

NOMBRE DEL TRABAJO

**INFORME DE SUFICIENCIA TERMINADO-  
CAHUANA GOMEZ JOEL (1).pdf**

AUTOR

**JOEL CAHUANA GOMEZ**

RECUENTO DE PALABRAS

**16351 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**93035 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**170 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**8.7MB**

FECHA DE ENTREGA

**Apr 13, 2023 12:25 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Apr 13, 2023 12:27 PM GMT-5****● 21% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 21% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 30 palabras)



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN  
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS**  
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

**TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

- 1). TESIS ( )      2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (X)

**DATOS PERSONALES**

Apellidos y Nombres:	Cahuana Gomez Gerardo Joel
D.N.I.:	45631277
Otro Documento:	
Nacionalidad:	Peruano
Teléfono:	930 482 977
e-mail:	gerardojoel-gomez@hotmail.com

**DATOS ACADÉMICOS**

**Pregrado**

Facultad:	Ingeniería y Gestión
Programa Académico:	Trabajo de Suficiencia
Título Profesional otorgado:	Ingeniero Mecánico y Electricista

**Postgrado**

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

**Datos de trabajo de investigación**

Título:	CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE UN TANQUE ATMOSFERICO DE 100M3 PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
Fecha de Sustentación:	10 de Julio de 2015
Calificación:	Aprobación
Año de Publicación:	2023



### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo  No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	<b>info:eu-repo/semantics/openAccess</b> (Para documentos en acceso abierto)	<input checked="" type="checkbox"/>

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	<b>info:eu-repo/semantics/restrictedAccess</b> (Para documentos restringidos)	<input type="checkbox"/>
	<b>info:eu-repo/semantics/embargoedAccess</b> (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	<input type="checkbox"/>
	<b>info:eu-repo/semantics/closedAccess</b> (para documentos confidenciales)	<input type="checkbox"/>

(\*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

---

Motivos de la elección del acceso restringido:

---

---

---

---

Cahuana Gomez Gerardo Joel

APELLIDOS Y NOMBRES

45631277

DNI

Joel G

Firma y huella:



Lima, 17 de Abril del 20 23

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y**  
**ELÉCTRICA**



**“CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE UN TANQUE**  
**ATMOSFÉRICO DE 110 M3 PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA**  
**RESIDUAL”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

CAHUANA GOMEZ, GERARDO JOEL

**ASESOR**

GONZALES BUSTAMANTE, MARTIN

**Villa El Salvador**

**2015**



# UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR UNTELS

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y AMBIENTAL

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TEMA DE ACTUALIDAD PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

En Villa El Salvador siendo las ..... 11:00 ..... del día 10 de Julio de 2015, se reunieron en el Salón de Grados los Miembros del Jurado Evaluador del Tema de Actualidad integrado por:

Presidente	:	Ing. Omar Freddy Chamorro Atalaya	CIP N°	97616
Secretario	:	Ing. Eliseo Páez Apolinario	CIP N°	19569
Vocal	:	Ing. Carlos Dávila Ignacio	CIP N°	96353

Nombrados según Resolución de Facultad N° 252-2015-CO-P-FIMEA, de fecha 07 de julio de 2015

Se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente, para obtener el Título Profesional en Ingeniero Mecánico Electricista, bajo la modalidad de Actualización Profesional. (Resolución de Comisión de Organizadora N° 023-2012-UNTECS de fecha 20 de setiembre 2012, donde se APROBÓ la ratificación del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima y el Reglamento del Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención de Título Profesional, siendo que el Art. 6° del precitado Reglamento del Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención de Título Profesional, establece que: "El Examen de Suficiencia Profesional comprende dos etapas: a) Examen de Conocimientos Profesionales y b) Sustentación de un Tema Específico de Actualidad"), en la que

El bachiller: **CAHUANA GOMEZ, GERARDO JOEL**

Sustentó su tema de Actualidad:

**Control de Calidad en la Fabricación de un tanque Atmosférico de 110 M3 para Almacenamiento de Agua Residual**

Concluida la Sustentación del tema de Actualidad, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición..... Aprobado con nota..... 12 (Doce)  
Equivalente..... Regular. De acuerdo al Art. 45° del Reglamento de Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención del Título Profesional.

Siendo las... 11:30... del día 10 de Julio de 2015, se dio por concluido el acto de sustentación del tema de Actualidad, firmando el Jurado la presente Acta

SECRETARIO

ELISEO PAEZ APOLINARIO  
Ingeniero Mecánico - Electricista  
C.I.P. 19569

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE LIMA SUR  
PRESIDENTE  
Ing. Omar Freddy Chamorro Atalaya  
ING ELECTRONICO

CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO  
INGENIERO MECANICO  
Reg. CIP: N° 96353

VOCAL

Av. Bolívar s/n (cruce Av. Central y Av. Bolívar) – Villa El Salvador  
Teléfonos: 719-5694 / 719-5693 – [informes@untels.edu.pe](mailto:informes@untels.edu.pe)  
[www.untels.edu.pe](http://www.untels.edu.pe)



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

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

**ACTA FINAL DEL EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

En Villa El Salvador siendo las 11:37 del 10 de Julio de 2015, se reunieron en el Salón de Grados los Miembros del Jurado Evaluador del Examen de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente : Ing. Omar Freddy Chamorro Atalaya CIP N° 97616  
 Secretario : Ing. Eliseo Páez Apolinario CIP N° 19569  
 Vocal : Ing. Carlos Dávila Ignacio CIP N° 96353

Nombrados según Resolución de Facultad N°252-2015-CO-P-FIMEA, de fecha 07 de julio de 2015.

Concluida la Sustentación del Tema de Actualidad se procede a registrar la nota obtenida en el Examen de Conocimientos Profesionales y la nota obtenida en la Sustentación del Tema Específico de Actualidad, para obtener el Promedio Final del Examen de Suficiencia.

BACHILLEREVALUADO (A): **CAHUANA GOMEZ, GERARDO JOEL**

NOTA DEL EXAMEN DE CONOCIMIENTOS PROFESIONALES	NOTA DE SUSTENTACIÓN DEL TEMA ESPECIFICO DE ACTUALIDAD	PROMEDIO	CONDICION	EQUIVALENTE
11	12	12	APROBADO	REGULAR

*[Signature]*  
**SECRETARIO**

**ING. ELISEO PÁEZ APOLINARIO**  
Ingeniero Mecánico - Electricista  
C.I.P. 19569

*[Signature]*  
**PRESIDENTE**  
Ing. CIP. Omar Freddy Chamorro Atalaya  
ING ELECTRONICO



*[Signature]*  
**CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO**  
INGENIERO MECANICO  
Reg. CIP: N° 96353

**VOCAL**

### **Dedicatoria**

A mis padres, Gerardo Cahuana Solano y Marisol Gómez Quispe, por ser el pilar fundamental en mi vida, por todo su esfuerzo y sacrificio, lo que hizo posible esta meta profesional alcanzada. Para ellos mi amor, obediencia y respeto.

A mi esposa e hijas, Isabel, Ducell, Isabel y María, que han sido personas excepcionales, por haberme brindado su apoyo incondicional y haber hecho suyos mis preocupaciones y problemas. Gracias por su amor, paciencia y comprensión. Mis hijas por ser lo más grande y valioso que Dios me ha regalado, fuente de inspiración y la razón que me impulsa a salir adelante.

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

A mi alma mater, porque en sus aulas recibí mi formación académica y estaré eternamente agradecido y siempre me sentiré Orgullosa por ser egresada de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.

A mi asesor, el Ing. Martin Gonzales Bustamante, que el señor lo tenga en su gloria, que, gracias a sus conocimientos, sus orientaciones, su paciencia y motivación han sido fundamentales para mi formación.

## **Resumen**

El presente trabajo se enfocó bajo la modalidad de tesina para obtención del título de Ingeniero mecánico electricista y su propósito fue el de realizar el Plan de calidad en la fabricación y montaje de un tanque estructural de 110 m<sup>3</sup> para almacenamiento de agua residual, se basa en el control de calidad en la fabricación y montaje de un tanque de almacenamiento específicamente en la obra realizada en la Minera Yanacocha.

En la actualidad las metalmecánicas para ser competentes y mantenerse en el mercado debe tener el lineamiento de atraer nuevos clientes así como de aumentar y no perder su cartera de clientes, esto se logra brindando confianza, ofreciendo productos o servicios que cumplan con los objetivos de la calidad y una mejora continua, sin embargo para ofrecer el cumplimiento al objetivo de la calidad y mejora es necesario elaborar un documento que sirva como guía para asegurar la calidad de los productos que se generan en la empresa. En tal sentido se desarrolló el presente informe que desarrolla los lineamientos para que la calidad de fabricación y montaje sea la óptima para garantizar que el producto sea confiable elabora un plan de calidad y que cumplirá con las normas establecidas por los organismos internacionales. Estos pasos a seguir para la calidad en la fabricación, será la guía para los todos los nuevos proyectos de esta empresa que abrirán las puertas para captar y aumentar nuevos clientes ya que constituirá todos los procesos, actividades y tareas que serán ejecutadas por las tareas involucradas, para poder dar un mejor seguimiento y control de las mismas asegurando la calidad requerida para satisfacer la necesidad a un mejor precio nuestro cliente.

## **Abstract**

The present work is focused in the form of thesis for qualification as electrician mechanical engineer and his purpose was to make the Plan of quality in the manufacture and assembly of structural tank of 110 m<sup>3</sup> for storage of wastewater, it is based on quality control in the manufacture and installation of a storage tank specifically on the work done in the Minera Yanacocha.

Today the metalworking to be competent and stay on the market should have the guideline to attract new customers and to increase and not lose its customer base, this is achieved by providing confidence, offering products or services that meet the objectives of the quality and continuous improvement, however to provide compliance to the goal of quality improvement is necessary to prepare a document to serve as a guide to ensure the quality of products that are generated in the company. In that sense this report which develops guidelines for the quality of manufacture and assembly is optimal to ensure that the product is reliable develops a quality plan and will comply with standards set by international organizations was developed. These steps for manufacturing quality, will be the guide for all new projects of the company that opened the doors to capture and increase new customers because it will be all the processes, activities and tasks to be executed by the tasks involved in order to better track and control them assuring the required quality to meet the need for a better price to our customer.

