAMINATION PROCEDURE

- The surface to be examined and all adjacent areas within at least 1 inch of welds shall be dry and free of any dirt, grease, lint, scale, welding flux, weld spatter, oil or other extraneous matter that could obscure surface opening or otherwise interfere with the examination.
- Cleaner agent of dye penetrant kit shall be used. Drying, after cleaning shall be accomplished by normal evaporation, a minimum of five minutes shall be allowed for drying of surface.
- Liquid penetrant shall be applied by spraying. Penetration time is critical. As a standard technique, the temperature of the penetrant and the surface of the part to be examined shall not be below 10 ° C or above 52 ° C throughout the examination period. Penetration time shall be a minimum of ten minutes; the maximum penetration time shall be 30 minutes.
- The area being examined shall remain wet throughout the penetration time. Local heating or cooling is permitted, provided the temperature remain within the range above indicated.
- After the minimum penetration time, excess penetrant shall be removed from all examination surfaces by wiping with a cloth, repeating the operation until most traces of penetrant have been removed. The remaining traces shall be removed by lightly wiping the surface with cloth moistened with cleaner. To minimize removal of penetrant from discontinuities, care shall be taken to avoid the use of excess cleaner. Flushing the surface with cleaner, following the application of the penetrant and prior to developing, is prohibited.
- When excess penetrant have been removed the surface to be examined shall be dry prior to application of developer materials. Dry time shall be a maximum of five minutes.



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

- Developer material shall be applied by spraying as soon as possible, but not later than five minutes that previous step was completed.
- Interpretation of the surface for indications shall occur ten to thirty minutes after the developer has been applied.

#### 6.4 EVALUATION DE INDICATIONS

- The interpretation of indications on the surface should be between 10 to 60 minutes after the developer has been applied.
- The visible indications of pervasive environment must be evaluated in natural or artificial light with a high intensity of 1000lx.
- Indications which occur as discontinuities at the surface will be indicated by bleeding out of the penetrant, however, localized surface imperfections such as may occur from machining marks or surface conditioning may produce similar indications.
- Relevant indication is that caused by a condition or type of discontinuity that requires evaluation and it can be:
  - Linear indication, is one having a length greater than three times the width, or,
  - Rounded indication is one or circular or elliptical shape with the length equal to or less than three times the width.
- Any indication that is believed to be relevant shall be evaluated, to determine whether they meet specified acceptance criteria and the cause for it. If needed, a re-examination would be made and surface conditioning may precede it. Pigmentation that would mask indication is unacceptable and such area shall be cleaned and re-examined.

#### 6.5 ACCEPTANCE CRITERIA

- Relevant indications shall be evaluated in accordance to the section of the Code applicable or the specification in use.

For ASME VIII Div.1, all surfaces to be examined shall be free of:

- Relevant linear indications
- Relevant rounded indications greater than 3/16" (5 mm)



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

	<b>DYE PENETRANT TEST PROCEDURE</b> <b>PE.OPER.2081.PR.003</b>	Date: Jan 25th, 2017 Revision: 0 Page: 7 of 9
---	---	---

- Four or more relevant rounded indications in a line separated by 1/16" (1.5 mm) or less (edge to edge)
- Wherever a discontinuity is removed and subsequent repair by welding is not required, the affected area shall be blended into surrounding surface so as to avoid sharp notches, crevices or corners.
- After a discontinuity, other laminar conditions in cut edges or opening, is thought to have been removed and prior to making repairs, the area shall be examined by suitable methods to insure that the defect has been eliminated.
- After repairs have been made, the repaired area shall be re-examined by the liquid penetrant method and by all other methods of examination that were originally required for the affected area.

#### 6.6 OTHER CONSIDERATIONS

- Where a discontinuity is removed, its subsequent repair is not necessarily required, if it were the case, it must be re-examined by dye penetrant method.
- If dye penetrant testing is performed on the first pass or between passes, the developer shall be removed entirely from weld industrial rag wetted with before restarting welding.