## Índice

Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
Resumen.....	IV
Abstract.....	V
Índice.....	VI
Introducción.....	X
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>12</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. Justificación de la Investigación.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3. Delimitación de la Investigación.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.1. Conceptual.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.2. Espacial.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.3. Temporal.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4. Formulación del Problema.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4.1. Problema Principal.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4.2. Problema Secundario 1.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4.3. Problema Secundario 2.....</b>	<b>17</b>
<b>1.5. Objetivos.....</b>	<b>17</b>
<b>1.5.1. Objetivo Principal.....</b>	<b>17</b>
<b>1.5.2. Objetivo Secundario 1.....</b>	<b>17</b>
<b>1.5.3. Objetivo Secundario 2.....</b>	<b>17</b>
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>18</b>
<b>GENERALIDADES.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Antecedentes de la Investigación.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Marco teórico.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1 Calidad.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2 Control de Calidad de las Construcciones Soldadas.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.3 Clasificación de tanques atmosféricos.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.4 Materiales para la fabricación de un tanque de almacenamiento.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.5 Soldadura en el tanque de almacenamiento.....</b>	<b>28</b>

2.2.6	Inspecciones de aseguramiento de calidad en la fabricación del tanque de Almacenamiento.....	34
2.2.7	Características y partes que constituyen un tanque de almacenamiento.....	37
2.3	Marco Conceptual.....	48
2.3.1	Anclaje.....	48
2.3.2	Boquilla.....	48
2.3.3	Brida.....	48
2.3.4	Corrosión.....	48
2.3.5	Ensayos no Destructivos.....	48
2.3.6	Inspección interna.....	48
2.3.7	Inspección externa.....	48
2.3.8	Integridad mecánica.....	48
2.3.9	Integridad operativa.....	49
2.3.10	Oxidación.....	49
2.3.11	Protección catódica.....	49
2.3.12	Mezcladores.....	49
2.3.13	Muesca ranura.....	49
2.3.14	Tanque atmosférico vertical.....	49
2.3.15	Techo o cúpula fija.....	49
2.3.16	Techo Flotante.....	50
2.3.17	Válvulas de presión y o venteo.....	50
CAPITULO III.....		51
DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....		51
3.1	Procedimientos para la Inspección de Calidad.....	52
3.1.1	Recepción de Materiales.....	52
3.1.2	Habilitado de Elementos.....	53
3.1.3	Definición de Procesos de Trabajo.....	55
3.1.4	Criterios de aceptación para calificación de WPS.....	58
3.1.5	Ensayos de Tracción.....	59
3.1.6	Ensayos de Doblado Cara, Raíz.....	61
3.1.7	Granallado de elementos (limpieza superficial).....	63
3.1.8	Pintado de elementos.....	65
3.1.9	Protección Catódica.....	66
3.2	Generalidades de fabricación.....	68

3.2.1	Plan de Calidad.	68
3.2.2	Plan de Puntos de Inspección.	69
3.2.3	Fabricación y Montaje.	69
3.2.4	Especificaciones Técnicas.	69
3.2.5	Códigos y Normas.	69
3.2.6	Materiales a utilizar.	70
3.2.7	Electrodos a utilizar.	70
3.2.8	Preparación de Planchas.	70
3.2.9	Montaje de Estructuras.	73
3.2.10	Soldadura de elementos.	75
3.2.11	Tipos de Unión.	75
3.2.12	Pruebas.	78
3.2.13	Protección superficial.	79
3.2.14	Control de Calidad en el Arenado y Pintura.	80
3.2.15	Inspección de Redondez y Verticalidad de Tanque.	85
3.2.16	Entrega y recepción de tanque.	86
3.2.17	Presupuesto planteado de Proyecto.	86
3.2.18	Cronograma de realización el Trabajo de Fabricación y Montaje.	89
3.3	Comparación de los Hallazgos	91
3.3.1	Interpretación de resultados.	91
	<b>CONCLUSIONES</b>	92
	<b>RECOMENDACIONES</b>	92
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	93
	<b>ANEXO I</b>	94
	Plan de Calidad.	94
	<b>ANEXO II</b>	111
	Plan de Puntos de Inspección.	111
	<b>ANEXO III</b>	117
	Certificado de Calidad de los materiales ingresados a planta.	117
	<b>ANEXO IV</b>	125
	Certificado de Calidad de los Instrumentos de Medición.	125
	<b>ANEXO V</b>	130
	Calificación de Soldadores.	130

<b>ANEXO VI</b> .....	133
<b>Registro de Calificación de Soldadura WPS, PQR</b> .....	133
<b>ANEXO VII</b> .....	141
<b>Registro de Ingreso de materiales a Planta.</b> .....	141
<b>ANEXO VIII</b> .....	144
<b>Registro de Inspección de Tintes Penetrantes</b> .....	144
<b>ANEXO IX</b> .....	146
<b>Registros Prueba Radiográfica</b> .....	146
<b>ANEXO X</b> .....	148
<b>Registros de Calidad en Pintura</b> .....	148
<b>ANEXO XI</b> .....	152
<b>Verificación de Redondez y Verticalidad.</b> .....	152
<b>ANEXO XII</b> .....	155
<b>Planos de Fabricación</b> .....	155
<b>ANEXO XIII</b> .....	157
<b>Notas de Calculo</b> .....	157
<b>ANEXO XIV</b> .....	161
<b>Formatos para el Control de la Calidad.</b> .....	161

## **Introducción**

La minera Yanacocha tiene proyectado almacenar agua residual en una de sus instalaciones, el cual se encuentra a 4400 msnm. La ampliación de la capacidad de almacenamiento de agua residual involucra la fabricación de nuevos tanques de acero en las diferentes estaciones de bombeo y en los puntos cercanos a la planta en las áreas de chancado, espesamiento de relaves, planta de tratamiento de agua y suministro de agua.

Uno de estos nuevos tanques que hay que fabricar es el tanque de 110 m<sup>3</sup> para agua residual por lo cual se dará énfasis al control de calidad.

Para la fabricación de estructuras en la actualidad en las metalmecánicas se tiende a seguir ciertos parámetros de calidad ya que sin ellos el trabajo no sería aceptable, o tendrían incertidumbre de que tan bien fue fabricado pudiendo ocasionar en el peor de los casos accidentes por mala fabricación teniendo pérdidas humanas y económicas.

Asimismo, hoy en día en todas las empresas se habla de calidad y muchas de ellas analizan la situación y se dan cuenta de los reprocesos, la no conformidad de productos son pérdida en costo y tiempo por lo cual tratan de implementar un sistema de calidad.

Uno de los principales y más importantes procesos de fabricación es la soldadura lo cual está relacionado con el conocimiento de inspección dimensional, métodos de ensayos no destructivos, procesos de soldadura, ensayos destructivos, procedimientos de soldadura, calificación de soldadores, los códigos de inspección, especificados y estándares de aceptación usados.

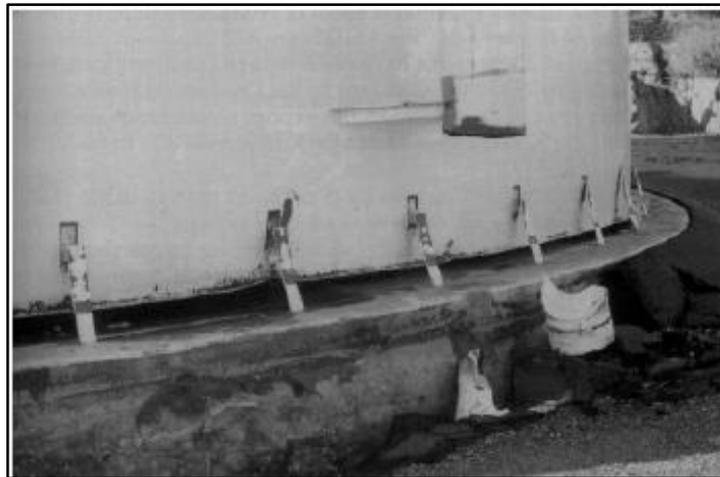
El criterio para la aceptación gira alrededor de una buena inspección, normalmente mediante ensayos no destructivos. Cualquier desviación del estándar debe ser evaluada.

Es necesario cumplir con todos los pasos de fabricación e inspección para asegurar que el producto soldado será capaz de servir para la función que ha sido diseñado

Finalmente y por todo lo indicado se genera por mi parte la responsabilidad para dar las pautas que conlleven a esto. Siendo consiente que la calidad requiere el compromiso, trabajo en equipo, disposición para hacer las cosas bien desde el principio de toda organización que tiene un costo y que toma su tiempo.

**CAPITULO I**  
**PLANTEAMIENTO DEL**  
**PROBLEMA**

Existen diversos factores para las fallas en los tanques de almacenamiento tales como por eventos naturales (ciclones, terremotos, etc.) y errores humanos por un mal control de calidad (mal diseño, construcción defectuosa, corrosión interna y externa por efectos medioambientales, etc.), que causan fallas que producen serias pérdidas económicas y lo más grave que pueden originar accidentes mortales a los trabajadores que se encuentren alrededor de los tanques de almacenamiento. Algunos tipos de falla por los motivos anteriormente mencionados se muestran a continuación.



**Figura 1.1.** Falla entre la base y la pared del techo.

**Falla entre la base y la pared del techo.** Ocurre cuando los vapores inflamables contenidos en los tanques atmosféricos de almacenamiento explotan, desprendiendo la unión entre la placa del fondo y la envolvente. Estas fallas ocasionan que el tanque se rasgue y en algunos casos, estos sean lanzados a través del aire.



**Figura 1.2.** Falla por colapso

**Falla por colapso.** Según estudio se origina debido al pandeo de las paredes y levantamiento del anclaje. La fuerza cortante en la base puede causar la falla del tanque por desplazamiento. El levantamiento de la base puede ocasionar: (1) ruptura de las conexiones de la tubería que salen del tanque debido a los desplazamientos verticales y (2) ruptura de la unión de la placa de base con la envolvente del tanque.



**Figura 1.3.** Corrosión en el exterior del tanque. (Pasante)

**Corrosión en el exterior del tanque. (Pasante).** Las corrosiones localizadas en ciertas áreas se convierten en perforaciones y posteriormente en agujeros pasantes. Estos agujeros provocan la pérdida del producto que existe en el interior del tanque. Este tipo de perforaciones se origina en los puntos de apoyo de las patas de los techos y pantallas flotantes. Lo mismo puede ocurrir en los puntos bajo las bocas de medición si no se dotan de una placa de refuerzo. Otro aspecto a tener en cuenta, es lo concerniente a equipo defectuoso. Los defectos en el equipo incluyen derrames causados por la corrosión, grietas en las soldaduras, válvulas de alivio de presión o de vacío que no funcionan adecuadamente, sistemas de venteo diseñados incorrectamente, y protección inadecuada contra electricidad estática.

### **1.1. Descripción de la Realidad Problemática.**

Existen industrias metalmeccánicas que cuentan con controles de calidad para la realización de sus fabricaciones, pero muchas de estas no lo aplican de una manera correcta ya que si esto ocurriera estos tipos de problemas no pasarían. Además, el costo por fabricación es alto para estos tipos de proyectos por ende se tendría que tener todos los lineamientos de calidad bien definido de acuerdo a cada etapa de la fabricación. En particular fabricaremos un tanque de 110 m<sup>3</sup> para almacenamiento de agua residual, respetando la calidad de la misma con un costo que será el mejor tanto para nuestro cliente como para nosotros.

### **1.2. Justificación de la Investigación.**

Debido al crecimiento económico que se ha estado dando en el Perú, es necesario que las empresas peruanas sean capaces de compenetrar en el mercado con el sello de competitividad, que puedan ofrecer productos y/o servicios necesarios con la calidad exigida bajo normativas establecidas por tanto nuestra justificación se centra en el control de calidad para optimizar tiempo y costo durante la fabricación y montaje de un tanque atmosférico de 110 m<sup>3</sup> para almacenamiento de agua residual.

### **1.3. Delimitación de la Investigación**

#### **1.3.1. Conceptual.**

La tesina solo abarcará lo concerniente al control de calidad de un tanque de 110 m<sup>3</sup> sin techo, para almacenamiento de agua residual. La fabricación será realizada por la empresa Haugy. Las especificaciones técnicas fueron proporcionadas por el cliente. El presente informe no incluye trabajos eléctricos ni obras civiles, ni lineamientos de Seguridad Ambiental y Seguridad Ocupacional. Con respecto al diseño Haugy lo realiza y en este informe solo se le tendrá como referencia en el anexo XIII.

#### **1.3.2. Espacial.**

La fabricación del tanque atmosférico se realizará en la empresa Haugy, ubicada en el distrito de Lurín. El montaje se realiza en la minera Yanacocha a 4400msnm. La elaboración de todo documento o registro tanto para la fabricación como para el montaje se realiza en la empresa Haugy.

#### **1.3.3. Temporal.**

El tiempo de la construcción de la estructura documentaria para la fabricación se realizó en los meses de febrero 2014. El plan de calidad está ligado a la fabricación del tanque todo este tiempo. El inicio del proyecto es el 01-02-2014 siendo el plazo de entrega de proyecto hasta el 15-02-2014.

### **1.4. Formulación del Problema**

#### **1.4.1. Problema Principal.**

¿Es posible aplicar los lineamientos de calidad en la fabricación de un tanque atmosférico de 110 m<sup>3</sup> de capacidad para agua residual?

#### **1.4.2. Problema Secundario 1**

¿El presupuesto planteado será el más conveniente tanto para el cliente como para la empresa respetando la calidad en la fabricación del tanque de almacenamiento de 110m<sup>3</sup> para agua residual?

#### **1.4.3. Problema Secundario 2.**

¿Es posible que el trabajo se cumpla en el tiempo programado?

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo Principal.**

Ejecutar los lineamientos de Calidad de acuerdo a las normas internacionales de fabricación y al Plan de Calidad y Plan de Puntos de Inspección demostrándolo con registros que lo avalen, y desarrollándolo con forme a los procesos de fabricación y montaje de un tanque de almacenamiento de 110 m<sup>3</sup> para almacenamiento de agua residual.

#### **1.5.2. Objetivo Secundario 1**

Brindar el presupuesto óptimo que favorezca tanto a nuestro cliente como a nuestra empresa, respetando siempre los procedimientos de calidad en cada proceso de trabajo.

#### **1.5.3. Objetivo Secundario 2**

Ejecutar el trabajo finalizándolo en el plazo programado.

# **CAPITULO II**

## **GENERALIDADES**

## **2.1 Antecedentes de la Investigación.**

Para la elaboración de este trabajo se tuvo que buscar varios informes de suficiencia en la biblioteca de la facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Ingeniería así también como en internet, información que esté relacionada a la calidad en fabricación de estructuras, de los cuales fueron tres los trabajos que más resalto por lo que fueron las bases para este informe. Los trabajos de suficiencia son “Plan de Calidad para la fabricación y montaje de un techo parabólico de una estructuras metálicas” (Alcala, 2009) por Alejandro Alcalá, “Fabricación y Montaje de dos tanques verticales tipo techo flotante para el almacenamiento de petróleo crudo de 110MB” (Poma, 2008) por María Poma y “Plan de Calidad de Fabricación de Estructuras Metálicas de un Cantitravel” (Carrera, 2011) por Héctor Carrera (fuente biblioteca de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Nacional de Ingeniería)

## **2.2 Marco teórico.**

### **2.2.1 Calidad.**

Cuando nace la necesidad de garantizar que los trabajos o servicios que una empresa realiza (en este caso fabricación de tanques de almacenamiento), se requiere elaborar documentación y registros de los pasos que se siguen en la fabricación, para ello se debe tener en cuenta los siguientes criterios generales. La calidad es un concepto que admite varias interpretaciones. Está relacionado con las características que otorgan a un producto o servicio un cierto grado de excelencia.

Hoy en día, la calidad se interpreta como un conjunto de características de un producto o servicio que es capaz de satisfacer las necesidades y expectativas actuales y futuras de los clientes, si se asegura la rentabilidad a largo plazo del proveedor del producto o servicio.

Con esta definición podemos demostrar que si las obras, proyectos o servicios realizados por una empresa manufacturera como Haugy cumplen con los requisitos y especificaciones establecidas en el contrato, se considerarán de buena calidad porque satisfacen las necesidades del cliente.

## **2.2.2 Control de Calidad de las Construcciones Soldadas.**

### **2.2.2.1 Definición e importancia de la Inspección de las Construcciones Soldadas.**

La inspección de soldaduras se puede definir como una serie de actividades destinadas a comprobar la fiabilidad de determinadas uniones soldadas utilizando los métodos apropiados en varias etapas del proceso de fabricación.

La importancia de esta inspección se desprende de la responsabilidad de los equipos y construcciones que actualmente se fabrican por soldeo, los cuales, en determinadas condiciones de fallo, afectan seria y directamente a la seguridad pública. Ejemplo de esto son: aviones, buques, trenes, plantas generadoras de energía, puentes, estructuras metálicas, transporte de gases y líquidos, etc.

Convencidos de la importancia de inspeccionar estas uniones soldadas, todos los países industrializados trabajan bajo códigos, normas y estándares relacionados con su construcción e inspección. Además, en la mayoría de estos países, es la administración la que impone la obligación de construir e inspeccionar de acuerdo con ciertos estándares, y el ejecutivo tiene conocimientos y experiencia mínimos, y al mismo tiempo la industria se ha vuelto receptiva a esta necesidad. Casi se puede decir que no hay empresa industrial competitiva sin sus normas y directivas, que ha establecido las bases de producción y ensayo necesarias para que los componentes o equipos que produce cumplan con los requisitos de seguridad establecidos por el estado. y organizaciones internacionales para desarrollar buenas prácticas para servicios de construcción soldada.

### **2.2.2.2 Objeto de la Inspección.**

De la definición anterior, se puede ver que el objetivo principal de la inspección de soldadura es determinar la confiabilidad de los componentes probados. Esto significa saber si lo inspeccionado se puede utilizar en las condiciones para las que fue diseñado.

Esto no significa que lo inspeccionado esté completamente libre de defectos. En la misma fase de inspección, se pueden descubrir deficiencias o desviaciones de los requisitos especificados, que no afectan significativamente el comportamiento operativo posterior y se evalúan como aptos para la instalación y operación, a pesar de estas deficiencias.

La inspección debe hacerse evaluando los resultados en relación con unas exigencias establecidas en códigos o normas aplicables al producto examinado y son en muchos casos, estos mismos documentos, los que “a priori” permiten ciertas anomalías o desviaciones respecto al ideal de obtener cero defectos, lo cual no es completamente imposible, pero tampoco es normalmente exigido.

### **2.2.2.3 Planificación y Programación de las Actividades de Inspección**

Una vez definido que una pieza soldada requiere algún tipo de inspección, lo más importante es determinar el orden o sistema en cuanto a la forma, cómo y cuándo se inspecciona para aprovecharlo al máximo.

La forma de llevar a cabo una inspección, así como el cómo y el cuándo, deben quedar reflejados en documentos escritos, tal como una especificación redactada al respecto. No deben dejarse al antojo de supervisores o clientes, porque un mismo trabajo se inspecciona desde diferentes ángulos, según los conocimientos particulares de cada uno, y se pueden comprobar los defectos cuando no son fáciles de encontrar. Asimismo, los criterios de aceptación y rechazo deberán determinarse y acordarse previamente al inicio de los trabajos.

Para el seguimiento y control de las diferentes inspecciones, suele ser de gran utilidad el, que los propios supervisores, se confeccionen unas listas donde figuren cronológicamente las inspecciones a efectuar y vayan cumpliéndolas a medida a medida que la inspección prospera. Con ellas se puede conocer el estado del equipo en cualquier momento y tener la evidencia de todas las inspecciones requeridas se han realizado en su momento oportuno.

En términos generales, a continuación se enumeran una serie de actividades a considerar antes, durante y a la terminación de la soldadura.

#### **2.2.2.4 Inspección antes del Soldeo.**

##### **Material base**

- Composición química
- Características mecánicas
- Homogeneidad
- Aspecto superficial y dimensiones principales
- Posibles defectos internos (laminaciones, grietas, etc.)

##### **Material de aportación**

- Composición química
- Características mecánicas
- Estado de conservación (secado, condiciones de almacenaje, etc.)

##### **Procedimiento de soldeo**

- Alcance
- Compatibilidad de los materiales base y de aportación
- Ensayos de cualificación
- Requerimientos específicos (precalentamiento, aporte térmico, tratamientos térmicos, etc.)

### **Cualificaciones de los operarios**

- Alcance
- Ensayos de cualificación
- Validez de cualificación

### **Medios**

- Características de las maquinas
- Características de los medios auxiliares
- Estado de conservación y funcionamiento

### **Preparación de la unión**

- Control de las preparaciones de los bordes
- Limpieza
- Características del punteado o medios de sujeción
- Alineación y separación entre bordes
- Pre deformaciones
- Posición en la que vaya a soldarse

#### **2.2.2.5 Inspección durante el Soldeo.**

- Precalentamiento
- Temperatura entre pasadas
- Deposición y penetración del cordón de raíz
- Grietas en el cordón de raíz
- Resanado del cordón de raíz
- Orden de deposición del resto de los cordones
- Limpieza entre cordones
- Forma de los cordones
- Características eléctricas
- Velocidad de soldeo
- Atmosferas protectoras

### **2.2.2.6 Inspección después del Soldeo.**

- Aspecto exterior
- Velocidad de enfriamiento
- Dimensiones
- Tratamientos térmicos
- Deformaciones
- Ensayos destructivos y no destructivos.

Se puede ver que los pasos de inspección antes de soldar superan en cantidad a las inspecciones durante y después del soldeo: la preparación es la clave del éxito, y los soldadores lo saben muy bien. Cualquier esfuerzo puesto en la preparación adecuada de la unión y el área de trabajo ayudará al soldador a producir soldaduras de calidad en el trabajo, reduciendo las reparaciones y los desechos.

### **2.2.2.7 La inspección de soldaduras en el contexto del control de calidad.**

El control de calidad generalmente implica actividades normales de "prueba o inspección". No hay duda de que casi todos los programas de control de calidad requieren el uso de métodos de prueba o inspección, y en muchos casos incluyen la mayoría de las acciones a realizar, pero siempre dentro del ámbito más amplio del control de calidad.

Un programa integrado de control de calidad debe contar con las fases de:

- Formación y entrenamiento de personal
- Control de suministros
- Control del equipo de mediciones, ensayos y pruebas
- Control del proceso de fabricación
- Control de desviaciones
- Control de costes

### **2.2.3 Clasificación de tanques atmosféricos.**

Los tanques atmosféricos son recipientes que no están sujetos a presiones internas o externas mayores a la presión atmosféricas, por lo que se denominan atmosféricos. Pueden estar cubiertos o descubiertos. Estos tanques se utilizan para almacenar productos a granel o líquidos de diversos tipos químicos, los cuales se pueden dividir en:

#### **2.2.3.1 Tanques cuadrados o rectangulares.**

Almacenan productos de pequeño volumen y productos no agresivos, como agua, miel, jarabe, etc., cuyo volumen es inferior a 20 metros cúbicos. Operan a presión atmosférica y en su mayoría son de acero al carbono.

#### **2.2.3.2 Tanques cilíndricos horizontales**

Almacenan productos químicos como ácidos, bases, combustibles, lubricantes, etc. Tienen una capacidad de almacenamiento promedio de menos de 150 metros cúbicos. Pueden ser de almacenamiento aéreo o subterráneos y pueden tener extremos planos o curvos.