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

**Table 1: Requirements for testing and dye penetrant procedure qualification range.**

Variable / Requirement	Variable range	Range of the procedure
Family identify penetrant (Type II, Method C)	Family/Mark: CANTESCO Penetrant P101S-A Developer D101-A Cleaner C101-A	Only members of the family
	Family/Mark: MAGNAFLUX Penetrant SKL-SP2 Developer SKD-S2 Cleaner SKC-S	
Surface preparation	Finish as welded, clean with circular metal wire brush or speck, and application of solvent	Finish as welded, clean with circular metal wire brush or speck, and application of solvent
Method of application of the penetrating	Spray	Spray
Method of removal of excess penetrant	Lint-free clean cloth followed rag wetted in solvent	Lint-free clean cloth followed rag wetted in solvent
Method of application developer	Spray	Spray
Minimum and maximum times between stages and drying	Penetrant: Maximum: 20 minutes Minimum: 10 minutes Developer: Minimum: 2 minutes Maximum: 10 minutes Drying: Maximum: 15 minutes	Penetrant: Maximum: 20 minutes Minimum: 10 minutes Developer: Minimum: 2 minutes Maximum: 10 minutes Drying: Maximum: 15 minutes
Dwell time penetrating	10 minutes	No less than 10 minutes
Dwell time developer	Not before 10 minutes No after 60 minutes	Not after 60 minutes
Light intensity	Minimum 1000 Lx	Minimum 1000 Lx
Surface Temperature	5°C to 52°C	5 °C to 52°C



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.

## 7. HISTORICAL CHANGES

Revision	Changes Description	Approved by (Position)	Date
0	Issued for construction	Project Manager	Jan 25 <sup>th</sup> , 2017

## 8. APPENDICE

- I. Format PE.OPER.2081.RG.010: Dye Penetrant Test Record.



**NOTE 1:** It is the users responsibility to ensure that you use the current revision.

**NOTE 2:** No other total or partial reproduction or transmission is permitted without permission of the General Manager or their representative.



## ANEXO 6.3. RADIOGRAFIA INDUSTRIAL (RT)

 qualitest SAC	<b>RADIOGRAPHIC PROCEDURE</b>		
	Ref. N°: IT-ET-RT-004	Rev: 01	Date: 28-January-2017
Applied to:	ASME SECTION VIII 2015 EDITION, DIV 1.	Page: 1 de 14	

***According to ASME Code, Section V.  
Article 2, 2015 edition.***

***Applied to ASME Code, Section VIII  
2015 edition. Division 1.***

  
.....  
**Henry F. Arenas B.**  
**ASNT NDT LEVEL III**  
**N° 152937**

 <small>qualitest</small> <small>PERU</small>	<b>RADIOGRAPHIC PROCEDURE</b>		
	Ref. N°: IT-ET-RT-004	Rev: 01	Date: 28-January-2017
Applied to:	ASME SECTION VIII 2015 EDITION, DIV 1.	Page: 2 de 14	

### 1. OBJETIVE.

This procedure describes the methods of inspection using industrial radiography in welding joints in pressure vessels.

### 2. SCOPE.

A written radiographic examination procedure is not required. Demonstration of density and penetrometer image requirements on production or technique radiographs shall be considered satisfactory evidence of compliance with Article 2 of Section V.

The requirements of T-285 of Article 2 of Section V are to be used only as a guide. Final acceptance of radiographs shall be based on the ability to see the prescribed penetrometer image and the specified hole or the designated wire of a wire penetrometer.

### 3. REFERENCE STANDARDS.

- ASTM E 94, Guide for Radiographic Testing
- ASTM E 747, Practice for Design, Manufacture, and Material Grouping Classification of Wire Image Quality Indicators (IQI) Used for Radiology
- ASTM E 142, Method for Controlling Quality of Radiographic Testing.
- ASTM E 1032, Test Method for Radiographic Examination of Weldments
- ASME Section V, Article 2, edition 2015.
- ASME Section VIII, edition 2015.
- Recommended Practice SNT-TC-1A, for Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification.
- Specifications of the Project.

### 4. PERSONAL REQUIREMENTS

The Manufacturer shall certify that personnel performing and evaluating radiographic examinations required by this Division have been qualified and certified in accordance with their employer's written practice. SNT-TC- 1A shall be used as a guideline for employers to establish their written practice for qualification and certification of their personnel. Alternatively, the ASNT Central Certification Program (ACCP), or CP-18911 may be used to fulfill the examination and demonstration requirements of SNTTC-1A and the employer's written practice. Provisions for training, experience, qualification, and certification of NDE personnel shall be described in the Manufacturer's Quality Control System (see Appendix 10 ASME VIII DIV 1).