#### **2.2.3.3 Recipientes a presión (pressure vessels)**

Almacenan productos a presiones superiores a la presión atmosférica. Dependiendo del volumen y las condiciones de operación, se construyen de la siguiente, manera:

- Recipientes cilíndricos horizontales con fondos extremos abovedados
- Recipientes verticales con fondos abovedados
- Recipientes verticales encamisados (jacketed vessels, cryogenic gases)
- Recipientes esféricos o esféricos modificados.

#### **2.2.3.4 Tanques cilíndricos verticales**

Se trata de contenedores con una gran capacidad de almacenaje de hasta 20000 metros cúbicos para productos de diversa naturaleza química. Se dividen en categorías:

- Tipo de cobertura: abiertos o techados
- Tipo de fondo: plano o cónico. La selección del tipo de fondo depende del volumen requerido, del espacio disponible, etc.
- Tipo de techo: fijo o flotante.

#### **Techo fijo:**

- Techo fijo cónico soportado (con armaduras, vigas y viguetas con o sin columna)
- Techo fijo cónico auto soportado (soportados únicamente en su periferia)
- Techo fijo tipo domo auto soportado (con una superficie semiesférica soportado únicamente en su periferia)
- Techo fijo paraguas auto soportado (cualquier sección horizontal es un polígono regular cuyos lados son las planchas, soportando únicamente en su periferia)

#### **Techo flotante:**

- Para este tipo de tanque, la tapa superior y los accesorios están diseñados para flotar en el nivel de líquido mas alto y luego regresar a cualquier nivel de líquido mientras la tapa superior flota. Tiene una escalera que se puede ajustar a cualquier posición en el techo y esta diseñada para adaptarse a toda la longitud del techo. Si se acumula líquido en la cubierta del techo, tendrá un sistema de drenaje.
- El tipo de techo flotante mas utilizado para el almacenamiento de crudo es la denominada boya simple, que consiste en un anillo hueco periférico formado por una parte estanca, el “pontón” y una placa circular que forma el techo flotante, que es el “pontón”, “velo”. En caso de rotura, la flotabilidad de los pontones es suficiente para mantener la membrana a flote. Los componentes principales de un pontón son la capa exterior y la capa interior. Contiene otros elementos como receptáculos de personal, separadores de compartimentos, soportes de fondo de pontón, juntas, etc. Por lo general los pontones se fabrican en secciones.
- Los tanques de techo flotante reducen las perdidas por evaporación en comparación con los tanques de techo fijo.

## **2.2.4 Materiales para la fabricación de un tanque de almacenamiento.**

Es importante elegir los materiales mas adecuados, seguros y económicos para la producción de tanques de almacenamiento. Actualmente se utilizan diversos materiales para la fabricación de tanques, los principales materiales utilizados en la producción son la soldadura y el acero por todas sus ventajas frente a otros materiales.

La perfección del acero, quizás el más versátil de todos los materiales estructuralmente, parece tener mas sentido usarlo debido a su peso ligero, facilidad de fabricación, costo relativamente bajo y facilidad de procesamiento, lo que facilita la fabricación de métodos variados y permite una construcción rápida debido a sus propiedades soldables. La soldabilidad depende en gran medida del contenido de carbono de la aleación. Cuanto mayor sea el contenido, más difícil de soldar, pero cuanto menor sea el contenido de carbono, más fácil será soldar la estructura.

### **2.2.4.1 Propiedades del acero.**

Al cambiar el contenido de carbono y agregar otros elementos como silicio, níquel, manganeso y cobre, las propiedades del acero pueden cambiar drásticamente. El acero que contiene grandes cantidades de estos últimos elementos se denomina acero aleado. Aunque estos elementos tienen una gran influencia en las propiedades del acero, el contenido de carbono y otros elementos de aleación es muy pequeño. Por ejemplo, el contenido de carbono del acero es casi siempre inferior al 0,5% en peso, normalmente entre 0,2 y el 0,3%.

La composición química del acero es muy importante por sus propiedades como la resistencia a la corrosión, soldabilidad, resistencia a la fractura, etc. ASTM (American Society for Testing and Materials) especifica los máximos exactos para carbono, magnesio, silicio, etc. porcentajes admisibles en acero estructural. Aunque las propiedades físicas y mecánicas de una forma de acero están determinadas principalmente por su composición química, también se ven

afectadas en cierta medida por el proceso de laminado, el historial de tensiones y el tratamiento térmico aplicado.

El acero es actualmente el material mas utilizado en la industria y estructuras diversas, por lo que la demanda de metales requiere la producción de acero con mayor resistencia, mejor resistencia a la corrosión, mejor soldabilidad y diferentes propiedades para el acero.

#### **2.2.4.2 Acero estructural A-36.**

Debemos tener en cuenta que este acero es de los más comerciales que existe en el mercado debido a sus propiedades mecánicas, podríamos definirlo como: Este acero al carbono tiene propiedades estructurales que se utilizan en la construcción de todo tipo de estructuras. Tiene ingeniería avanzada con un punto de cadencia mínimo de 36000 psi. Altamente recomendado para el diseño y construcción de estructuras y equipos mas livianos. Cuando se quiera fabricar tanques en API 650, se debe usar solo espesores iguales o menores a 38 mm (1 1/2 pulgadas). Este material es aceptable y se usa para perfiles ya sea comercialmente o ensamblados como miembros estructurales de tanques de almacenamiento. Relativamente caro, pero el material de construcción es excelente.

#### **2.2.5 Soldadura en el tanque de almacenamiento.**

La soldadura es el proceso de unir piezas metálicas calentando sus superficies a un estado plástico para que las piezas puedan fluir con o sin la adición de otros metales fundidos. Esta propiedad de la soldadura esta relacionada con la estructura atómica del metal. Como la composición atómica esta separada por granos de diferentes tamaños, los granos nuevamente tienen una disposición de átomos en su alrededor. Por lo tanto, cuando se aplica soldadura a las partes a unir, tienden a acelerar sus átomos y se propagan a través de la parte soldada, creando enlaces entre los átomos y, por lo tanto, el producto.

### **2.2.5.1 Ventajas de la Soldadura.**

Hoy en día, es posible aprovechar los grandes beneficios de la soldadura, ya que la fatiga y las inspecciones se eliminan casi por completo. Las siguientes son algunas de las muchas ventajas de la soldadura:

1. La primera ventaja es económica, ya que el uso de soldadura proporciona un importante ahorro en el peso del acero utilizado. La construcción soldada puede eliminar la mayoría de las uniones y placas de empalme requeridas en la construcción con remaches o pernos. En algunas estructuras, se puede ahorrar un porcentaje significativo de acero mediante soldadura.
2. La soldadura tiene una gama más amplia de aplicaciones que los remaches o los tornillos. Las uniones remachadas o atornilladas pueden no ser posibles en áreas pequeñas, pero las uniones soldadas presentan algunas dificultades. Por el espacio que ocupan las soldaduras en la estructura.
3. Las estructuras soldadas son más fuertes porque los elementos generalmente se sueldan directamente entre sí. Las uniones remachadas o atornilladas se realizan generalmente con esquinas o placas de conexión que se deforman debido a la transferencia de carga, lo que hace que toda la estructura sea más flexible. Pero también debe tener cuidado si necesita ese tipo de movimiento en la estructura en lugar de crear una estructura muy rígida.
4. El proceso de fusión parcial hace que la estructura sea realmente continua. Esto significa una construcción de una sola pieza y con uniones soldadas tan fuertes o más fuertes que los metales convencionales, los beneficios de esta continuidad permiten instalar una gama infinita de estructuras de acero suaves y elegantes en todo el mundo.
5. Es más fácil (y económico) realizar cambios de diseño y corregir errores durante el montaje.
6. Otro detalle importante es el silencio de la soldadura.
7. Se utilizan menos piezas, lo que ahorra el tiempo necesario para las piezas de trabajo, la fabricación y el montaje.

### **2.2.5.2 Tipos de procesos para soldar en el tanque de almacenamiento**

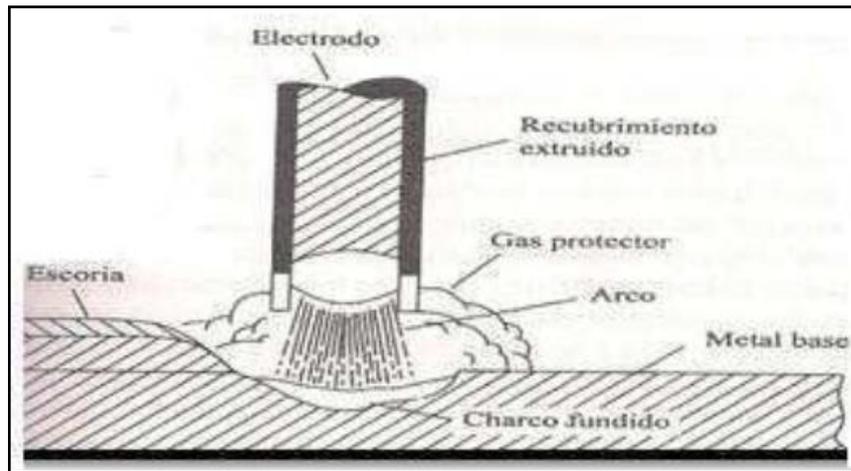
Según las normas AWG, existen diferentes tipos de procesos de soldadura como:

1. Soldadura por arco eléctrico
2. soldadura de arco sumergido
3. Soldadura por arco con núcleo fundente
4. soldadura MIG/MAG
5. Soldadura a gas o soldadura oxiacetilénica
6. Entre otros.

Es importante mencionar este tipo de procesos de soldadura porque es importante saber elegir el más adecuado para la fabricación de estructuras, ya que ambos tienen diferentes características de la estructura a unir. Dado que la clasificación de los procesos de soldadura es muy amplia, aquí solo se menciona, el proceso más utilizado en la producción de tanques de almacenamiento, este proceso es la soldadura por arco eléctrico.

### **2.2.5.3 Soldadura por arco eléctrico**

El desarrollo de la soldadura se da con mayor impulso a partir de la segunda guerra mundial, justamente ello refleja el desarrollo industrial de los últimos 70 años. En este tipo de soldadura por arco, las piezas se unen por el calor generado por el arco, con o sin aporte de metal, sin aplicar presión y la energía eléctrica se convierte en calor, creando un circuito cerrado. Se pueden alcanzar temperaturas de alrededor de 4000°C. cuando hay una pequeña ruptura en el circuito, los electrones saltan y crean una pequeña chispa, dándoles más velocidad y presión, haciendo que el arco presione los metales. Así, un arco eléctrico es un flujo continuo de electrones a través de un medio gaseoso que produce luz y calor.



**Figura 2.1.** Elementos del proceso de soldadura por arco eléctrico.

#### **2.2.5.4 Materiales de aporte para Soldadura**

Para este trabajo se considera que la soldadura de los metales ya mencionados sea soldadura por fusión. Cuando se menciona material de aporte se está refiriendo a los electrodos que pueden ser también varillas, alambres, etc. Técnicamente, de acuerdo con la norma API 650, es difícil especificar el tipo de inversión a utilizar debido a la marca y proceso utilizado para llamada soldadura fuerte. Pero por lo general, en el diseño de los tanques estudiados, se utilizan electrodos de acuerdo a la resistencia requerida por el proyecto, debido a que este material consta de un núcleo y un recubrimiento químico, el núcleo es una varilla metálica con una determinada composición química. Los diferentes elementos que componen el núcleo del electrodo, como hierro, carbono, manganeso, etc., imparten diferentes propiedades a la unión soldada. El revestimiento alrededor del núcleo está determinado químicamente por el tipo de electrodo utilizado.