### 5. RESPONSIBILITIES

The responsibility of the technical staff level 1 is to do the inspection according to the requirements of this procedure.

The responsibility of the technical staff level II or III is to interpret, evaluate and report the results of the inspections in accordance to this procedure's requirements.

 <b>qualitest</b> <small>PERU</small>	<b>RADIOGRAPHIC PROCEDURE</b>		
	Ref. N°: IT-ET-RT-004	Rev: 01	Date: 28-January-2017
Applied to:	ASME SECTION VIII 2015 EDITION, DIV 1.	Page: 3 de 14	

## 6. GENERAL REQUIREMENTS.

### 6.1 Surface Preparation

#### 6.1.1 Materials.

The surfaces must meet the requirements of material specifications applicable with additional conditioning, if necessary, in such sense that the surface irregularities can not cover or be confused with any discontinuity.

#### 6.1.2 Welding

Every joint welded must be prepared as follows: The weld ripples or weld surface irregularity on both the inside the inside (where accessible) and outside shall be removed by any acceptable process to such degree that the resulting radiographic image due to any surface irregularities can not cover or be confused with the image of any discontinuity.

### 6.2 Radiographic Density.

**6.2.1** The film density through the radiographic image of the body of the appropriate hole IQI or adjacent to the designated wire of a wire IQI and the area of interest shall be at least 2.0 for radiographies obtained by Gamma rays sources. For the composite viewing technique or multiple films exposures, the minimum density of each film must be 1.3. The maximum density must be 4.0 for a single or compound view.

**6.2.2** A densitometer must be used to verify the photographic density of the film. A tolerance of variations with  $\pm 0.05$  density is allowed between densitometer readings.

**6.2.3** A step wedge comparison calibrated film traceable to a national standard step tablet must be used to verify the densitometer calibration.

**6.2.4** The densitometer must be calibrated every three months. However, a simple verification of the calibration must be done each working day, before to use it.

### 6.3 Intensifying Screens.

**6.3.1** Screens will be made of lead with adequate thickness, according to the radiation source used. A 0.005 in. or 0.010 in. thickness lead screen in the rear part will be used to protect against from disperse radiation. If this is not enough, a thicker lead support may be used to protect against the subsequent disperse radiation, according to 6.5

**6.3.2** No intensifying screen will be used when it is established as specific requirement in any work document.

**6.3.3** No fluorescent screen will be used.

### 6.4 Films

**6.4.1** Films were used ASTM E1815-96 Class I and Class II of Kodak, Agfa or any other brand that provides the required radiographic quality. The selection of the films depend on the thickness to be radiographed and if the prescribed Penetrometer image and the hole can be seen. See Table 1.

	<b>RADIOGRAPHIC PROCEDURE</b>	
	Ref. N°: IT-ET-RT-004	Rev: 01
Applied to:	ASME SECTION VIII 2015 EDITION, DIV 1.	Page: 4 de 14

**TABLE 1**

Image Quality & Film System Classes				
Film Type AGFA NDT	CEN EN 584-1	ASTM E 1815-96	ISO 11699-1	JIS-K7627
D2	C1	special	T1	T1
D3 s.c.			T1	T1
D4 s.c.			T1	T1
D3	C2	I	T1	T1
D4	C3	I	T2	T2
D5	C4	I	T2	T2
D7	C5	II	T3	T3
D8	C6	III	T4	T4

### 6.5 Disperse Radiation.

**6.5.1** A test will be performed to determine if the adequate protection against the disperse radiation exists in the rear part of each film holder. A lead letter B, ½ in. x 1/16 in. thickness shall be attached in the back of each film holder during each exposure. If a clear image of the letter B in a dark background of the radiography appears, the protection against the disperse radiation will not be enough and the radiography must be considered as unacceptable. A dark image of letter B over a clear background is not a cause of rejection.