#### **2.2.5.5 Normas aplicadas en la Soldadura**

Para poder asegurar un correcto trabajo en la soldadura en cuanto a la calidad del mismo se debe tener como referencia ciertas normas que sean el sustento a cada proceso que conlleve la soldadura:

(Jiménez, 2012) Existen diferentes normas como la AWS de estados unidos, la DIN de Alemania, la JIS de Inglaterra, la BS de Rusia, pero la norma de mayor difusión y aplicación para las soldaduras es la AWS (American Welding Society), esta norma especifica los materiales de aporte de cada electrodo deposita en la unión soldada, así como la nomenclatura para poder seleccionar un electrodo, que proporcione diversas propiedades al soldara las piezas (p.26).

#### **2.2.5.6 Terminología de los Electroodos.**

Es de vital importancia saber con qué metal de aporte u electrodo se va a trabajar en cuanto a su resistencia a la tensión, su posición de trabajo y propiedades mecánicas que conlleve. La decodificación de electrodos para soldadura por arco son E60XX, E70XX, etc. En este sistema de clasificación, la letra E representa el electrodo y los dos primeros números como 60, 70, 80, etc., indican la resistencia mínima a la tensión medidas en libras por pulgada cuadrada, considerando que estos números tienen que ser multiplicados por 1000. Los números restantes indican el tipo de recubrimiento. Al igual que con el penúltimo, indica el tipo y la polaridad de la corriente requerida para crear la soldadura.

Clasificación AWS	Tipos de revestimiento	Posición de soldeo según AWS	Corriente eléctrica
E 6010 E 6011	Alta celulosa, sodio, Alta celulosa, potasio	F,v,oh,h	Cc (+), Ca o cc (+)
E 6012 E 6013	Alto titanio, sodio, Alto titanio, potasio	F,v,oh,h	Ca, cc (-), Ca, cc (+) o cc (-)
E 6020	Alto oxido de hierro	h-filete f	Ca, cc (-), Ca, cc (+)
E 7014 E 7015	Hierro en polvo , titanio, Bajo hidrogeno, sodio	F,v,oh,h	Ca, cc (+) o cc (-) Cc (+)
E 7016 E 7018	Bajo hidrogeno, potasio, Bajo hidrogeno, potasio, hierro, en polvo	F,v,oh,h	Ca o cc (+), Ca o cc (+)
E 7018M E 7024	Bajo hidrogeno, hierro en polvo Hierro en polvo, titanio	F,v,oh,h h-filete, f	Cc (+), Ca, cc (+) o cc (-)
E 7027	Alto oxido de hierro, hierro en polvo	h-filete f	Ca, cc (-), Ca, cc (+) o cc (-)
E 7028	Bajo hidrogeno, potasio, Hierro en polvo	h-filete, f	Ca o cc (+)
E 7048	Bajo hidrogeno, potasio, Hierro en polvo	F,v,oh,,h Fv,oh,hv-descen.	Ca o cc (+)

**Tabla 2.1.** Clasificación de electrodos según AWS.

### 2.2.5.7 Tipos de junta en la fabricación de un tanque de almacenamiento

Los tipos de junta más utilizados para la fabricación de tanques de almacenamiento son básicamente son las llamadas juntas filete y a tope.

Las uniones soldadas en filete son un tipo de soldadura que se usa en elementos de acero con juntas traslapadas, que tienen una forma triangular y se usan comúnmente en tanques donde la mayoría de las juntas (alrededor del 80%) están soldadas de esta manera. Además se adopta este método de soldadura porque su costo de producción es relativamente bajo, solo del 50% al 70% del costo de la soldadura a tope o ranura.

Las soldaduras a tope se utilizan cuando las uniones están alineadas en un plano. En cualquier caso, su uso supone un perfecto montaje de los componentes a conectar, además resultando costoso. Las soldaduras a tope son comunes en muchas juntas, como uniones de columna, tuberías, bridas y anillos de tanque. Las soldaduras a tope pueden ser de penetración completa o

penetración parcial. La primera puede entenderse como una soldadura que se extiende por todo el espesor de las piezas a unir, la segunda se extiende únicamente hasta los cantos biselados de las piezas a unir. Las soldaduras de ranura o tope representan aproximadamente el 15% de las soldaduras estructurales.



**Figura 2.2.** Representación de las uniones soldadas más comunes en tanques de almacenamiento a) Soldadura de Filete, b) Soldadura a Tope o ranura.

### **2.2.6 Inspecciones de aseguramiento de calidad en la fabricación del tanque de Almacenamiento.**

Es de suma importancia llevar los procesos de fabricación con las inspecciones pertinentes en la fabricación del tanque de almacenamiento ya que de esta manera se puede comprobar que el trabajo realizado sea aceptable para lo que fue diseñado, claro está que los criterios de aceptación para la fabricación del tanque de almacenamiento deba abarcar desde la recepción de materiales, calificación de personal, proceso de fabricación y almacenamiento de producto terminado, en este trabajo se considera los criterios de AWS (American Welding Society), ASME(American Society of Mechanical Engineers), AISC(instituto americano de construcciones de acero) y API 650 (American Petroleum Institute).

1. Inspección visual.
2. Aplicación de líquidos penetrantes a juntas soldadas.
3. Pruebas por partículas magnéticas.
4. Pruebas ultrasonido.
5. Pruebas por radiografía industrial.
6. Pruebas hidrostáticas.

### **2.2.6.1 Inspección visual.**

Una circunstancia que ayuda a un soldador a ejecutar un mejor trabajo, es la asistencia de un inspector que tenga el criterio de aceptación, de acuerdo algún estándar, un trabajo. Para ser un inspector eficaz, es idóneo que haya soldado y que haya empleado tiempo a examinar el trabajo de buenos soldadores. Esta experiencia le permitirá juzgar si el soldador ha logrado una fusión y penetración conveniente. Una buena soldadura también debe reconocerse por su forma, tamaño y apariencia general. Por ejemplo, el acero en una buena soldadura volverá a su color original cuando se enfríe. Si hace demasiado calor, adquiere un aspecto rojizo. La inspección visual realizada por una persona competente puede ser un buen indicador de la calidad de la soldadura, pero no es una fuente perfecta de información sobre el estado interno de la soldadura. Es probablemente el método de inspección más económico y es particularmente útil para soldaduras unidireccionales. Sin embargo, este método solo es adecuado para detectar defectos superficiales. Hay varias formas de definir la calidad interna o la integridad de una soldadura. Estos métodos incluyen: penetración de colorantes y partículas magnéticas, pruebas ultrasónicas y procedimientos radiográficos que les permiten encontrar defectos internos como porosidad, falta de fusión o presencia de escoria.

### **2.2.6.2 Líquidos penetrantes.**

Distintos tipos de tintes pueden dispersarse sobre superficies soldadas; estos fluidos penetraran en cualquier discontinuidad o defecto como socavaciones o grietas que se localizan en la extensión soldada y que su visibilidad sea exigua; luego de que el tinte haya penetrado en las discontinuidades o defectos y dejar pasar de 10 a 15 minutos aproximadamente, se limpia la superficie retirando el tinte con un trapo y un removedor para luego aplicar un polvo absorbente llamado revelador, el cual hará que la discontinuidad o defecto se aprecie por el tinte absorbido por capilaridad y se muestre a la superficie revelando la existencia de estos, mostrando en forma visible al ojo humano.

### **2.2.6.3 Partículas magnéticas.**

Con esta técnica, la costura de prueba debe magnetizarse eléctricamente, los bordes de la superficie o las faltas de homogeneidad cercanas a la superficie se convierten en polos magnéticos (norte y sur en ambos lados de la discontinuidad) para luego esparcir polvo de hierro o un líquido con polvo en suspensión, puede revelar la ubicación, la forma de las discontinuidades e incluso el tamaño. Grietas, inclusiones, socavaciones, etc.

### **2.2.6.4 Ensayo por ultrasonido.**

En los últimos años, la siderurgia ha utilizado el método por ultrasonido en su producción, aunque es costoso, resulta muy útil para inspeccionar uniones soldadas. Las ondas de sonido se transmiten a través del material bajo prueba y se reflejan desde su lado opuesto: las ondas reflejadas se detectan en un tubo de rayos catódicos, los defectos en la soldadura pueden afectar el tiempo de transmisión del sonido y los evaluadores pueden leer las graficas para encontrar defectos y comprender su significado. Las pruebas ultrasónicas se pueden usar con éxito para encontrar discontinuidades en aceros al carbono y de baja aleación, aunque no funcionan bien para algunos aceros de grano particularmente grueso.

### **2.2.6.5 Ensayo radiográfico.**

La inspección radiográfica suele ser mas cara y se suele utilizar para comprobar el fondo del tanque y la soldadura de la carcasa. Estas pruebas dan una buena estimación del porcentaje de malas soldaduras en el tanque. El uso de una maquina de rayos X portátil, así como la obtención de imágenes con radio o cobalto radioactivo, son pruebas buenas pero costosas. Son adecuados para soldaduras a tope, pero no para costuras en filete ya que las imágenes son difíciles de interpretar. Otra desventaja de este método es el riesgo radiológico. Estos procedimientos deben usarse con extremo cuidado para proteger al técnico y a los trabajadores cercanos. Durante las operaciones normales de construcción, este peligro puede requerir monitoreo.

### **2.2.6.6 Pruebas hidrostáticas.**

Estas pruebas se realizan llenando al tanque de agua hasta los 3/4h, y dejando reposar el líquido por 24 horas, esto con la finalidad de conocer y detectar cualquier falla de las juntas que fueron soldadas en el tanque de almacenamiento, y si es necesario poder repararlas.

### **2.2.7 Características y partes que constituyen un tanque de almacenamiento.**

El tanque de almacenamiento, está formado por elementos estructurales capaces de soportar presiones internas y externas que originen en el transcurso de su vida útil, dentro de las principales partes que conforman un tanque de almacenamiento, se encuentra: a) el techo, b) El fondo, c) la envolvente o cuerpo del tanque , d) las boquillas para recibo de producto o succión , e) las escaleras de acceso y plataformas de inspección, y f) las puertas de limpieza y entradas hombres para cuestiones de operación y seguridad del tanque.

Estas partes son primordiales en un tanque de almacenamiento porque, posibilita tener un buen funcionamiento y un factor de seguridad considerable dentro de su vida productiva.

.

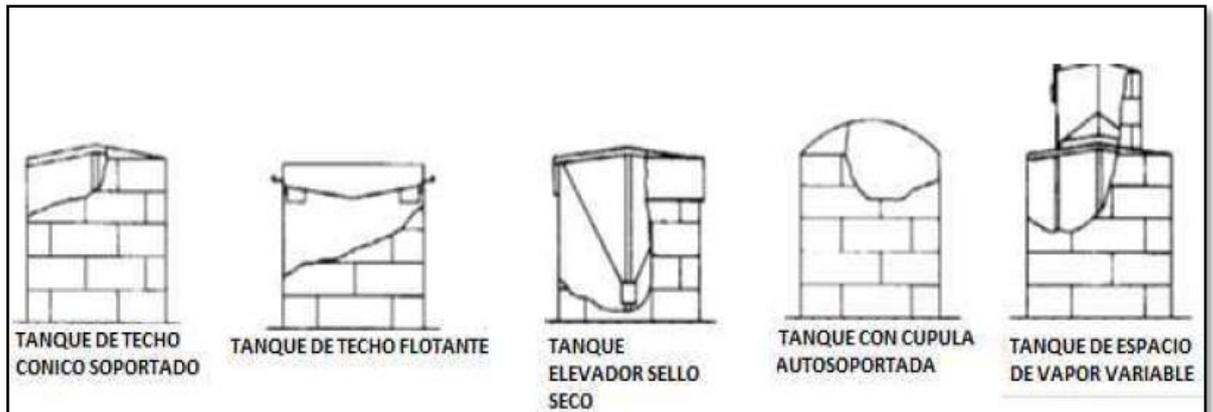
#### **2.2.7.1 Techo del tanque de almacenamiento.**

Parte fundamental de un tanque de almacenamiento es el techo que pueda requerir y para ello se tiene en cuenta el diseño para las cargas que pueda soportar. La tapa superior es la parte del tanque que puede soportar las cargas de diseño generadas durante la operación del tanque. Su propósito es apoyar y evitar que las sustancias peligrosas dañen la estructura del contenedor y posiblemente contaminen los productos almacenados. Este elemento esta ubicado en la parte superior del tanque y consiste en una superposición. El objetivo es evitar daños afectar su desempeño a medida que aumenta la presión interna del tanque. A veces, la cúpula tiene una forma diferente, con una inclinación de 5° a 30° con respecto al plano horizontal del tanque. Su forma y

pendiente depende en gran medida del producto que contenga, así como de la presión interna del tanque.

Existe una diversidad de techos para tanques de almacenamiento de los cuales los de más importancia se detalla mas adelante.

Los tipos de techo son: Fijo y Flotante.



**Figura 2.3.** Tipos de tanque de acuerdo al tipo de techo.

### **2.2.7.2 Fondo del tanque de almacenamiento.**

Debemos tener en cuentas las siguientes consideraciones en la fabricación del fondo del tanque de almacenamiento

(Jiménez, 2012) El fondo de los tanques de almacenamiento cilíndricos verticales son generalmente fabricados de placas de acero al carbón con un espesor menor al usado en el cuerpo. Esto es posible para el fondo, porque se encuentra soportado por una base de concreto, arena o asfalto, los cuales soportan el peso de la columna del producto; además, la función del fondo es lograr la hermeticidad para que el producto no se filtre por la base. Según la API 650 se usan placas que tiene un espesor mínimo nominal de 6.3mm. (1/4 pulg.), 49.8 Kg / m<sup>2</sup> (10.2 lb / pie<sup>2</sup>) excluyendo cualquier corrosión permisible especificada por el tipo de lugar o el tipo de sustancia a almacenar.

Generalmente estos fondos se forman con placas traslapadas entre sí con una longitud de traslape de aproximadamente 1 ½,

esto con el fin de absorber las deformaciones sufridas por el fondo de la cimentación. El fondo en un tanque de almacenamiento, según la API 650, siempre tendrá que ser de un diámetro mayor que el diámetro exterior del tanque, por lo menos, 51 mm. (2 pulg.) Más en el ancho del filete de soldadura de la unión entre cuerpo y el fondo (p.37).

### 2.2.7.3 Envoltente o cuerpo del tanque de almacenamiento.

Parte importante del tanque de almacenamiento es el poder delimitar el fluido que contendrá, así como escoger el tipo de material que necesitará para soportar las presiones internas.

(Jiménez, 2012) El envoltente también conocido como el cuerpo del tanque, es una parte importante del tanque de almacenamiento debido que delimita, la cantidad de fluido que se ocupara en su interior y es el responsable de soportar las presiones que el fluido presente sobre las partes que lo integran. La envoltente es diseñada por diferentes tipos de espesores de placas comerciales, dichos espesores, se determinan así por las variaciones de presiones que existen desde fondo del tanque hasta la superficie del mismo (p.37).

El principio del calculo del cuerpo del tanque es aplicar las leyes de la hidrostática, por lo que el espesor de la placa se hace de manera diferente, pero también se hace de esta manera para ahorrar costos de producción. Cabe señalar que el espesor nunca debe ser inferior al indicado en la siguiente tabla.

<b>Diámetro nominal en metros</b>	<b>Espesor mínimo en milímetros</b>
< 15.24	4.76
15.24 < 36.576	6.35
36.576 < 60.96	7.93
> 60.96	9.52

**Tabla 2.2** Espesores de tanque como mínimo, dependiendo su diámetro.

#### **2.2.7.4 Boquillas en tanques de almacenamiento.**

Estas boquillas son orificios que se hacen en el cuerpo del tanque para permitir que las tuberías drenen o succionen el líquido almacenado y se puedan conectar desde la cabina de control para permitir su correcto funcionamiento.

Las boquillas principales (según especificaciones generales de Petromex 1988) que debe tener el tanque incluyen al menos los siguientes elementos:

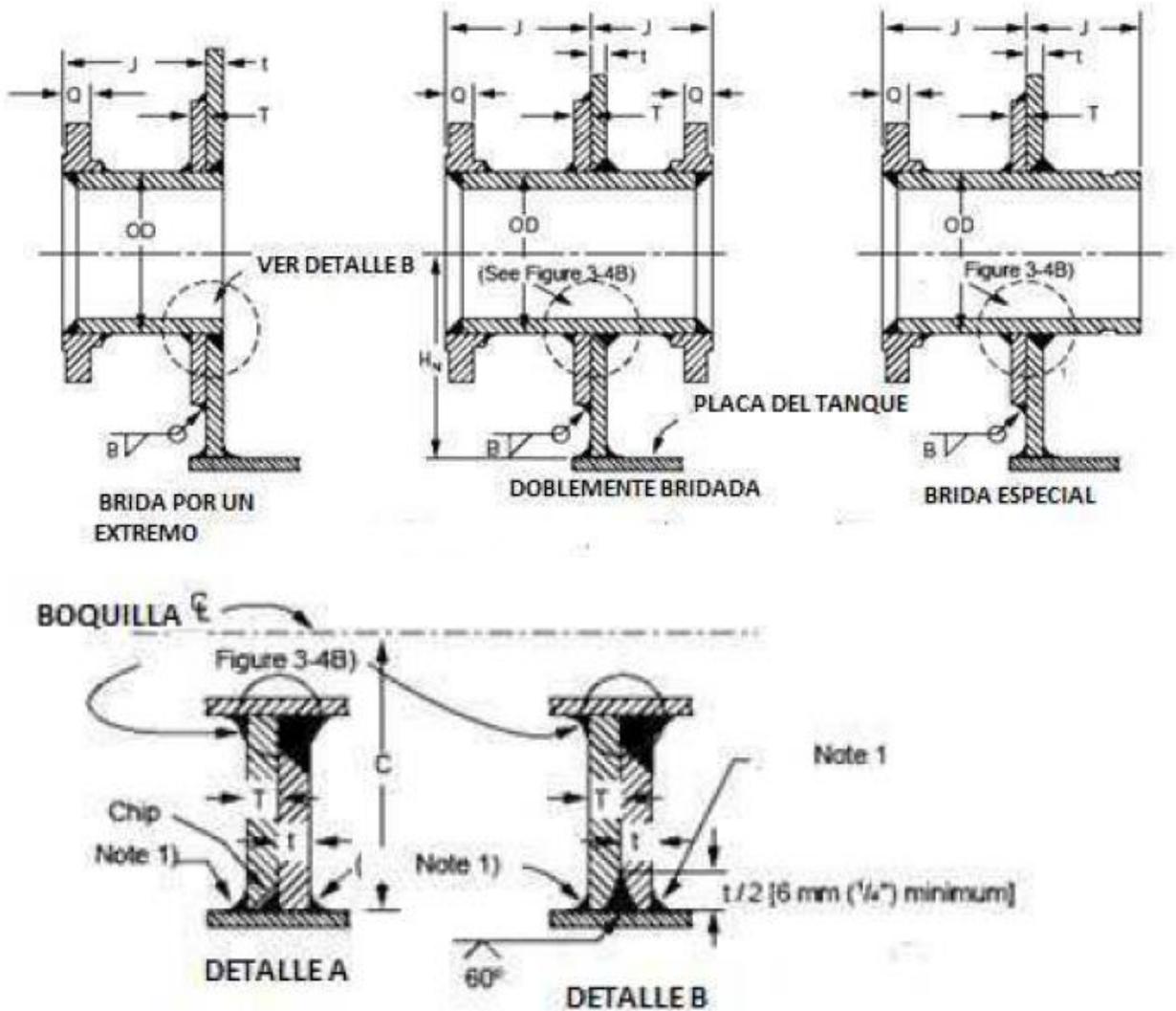
1. Entrada de vapor
2. Gas de vapor
3. Entrada (s) de líquido (s).
4. Salida (s) de líquido (s)
5. Drene
6. Registro de entrada de hombre
7. Muestreo
8. Venteo
9. Drenaje del tanque
10. Entrada (s) hombre.
11. Cámara de espuma
12. Indicador de nivel

Cap. en Bls	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
500	se dimensiona de acuerdo a requerimiento de proceso	se dimensiona de acuerdo a requerimiento de proceso	24"	24"	8"	se dimensiona de acuerdo a requerimiento de proceso	4"	2 de 4"	1 de 8"	1 de 24" x 24"	1 de 3"	1 de 3 3/4"
1000			24"	24"	8"		4"	2 de 4"	1 de 8"	1 de 24" x 24"	1 de 3"	1 de 3 3/4"
2000			24"	24"	8"		4"	2 de 4"	1 de 8"	1 de 24" x 24"	1 de 3"	1 de 3 3/4"
3000			24"	24"	8"		4"	2 de 4"	1 de 8"	1 de 24" x 24"	1 de 3"	1 de 3 3/4"
5000			24"	24"	8"		2 de 4"	2 de 4"	1 de 8"	1 de 24" x 24"	1 de 3"	1 de 3 3/4"
10000			24"	24"	8"		2 de 4"	2 de 4"	1 de 8"	1 de 24" x 24"	1 de 3"	1 de 3 3/4"
15000			24"	24"	8"		2 de 4"	2 de 8"	1 de 8"	1 de 24" x 24"	1 de 3"	1 de 3 3/4"
20000			24"	24"	8"		3 de 4"	2 de 8"	1 de 8"	1 de 24" x 24"	1 de 3"	1 de 3 3/4"
30000			24"	24"	8"		3 de 4"	2 de 10"	1 de 8"	1 de 24" x 24"	1 de 3"	1 de 3 3/4"
40000			24"	24"	8"		3 de 4"	2 de 10"	1 de 8"	1 de 24" x 24"	1 de 3"	1 de 3 3/4"
55000	24"	24"	8"	4 de 4"	2 de 10"	1 de 8"	1 de 24" x 24"	1 de 3"	1 de 3 3/4"			