### 6.6 Geometrical Unsharpness

**6.6.1** The radiography must be taken with a geometrical unsharpness that complies with:

Material Thickness, in. (mm)	$U_g$ Maximum, in. (mm)
Under 2 (50)	0.020 (0.51)
2 through 3 (50 75)	0.030 (0.76)
Over 3 through 4 (75 100)	0.040 (1.02)
Greater than 4 (100)	0.070 (1.78)

**6.6.2** The following formula is applied to determine the geometrical unsharpness ( $U_g$ ).

$$U_g = \frac{(F d)}{d_o}$$

Where

$U_g$  = Geometrical unsharpness  
 $F$  = Source size.

	<b>RADIOGRAPHIC PROCEDURE</b>		
	Ref. N°: IT-ET-RT-004	Rev: 01	Date: 28-January-2017
Applied to:	ASME SECTION VIII 2015 EDITION, DIV 1.		Page: 5 de 14

- do = Distance from the radiation source to the object (on the source side)  
d = Distance from the source size of the object to the film.

**6.6.3** The manufacturer of the X Ray Tube or Gamma Source must document the maximum size of the source in written. No source whose maximum size exceeds 0.300 in. must be used.

**6.6.4** When the source size is given in two dimensions, the following correction must be done to obtain the F value.

$$F = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

Where “a” and “b” are the dimensions given by the manufacturer.

## 7. TEST STAGES AND AREAS

**7.1** The inspection by industrial radiography will be done upon the customer’s request.

**7.2** The area of interest of the welding radiographic test shall include 0.5 in. of base metal at both sides of the welding.

## 8. DEVELOPMENT OF THE INSPECCION.

### 8.1 Radiographic Sistem Identification.

**8.1.1** Every radiography must be identified by an automatic printer or by the radiographic image obtained using lead numbers and letters of adequate size attached over the film using adhesive tape. This identification must not be placed on the area of interest of the radiography.

The identification must always include:

- Name or logo of the company in charge of the inspection
- Date of inspection.
- Number of part or identification of the piece inspected
- Number or position of the film
- A letter “R” followed by a number indicating the number of the reparation inspected, if repaired zones are inspected.

### 8.2 Selection of the radiation energy.

**8.2.1 Gamma Radiation.** The minimum thickness recommended for the radioactive isotope to be used is:

Iridium      0.750 inches.

**8.2.2** When it is unfeasible to take the radiography within the limits established above, the procedure must be approved as satisfactory by showing the definition of the IQI in the minimum thickness of the radiographed material.

	<b>RADIOGRAPHIC PROCEDURE</b>		
	Ref. N°: IT-ET-RT-004	Rev: 01	Date: 28-January-2017
Applied to:	ASME SECTION VIII 2015 EDITION, DIV 1.		Page: 6 de 14

### 8.3 Location marks.

**8.3.1** These reference points must appear as radiographic images in the film and be placed over the piece, not over the film holder. These reference points must always be clearly marked in the corresponding place over the piece or in a map or drawing, in such a way that the area of interest can be traced in the radiography in order to ensure its location over the piece.

**8.3.2** The location marks must be placed on the source or film side as shown in the figure. 1 of the ASME Code, Section V, Art. 2 (Sketch of Location Marks).

### 8.4 IQI (Indicators of Image Quality)

**8.4.1 Standard IQI Design.** IQIs shall be either the hole type or the wire type. Hole-type IQIs shall be manufactured and identified in accordance with the requirements or alternates allowed in SE-1025. Wire-type IQIs shall be manufactured and identified in accordance with the requirements or alternates allowed in SE-747, except that the largest wire number or the identity number may be omitted. ASME standard IQIs shall consist of those in Table 2 for hole type and those in Table 3 for wire type.