**Tabla 2.3.** Tipos de Boquilla para tanques de almacenamiento de Cúpula fija

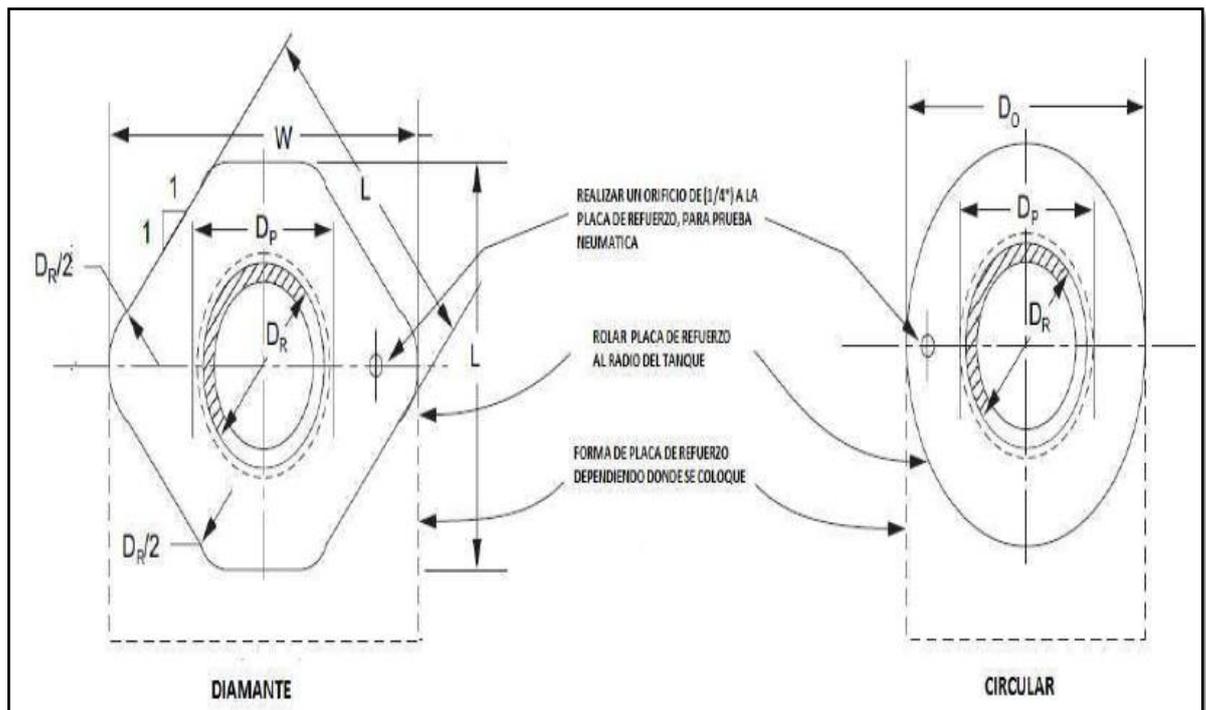
### 2.2.7.5 Boquillas en las paredes del tanque.

En el momento que se desarrolla el agujero se está suprimiendo área del cuerpo, y el esfuerzo por la presión que impactaban a dicha área, para pasará a impactar el agujero que se produjo. Por esta razón, el orificio del tanque debe diseñarse cuidadosamente y prever fallas en su periferia por lo que se debe reforzar el perfil de dicha boquilla para neutralizar las fatigas que puedan generarse y brindar mas resistencia a la zona afectada. Los detalles y dimensiones especificados en el estándar API 650 se muestran en las tablas y figuras a continuación.



**Figura 2.4.** Representación de las boquillas en el cuerpo del Tanque

Fig. 2.4: las lecturas de la imagen se refieren a las tablas 2.4, 2.5, 2.6 donde se indican los diámetros de las boquillas existentes, que determina la longitud de la tubería que debe ser al menos una placa correspondiente al cuerpo del tanque. Estas tablas también indican el grosor que debe estar disponible las bridas que se utilizaran en la boquilla dependiendo de donde este ubicada la boquilla en la carcasa.



**Figura 2.5.** Longitudes que debe tener una placa de refuerzo dependiendo del diámetro de la tubería

La figura 2.5 muestra la placa de refuerzo, que debe ser a tope en relación con los agujeros realizados. La placa de refuerzo está diseñada con dos gráficos diferentes, uno parece un diamante y el otro es solo un círculo, el estándar API 650 especifica que la placa de refuerzo en la boquilla en el cuerpo tiene forma de diamante para que pueda adherirse correctamente al tanque utilizando su forma y radio de curvatura, ubicado en el techo de la boquilla del tanque, la placa de refuerzo será redonda debido a que la presión en ese momento es muy baja y su perfil necesita un poco de refuerzo. Como se menciono anteriormente, los tamaños de las boquillas están estandarizados según API 650 y 2.4. la tabla indica claramente la longitud mínima que deben tener las boquillas en relación al orificio mecanizado y el tipo de brida, placa o tubo que debe tener el espesor suficiente para soportar la mencionada concentración de esfuerzos en la zona extraída.

Espesores del cuerpo y placa refuerzo t y T	Espesor mínimo de pared de tubos de boquillas brindadas n	Diámetro máximo (dp) igual al diámetro exterior de tubo mas	Ancho del filete de soldadura b	Ancho del filete de soldadura (A)	
				Boquillas mayores 2 pulg. L-DO	Boquillas de 2 pulg o menores W
4.76	12.7	15.87	4.76	6.35	6.35
6.35	12.7	15.87	6.35	6.35	6.35
7.39	12.7	15.87	7.93	6.35	6.35
9.52	12.7	15.87	9.52	6.35	6.35
11.11	12.7	15.87	11.11	6.35	6.35
12.7	12.7	15.87	12.7	6.35	7.93
14.28	12.7	19.05	14.28	6.35	7.93
15.87	12.7	19.05	15.87	7.93	7.93
17.46	12.7	19.05	17.46	7.93	7.93
19.05	12.7	19.05	19.05	7.93	7.93
20.63	12.7	19.05	20.63	9.52	7.93
22.22	12.7	19.05	22.22	9.52	7.93
23.81	12.7	19.05	23.81	9.52	7.93

**Tabla 2.4.** Espesores de placas, dimensión de abertura y ancho de soldadura

La tabla 2.4 muestra el espesor de las placas que sirven como refuerzo en el montaje instalado al tanque, por ejemplo: la columna 1 muestra el espesor de la placa de reforzamiento, nos indica el espesor de la placa de la carcasa donde se encuentra la junta, y la norma API indica el espesor de la placa de montaje.

Punto importante de la tabla 2.4. en la tabla es para cuando la boquilla está montada de modo que su eje sea perpendicular a la placa del tanque. Si las boquillas se instalan en el plano vertical en un ángulo diferente a 90° con respecto a la placa del tanque, se equiparán con una placa de refuerzo con un ancho de acuerdo con la Tabla 2.5 (W o Do) y se deberá aumentar de acuerdo con la sección de la placa del tanque en otro ángulo.

Tamaño de boquilla	Diámetro exterior del tubo	Espesor nominal de la boquilla pared del tubo (n)	Diámetro interior de la placa de refuerzo (Dr)	Longitud. Lado o diámetro de la placa refuerzo (L-DO)	Ancho de la placa de refuerzo (W)	Protección Exterior Mínimo (J)	Elevación mínima al centro de boquilla	
							Tipo regular (HN)	Tipo baja (C)
1219	1219	E	1222	2457	2972	406	1321	1229
1168	1168	E	1171	2356	2845	406	1270	1178
1117	1117	E	1121	2254	2724	381	1219	1127
1067	1067	E	1070	2153	2604	381	1168	1076
1016	1016	E	1019	2051	2483	381	1118	1025
965	965	E	968	1949	2356	356	1097	974
914	914	E	917	1848	2235	330	1016	924
864	864	E	867	1746	2114	330	965	873
813	813	E	816	1645	1994	305	914	822
762	762	E	765	1543	1867	305	864	771
711	711	E	714	1441	1746	305	813	720
660	660	E	663	1340	1625	305	762	670
610	610	12.7	613	1257	1524	279	711	629
559	559	12.	562	1156	1403	279	660	578
508	508	12.7	511	1054	1283	279	610	527
457	457	12.7	460	952	1162	254	559	476
406	406	12.7	409	851	1035	254	508	425
356	356	12.7	359	749	924	254	457	375
305	324	12.7	327	685	838	229	432	343
254	273	12.7	276	584	717	229	381	392
203	219	12.7	222	483	590	203	330	241
152	168	11	127	400	495	203	279	200
102	114	8.5	117	305	397	178	229	152
76	89	7.6	92	267	343	178	203	133
51	60	5.55.1	63	(--)	(--)	152	178	89
38	48	Cople	51	(--)	(--)	152	152	76
76	102	Cople	105	286	362	(--)	229	143
51	73	Cople	76	(--)	(--)	(--)	178	76
38	56	Cople	59	(--)	(--)	(--)	152	76
25	40	Cople	43	(--)	(--)	(--)	157	76
19	33	Cople	36	(--)	(--)	(--)	102	76

**Tabla 2.5.** Dimensionamiento de las placas de refuerzo y las boquillas

La figura 2.4 hace alusión al espesor de las bridas, de la cual la tabla 2.6 determina los diferentes espesores existentes para fabricarla, sin embargo, esta tabla no establece qué tipo de brida requiere ser instalada en la boquilla.

tamaño de boquilla	espesor mínimo de brida (q)	diámetro exterior de la brida (a)	diámetro de la cara realizada (d)	diámetro de círculo de barrenos (c)	numero de agujeros	diámetro del agujero	diámetro de los tornillos
1219	69.85	1511	1359	1422	44	41.27	38.1
1168	68.26	1450	1295	1365	40	41.27	38.1
1117	66.67	1403	1245	1314	40	41.27	38.1
1067	66.67	1346	1194	1257	36	41.27	38.1
1016	63.5	1239	279	1200	36	41.27	38.1
965	60.32	1238	1073	1149	32	41.27	38.1
914	58.73	1168	1022	1085	32	41.27	38.1
864	57.15	1111	959	1029	32	41.27	38.1
813	54.05	1060	908	978	28	41.27	38.1
762	52.38	984	857	914	28	34.92	31.75
711	50.8	927	794	864	28	34.92	31.75
660	47.62	870	743	806	24	34.92	31.75
610	46.03	813	692	749	20	34.92	31.75
559	42.86	749	641	692	20	34.82	31.75
508	39.68	698	584	635	20	31.75	28.57
457	47.62	635	533	577	16	31.75	28.57
406	34.92	597	470	540	16	28.57	25.4
356	31.75	533	413	476	12	28.57	25.4
305	30.16	483	381	432	12	25.4	22.22
254	28.57	406	324	362	12	25.4	22.22
203	25.4	343	270	298	8	22.22	19.05
152	23.81	279	216	241	8	22.22	15.87
102	23.81	229	157	190	8	19.05	15.87
76	23.81	190	127	152	4	19.05	15.87
51	19.05	152	92	121	4	19.05	15.87
38	17.46	127	73	98	4	15.87	12.7