**TABLE 2**  
**HOLE-TYPE IQI DESIGNATION, THICKNESS, AND HOLE DIAMETERS**

Table T-233.1 Hole-Type IQI Designation, Thickness, and Hole Diameters				
IQI Designation	IQI Thickness, in. (mm)	17 Hole Diameter, in. (mm)	27 Hole Diameter, in. (mm)	47 Hole Diameter, in. (mm)
5	0.005 (0.13)	0.010 (0.25)	0.020 (0.51)	0.040 (1.02)
7	0.0075 (0.19)	0.010 (0.25)	0.020 (0.51)	0.040 (1.02)
10	0.010 (0.25)	0.010 (0.25)	0.020 (0.51)	0.040 (1.02)
12	0.0125 (0.32)	0.0125 (0.32)	0.025 (0.64)	0.050 (1.27)
15	0.015 (0.38)	0.015 (0.38)	0.030 (0.76)	0.060 (1.52)
17	0.0175 (0.44)	0.0175 (0.44)	0.035 (0.89)	0.070 (1.78)
20	0.020 (0.51)	0.020 (0.51)	0.040 (1.02)	0.080 (2.03)
25	0.025 (0.64)	0.025 (0.64)	0.050 (1.27)	0.100 (2.54)
30	0.030 (0.76)	0.030 (0.76)	0.060 (1.52)	0.120 (3.05)
35	0.035 (0.89)	0.035 (0.89)	0.070 (1.78)	0.140 (3.56)
40	0.040 (1.02)	0.040 (1.02)	0.080 (2.03)	0.160 (4.06)
45	0.045 (1.14)	0.045 (1.14)	0.090 (2.29)	0.180 (4.57)
50	0.050 (1.27)	0.050 (1.27)	0.100 (2.54)	0.200 (5.08)
60	0.060 (1.52)	0.060 (1.52)	0.120 (3.05)	0.240 (6.10)
70	0.070 (1.78)	0.070 (1.78)	0.140 (3.56)	0.280 (7.11)
80	0.080 (2.03)	0.080 (2.03)	0.160 (4.06)	0.320 (8.13)
100	0.100 (2.54)	0.100 (2.54)	0.200 (5.08)	0.400 (10.16)
120	0.120 (3.05)	0.120 (3.05)	0.240 (6.10)	0.480 (12.19)
140	0.140 (3.56)	0.140 (3.56)	0.280 (7.11)	0.560 (14.22)
160	0.160 (4.06)	0.160 (4.06)	0.320 (8.13)	0.640 (16.26)
200	0.200 (5.08)	0.200 (5.08)	0.400 (10.16)	...
240	0.240 (6.10)	0.240 (6.10)	0.480 (12.19)	...
280	0.280 (7.11)	0.280 (7.11)	0.560 (14.22)	...

	<b>RADIOGRAPHIC PROCEDURE</b>		
	Ref. N°: IT-ET-RT-004	Rev: 01	Date: 28-January-2017
Applied to:	ASME SECTION VIII 2015 EDITION, DIV 1.		Page: 7 de 14

**TABLE 3**

**WIRE IQI DESIGNATION, WIRE DIAMETER, AND WIRE IDENTITY**

Table T-233.2 Wire IQI Designation, Wire Diameter, and Wire Identity					
Set A			Set B		
Wire Diameter, in.	(mm)	Wire Identity	Wire Diameter, in.	(mm)	Wire Identity
0.0032	(0.08)	1	0.010	(0.25)	6
0.004	(0.10)	2	0.013	(0.33)	7
0.005	(0.13)	3	0.016	(0.41)	8
0.0063	(0.16)	4	0.020	(0.51)	9
0.008	(0.20)	5	0.025	(0.64)	10
0.010	(0.25)	6	0.032	(0.81)	11
Set C			Set D		
Wire Diameter, in.	(mm)	Wire Identity	Wire Diameter, in.	(mm)	Wire Identity
0.032	(0.81)	11	0.100	(2.54)	16
0.040	(1.02)	12	0.126	(3.20)	17
0.050	(1.27)	13	0.160	(4.06)	18
0.063	(1.60)	14	0.200	(5.08)	19
0.080	(2.03)	15	0.250	(6.35)	20
0.100	(2.54)	16	0.320	(8.13)	21

**8.5 Selection of the IQI**

**8.5.1** The IQI will be chosen from the following table 4.

**8.5.2** IQIs shall be selected from either the same alloy material group or grade as identified in SE-1025, or SE-747, as applicable, or from an alloy material group or grade with less radiation absorption than the material being radiographed.

**TABLE 4**

Nominal Single Wall Material Thickness Range, in. (mm)	IQI					
	Source Side			Film Side		
	Hole Type Designation	Essential Hole	Wire Type Essential Wire	Hole Type Designation	Essential Hole	Wire Type Essential Wire
Up to 0.25, incl. (6.4)	12	2T	5	10	2T	4
Over 0.25 through 0.375 (6.4 through 9.5)	15	2T	6	12	2T	5
Over 0.375 through 0.50 (9.5 through 12.7)	17	2T	7	15	2T	6
Over 0.50 through 0.75 (12.7 through 19.0)	20	2T	8	17	2T	7
Over 0.75 through 1.00 (19.0 through 25.4)	25	2T	9	20	2T	8
Over 1.00 through 1.50 (25.4 through 38.1)	30	2T	10	25	2T	9
Over 1.50 through 2.00 (38.1 through 50.8)	35	2T	11	30	2T	10
Over 2.00 through 2.50 (50.8 through 63.5)	40	2T	12	35	2T	11
Over 2.50 through 4.00 (63.5 through 101.6)	50	2T	13	40	2T	12
Over 4.00 through 6.00 (101.6 through 152.4)	60	2T	14	50	2T	13
Over 6.00 through 8.00 (152.4 through 203.2)	80	2T	16	60	2T	14
Over 8.00 through 10.00 (203.2 through 254.0)	100	2T	17	80	2T	16
Over 10.00 through 12.00 (254.0 through 304.8)	120	2T	18	100	2T	17
Over 12.00 through 16.00 (304.8 through 406.4)	160	2T	20	120	2T	18
Over 16.00 through 20.00 (406.4 through 508.0)	200	2T	21	160	2T	20

	<b>RADIOGRAPHIC PROCEDURE</b>		
	Ref. N°: IT-ET-RT-004	Rev: 01	Date: 28-January-2017
Applied to:	ASME SECTION VIII 2015 EDITION, DIV 1.		Page: 8 de 14

**8.5.3** The designated hole IQI or essential wire shall be as specified in Table 4. A thinner or thicker hole-type IQI may be substituted for any section thickness listed in Table 4, provided an equivalent IQI sensitivity is maintained. See 8.5.4

**8.5.4** A thinner or thicker hole-type IQI than the designated IQI may be substituted, provided an equivalent or better IQI sensitivity, as listed in Table 5, is achieved and all other requirements for radiography are met. Equivalent IQI sensitivity is shown in any row of Table 5 which contains the designated IQI and hole. Better IQI sensitivity is shown in any row of Table 5 which is above the equivalent sensitivity row. If the designated IQI and hole are not represented in the table, the next thinner IQI row from Table 5 may be used to establish equivalent IQI sensitivity.

**TABLE 5**

<b>Table T-283 Equivalent Hole-Type IQI Sensitivity</b>		
Hole-Type Designation	Equivalent Hole-Type Designations	
<b>2T Hole</b>	<b>1T Hole</b>	<b>4T Hole</b>
10	15	5
12	17	7
15	20	10
17	25	12
20	30	15
25	35	17
30	40	20
35	50	25
40	60	30
50	70	35
60	80	40
80	120	60
100	140	70
120	160	80
160	240	120
200	280	140

**8.5.5 Welds with reinforcement.** The choice of the IQI is based on the nominal thickness of the single wall **plus the estimated welding reinforcement** (which must not exceed the maximum reinforce allowed by the reference code) Neither supporting rings nor plates must be included in the thickness in order to choose the IQI.

**8.5.6 Welds without reinforcement.** The choice of the IQI is based on the nominal thickness of the single wall. Neither supporting rings nor plates must be included in the thickness in order to choose the IQI..

**8.6 Placement of IQI's**

**8.6.1** IQI on the source side.

	<b>RADIOGRAPHIC PROCEDURE</b>		
	Ref. N°: IT-ET-RT-004	Rev: 01	Date: 28-January-2017
Applied to:	ASME SECTION VIII 2015 EDITION, DIV 1.		Page: 9 de 14

The IQI must be placed on the source side in the section to be examined, in such a way that the IQI plane will be normal in relation to the radiation beam.

When the configuration or the size hinders to place the IQI (s) over the piece or welding, the IQI's must be placed over a material radiographically similar to the material that is being tested.

The block must have the same thickness of the piece under inspection.

The block must be placed as near as possible to the material under inspection.

The block dimensions exceed the IQI dimensions in such a way that the radiography must show at least the contour of three sides of the IQI image.

**8.6.2** When rectangular IQI are used, these will be placed over the base metal, approximately ¼ in. of the welding edge. When neither the crown or welding reinforcement nor the supporting rings are removed, a plate made of the same base metal must be used and placed under the IQI. The plate dimension must be larger than the IQI, at least 1/8 in. in not less than three sides.

**8.6.3** When wire IQI are used, these must be placed over the welding in such a way that the wires will be placed perpendicularly to the welding axis. The identification number of the IQI must not be in the area of interest.

**8.6.4** When double wall parts, like tubing or pipes, are examined with a radiation source placed outside the tubing, the IQI must be placed over the welding and on the radiation source side.

**8.6.5** IQI on the film side. When the IQI can not be placed on the source side, it must be placed on the film side in contact with the part being inspected.

When a IQI is used on the film side, a lead letter "F" must be attached to the IQI. This letter must have the same size of the identification number of the IQI or go over the rectangular IQI without blocking the essential hole.

When the geometrical configuration of the piece to be inspected does not make feasible to place the letter "F" outside the area of interest, it is allowed to place the letter over this area.

**8.6.6** To inspect irregular objects, the IQI must be placed in the part of the piece that is farthest from the film.

**8.6.7** When one or more film holders are used for an exposure, at least one IQI image shall appear on each radiograph except as outlined in (b) below.

(a) Multiple IQIs. If the requirements of 6.2 are met by using more than one IQI, one shall be representative of the lightest area of interest and the other the darkest area of interest; the intervening densities on the radiograph shall be considered as having acceptable density.

(b) Special Cases: See ASME V – Article 2 (T-277.2).

	<b>RADIOGRAPHIC PROCEDURE</b>		
	Ref. N°: IT-ET-RT-004	Rev: 01	Date: 28-January-2017
Applied to:	ASME SECTION VIII 2015 EDITION, DIV 1.		Page: 10 de 14

### 8.7 Film Placement

**8.7.1** The film (one or more per exposure) will be placed adjacent to the part to be radiographed, from the opposite side of the radiation source.

**8.7.2** The film will be in contact with the material in order to avoid the distortion of the radiographic image.

### 8.8 Density Variation.

- 8.8.1** (a) The density of the radiograph anywhere through the area of interest shall not
- (1) vary by more than minus 15% or plus 30% from the density through the body of the designated hole-type IQI adjacent to the essential hole or adjacent to the essential wire of a wire-type IQI, and
  - (2) exceed the minimum/maximum allowable density ranges specified in 6.2
- When calculating the allowable variation in density, the calculation may be rounded to the nearest 0.1 within the range specified in 6.2
- (b) When the requirements of (a) above are not met, then an additional IQI shall be used for each exceptional area or areas and the radiograph retaken.
- (c) When shims are used with hole-type IQIs, the plus 30% density restriction of (a) above may be exceeded, and the minimum density requirements of T-6.2 do not apply for the IQI, provided the required IQI sensitivity of 5.8.3.1 is met.

### 8.9 Radiographic Techniques

**8.9.1** A single wall exposure shall be used for radiography whenever it is practical, When it is not practical to use a single wall technique, a double wall technique shall be used.

**8.9.2 Single wall technique.** In this technique, the radiation only passes through a welding wall.

**8.9.3 Double wall technique.** When it is not feasible to use the single wall technique, one of the following techniques must be applied:

**8.9.4 Single Wall viewing.** For materials and for welds in components, when the radiation passes through both walls of the component and only the weld (material) on the film side is viewed, at least three exposures with 120° of separation are required.

**8.9.5 Double Wall viewing.** For welding in components, when the radiation passes through both walls of the component, whose external nominal diameter is 3 ½ in. or less, the double wall technique and double wall viewing must be applied. The double wall viewing may be used only for materials and pipe welding whose nominal diameter is 3 ½ in. or less.

When the radiation beam is angular enough to separate the images of the welding portions on the source and the film sides without crossing over the areas to be interpreted, at least two exposures must be taken, at 90° between them.

 <b>qualitest</b> <small>PERU</small>	<b>RADIOGRAPHIC PROCEDURE</b>		
	Ref. N°: IT-ET-RT-004	Rev: 01	Date: 28-January-2017
Applied to:	ASME SECTION VIII 2015 EDITION, DIV 1.	Page: 11 de 14	

When the image of both walls overlaps, at least three exposures with 60° of separation between them must be taken. For the double wall viewing, a IQI on the source side must be used.

#### **8.10 Calculation of the exposure time**

**8.10.1** A rule of calculus, an exposure chart or an appropriate mathematic model can be used to determine the adequate exposure time.

#### **8.11 Storage of unexposed radiographic films**

**8.11.1** The unexposed film must be stored in such way that it is kept away from the effects of the light, pressure, excessive heat, moisture and ionizing radiations that may damage it.

**8.11.2** The unexposed film must be handled under the appropriate conditions of the security light.

#### **8.12 Processing**

**8.12.1** It is important to process the radiographic film with maximum care in order to achieve the right developing. The processing must be made according to the film manufacturer conditions and the chemical products used in this process.

#### **8.13 Radiographic Viewing.**

**8.13.1** The radiographies will be examined using a variable intensity illuminator. The environmental light must be so intense that it does not produce problems of light reflection over the film surface. Masks must be used to eliminate the excessive illumination in the inspection areas.

### **9. EVALUATION OF INDICATIONS.**

**9.1** The radiographies must comply with the acceptance criteria given by the adequate specifications, standards or codes.

**9.2** The indications shown in the radiographies and distinguished as imperfections must be evaluated under the terms established by the acceptance criteria.

**9.3** All radiographs should be free from mechanical, chemical or other spots that can extend not mask or be confused with images of discontinuities in the area of interest.

Spots to avoid are:

1. Veiled.
2. Scratches, water spots, chemical stains.

	<b>RADIOGRAPHIC PROCEDURE</b>	
	Ref. N°: IT-ET-RT-004	Rev: 01
Applied to:	ASME SECTION VIII 2015 EDITION, DIV 1.	Page: 12 de 14

3. Scratches, finger marks, dust marks of static electricity.

4. False indications due to defective screens.

#### 9.4 Terminology

**9.4.1 Rounded Indications.** Indications whose length is equal to or less than three times its width. The shape of these indications may be circular, elliptical, conic or irregular and may have a tail that must be included when the indication size is evaluated.

**9.4.2 Aligned Indications.** A sequence of four rounded indications or more must be considered as aligned when these touch a straight line traced between the centers of the indications located at the ends.

### 10. ACCEPTANCE CRITERIA.

#### 10.1 2013 SECTION VIII, DIVISION 1

**10.1.1A** complete set of radiographs and records, as described in Article 2 of Section V, for each vessel or vessel part shall be retained by the Manufacturer. The following welded joints shall be examined radiographically for their full length in the manner prescribed in UW-51.

**10.1.2 SPOT EXAMINATION OF WELDED JOINTS (UW-52):** Spot radiographing of a welded joint is recognized as an effective inspection tool. The spot radiography rules are also considered to be an aid to quality control. Spot radiographs made directly after a welder or an operator has completed a unit of weld proves that the work is or is not being done in accordance with a satisfactory procedure. If the work is unsatisfactory, corrective steps can then be taken to improve the welding in the subsequent units, which unquestionably will improve the weld quality.

Spot radiography in accordance with these rules will not ensure a fabrication product of predetermined quality level throughout. It must be realized that an accepted vessel under these spot radiography rules may still contain defects which might be disclosed on further examination. If all radiographically disclosed weld defects must be eliminated from a vessel, then 100% radiography must be employed.

### 11. REPORTS OF RESULTS.

**11.1** The location of indications will be documented in accordance to the customer's requirements. If these do not exist, the location will be established taking as reference axis the entry of a man (manhole), identification plate, floor level, the north of the equipment or its higher part. The direction will be clockwise.

	<b>RADIOGRAPHIC PROCEDURE</b>		
	Ref. N°: IT-ET-RT-004	Rev: 01	Date: 28-January-2017
Applied to:	ASME SECTION VIII 2015 EDITION, DIV 1.		Page: 13 de 14

11.2 The results of all inspections must be reported in the inspection report format. See figure 2

FIGURE 1