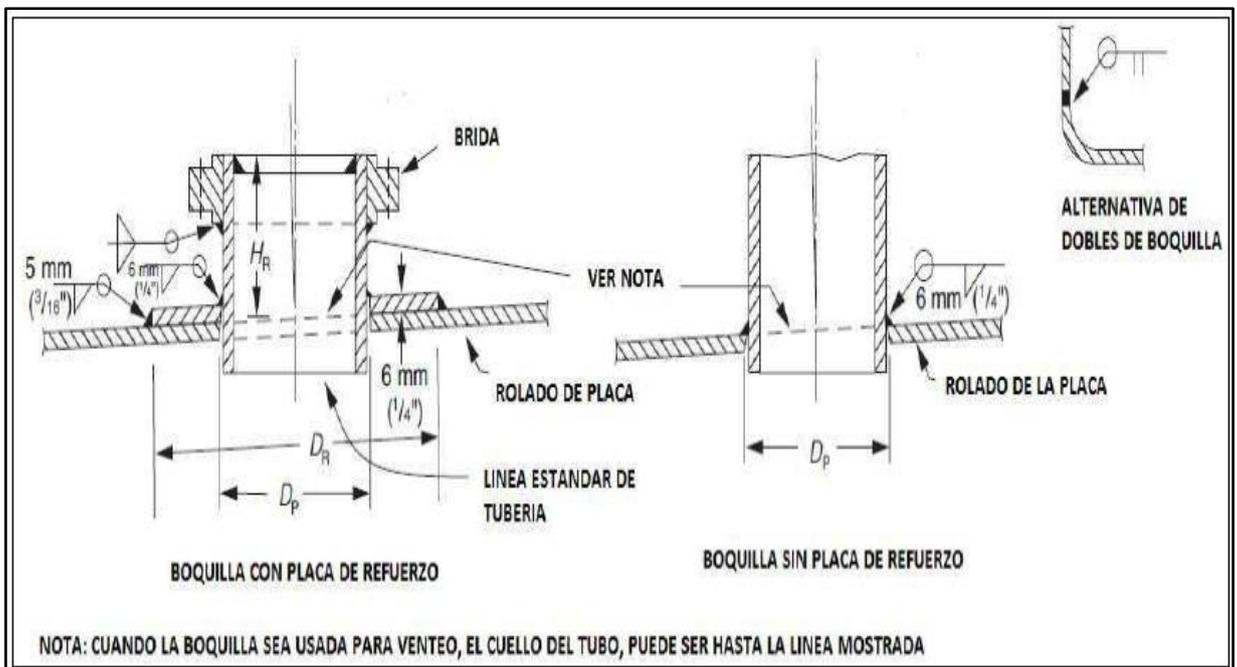
**Tabla 2.6.** Dimensionamiento de bridas para boquilla.

### **Boquillas en la Cúpula del tanque**

Las boquillas en el techo generalmente se instalan para conectarse a instrumentos que puedan monitorear el tanque, ya sea medir la temperatura o controlar el tanque desde la sala de control, se fabrican de la misma manera que las boquillas. Las boquillas dentro de los tanques están limitadas a 12 pulgadas de diámetro, lo que excede las entradas de hombre de 24 pulgadas comúnmente utilizadas. También se diferencian de las placas de refuerzo en el que solo se usan para el diámetro de 6" ya que la presión en la parte superior del tanque no es tan importante como la presión en el cuerpo del tanque. De esta manera se pueden colocar los refuerzos siempre que se especifique. Para entender esto mejor, ver figuras 2.6. y 2.7 donde se detalla las dimensiones mínimas que debe tener al construirse.

Dimensión nominal de boquilla	Diámetro exterior del tubo	Diámetro de agujero del techo y placa de refuerzo $D_p$	Proyección mínima de la Boquilla $H_n$	Diámetro exterior de la placa $D_r$
305	324	330	152	610
254	273	279	152	559
203	219	225	152	457
157	168	171	152	381
102	114	117	152	279
76	89	92	152	229
51	60	64	152	178
38	48	51	152	127

**Tabla 2.7.** Dimensionamiento de boquillas para techo



**Figura 2.6.** Esquema de boquillas en el techo

## **2.3 Marco Conceptual.**

### **2.3.1 Anclaje.**

Son miembros de acero al carbono con una rosca en el extremo libre, embebidos en hormigón o cimientos para evitar que el tanque se mueva en cualquier dirección y para evitar el vuelco inducido por corrientes de aire o sísmicos o el vuelco bajo ciertas condiciones por el viento.

### **2.3.2 Boquilla.**

Agujeros practicados en tanques para la entrada y/o salida de líquidos o para la instalación de manómetros, generalmente bridados o roscados. Todos los tanques deben estar equipados con boquillas.

### **2.3.3 Brida.**

Elemento mecánico para acoplamiento de tuberías y accesorios por medio de espárragos, que facilita el armado y desarmado de las mismas.

### **2.3.4 Corrosión.**

Degradación del material por ataque electroquímico ambiental. La corrosión ocurre cuando por exposición, la superficie de este es atacado, es decir el material mismo se descompone, se degrada y la superficie no se puede restaurar.

### **2.3.5 Ensayos no Destructivos.**

Es cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales.

### **2.3.6 Inspección interna.**

Es una inspección completa, realizada por un inspector autorizado, a todas las áreas internas accesibles del tanque.

### **2.3.7 Inspección externa.**

Es una inspección realizada por un inspector autorizado, para evaluar todas las condiciones técnicas de un tanque sin suspender la operación.

### **2.3.8 Integridad mecánica.**

Es una filosofía de trabajo que tiene por objeto garantizar que todo equipo de proceso sea diseñado, procurado, fabricado, construido, instalado, operado, inspeccionado, mantenido y/o reemplazado oportunamente para prevenir fallas, accidentes o potenciales riesgos a personas, instalaciones y al ambiente.

#### **2.3.9 Integridad operativa.**

Capacidad del sistema para desempeñar la función para la cual fue diseñado, en forma segura y confiable, sin afectar la seguridad de las personas y el medio ambiente.

#### **2.3.10 Oxidación.**

Es una reacción química en la que un metal o no metal cede electrones aumentando así su estado de oxidación. Es un fenómeno que ocurre en la superficie de un material, que se puede eliminar puliendo o esmerilando sin deterioro. La oxidación es el proceso que precede a la corrosión.

#### **2.3.11 Protección catódica.**

Es una técnica para controlar la corrosión galvánica de una superficie de metal convirtiéndola en el cátodo de una celda electroquímica.

#### **2.3.12 Mezcladores.**

Son hélices accionadas por un motor externo que giran dentro de la masa de producto que se utilizan para mantener uniforme la masa de hidrocarburos dentro del tanque.

#### **2.3.13 Muesca ranura.**

Pérdida de material (voluntaria o involuntaria) en la pared del equipo producida por golpe o rozamiento de un objeto agudo.

#### **2.3.14 Tanque atmosférico vertical.**

Recipiente metálico diseñado para almacenar o procesar fluidos líquidos a presión atmosférica o presión interna relativamente baja.

#### **2.3.15 Techo o cúpula fija.**

Cubierta superior apoyada sobre la estructura interna del tanque y perimetralmente en la pared de la envolvente; se emplean para contener productos no volátiles o debajo contenido de ligeros (no inflamables) debido a que al disminuir la columna del fluido, se va generando una cámara de aire que facilita la evaporación del fluido, lo que es altamente peligroso.

#### **2.3.16 Techo Flotante.**

Cubierta del tanque formada por el diafragma y elementos de flotación como boyas y pontón perimetral, que permiten la flotabilidad del techo sobre el líquido contenido en el interior del tanque y el libre ascenso y descenso de la cúpula durante el llenado y vaciado, con postes de soporte o patas que cuando el tanque es vaciado y la cúpula desciende, se apoyan directamente sobre las planchetas instaladas en el fondo del tanque (techo con boyas y pontón perimetral y doble cubierta) Se emplea para almacenar productos con alto contenido de volátiles. Este tipo de techo fue desarrollado para reducir o anular la cámara de aire, o espacio libre entre el espejo del líquido y el techo, evitando así la formación de gases (su evaporación), y consecuentemente, la contaminación del ambiente y al mismo tiempo se reducen los riesgos al almacenar productos inflamables.

#### **2.3.17 Válvulas de presión y o venteo.**

Son accesorios que ayudan a eliminar las sobrepresiones del interior del tanque.

**CAPITULO III**  
**DESARROLLO DE LA**  
**METODOLOGÍA**

### **3.1 Procedimientos para la Inspección de Calidad.**

#### **3.1.1 Recepción de Materiales.**

- El Inspector de Calidad verificará el Plan de Puntos de Inspección establecido para la recepción de materiales y consumibles comprados para determinado proyecto, el cual seguirá a través de todo el Procedimiento que se detalla a continuación
- El inspector de Calidad debe asegurarse de que el material que ingrese al taller cuente con los certificados de calidad correspondiente el cual debe pertenecer a estos, la identificación del material (Marca de fundición de acero o colada, lote de pintura, etc.) debe ser la misma que la del certificado de calidad.
- Tras la aprobación del certificado de datos de calidad, comprobar el cumplimiento de otras especificaciones técnicas y requisitos exigidos para cada material.
- Si el controlador de calidad encuentra que dichos materiales no están calificados, debe notificar de inmediato al encargado del almacén para hacer el reclamo correspondiente y marcarlo o etiquetarlo con la “No Conforme” u “Observado”.
- Si no hay desviaciones en la calidad del material, el inspector indicará al jefe de almacén que este ha sido liberado.
- El inspector de calidad extraerá los datos de los documentos del material (instrucciones de envío, orden de entrega y orden de compra) al almacén y los registrara en el certificado de calidad.
- El inspector de calidad registrara toda la información solicitada en el registro de inspección de recepción de materiales productos y equipos HLC-CC-F-001, de acuerdo a lo establecido en el Plan de Puntos de Inspección correspondiente.
- Si el inspector de calidad encuentra una no conformidad, debe realizar el documento de no conformidad respecto a lo encontrado en el formato HLC-CC-F-004, tomar las medidas apropiadas y marcar el elemento como no conforme u observado.

- Asimismo, los controladores de calidad deben reportar inmediatamente las desviaciones al jefe de control de calidad.
- Si todos los ítems cumplen con los requisitos, el inspector de calidad debe presentar el certificado de calidad y los registros de control relacionados a la persona responsable del control de calidad para el registro y decidir sobre el material liberado.

### **3.1.2 Habilitado de Elementos.**

El inspector de calidad verificará el Plan de Puntos de Inspección establecido para el habilitado de elementos, el cual seguirá a través de todo el procedimiento que se detalla a continuación:

- El inspector de calidad revisara los planes de los elementos y verificara que correspondan a los elementos físicos a inspeccionar
- La inspección consiste en tomar las dimensiones resultantes del corte, verificándolas contra el plano de detalle o fabricación. Se verificará la ubicación y diámetro de los agujeros o perforaciones.
- El inspector de calidad verificara asimismo los destajes, la verticalidad del corte, arco de rolado, así como los biseles para soldadura.
- La inspección visual incluye la verificación de bordes afilados o rebabas en cortes y perforaciones y la verificación del acabado adecuado de los perfiles o paneles.
- Se verificará la identificación o codificación del elemento habilitado.
- Si el Inspector de calidad encuentra No Conformidades, inmediatamente notificará al supervisor autorizado de habilitado y lo registrará en el formato HLC-CC-F-004, marcará el elemento para prevenir su uso y hará el seguimiento correspondiente hasta el levantamiento de la no conformidad.
- Si no hay discrepancias (o si se expresa una opinión), el elemento se transfiere al siguiente proceso, se informa al supervisor de pasar el producto al siguiente proceso.
- El inspector de calidad registrara toda la información solicitada en el registro de inspección de habilitado de elementos HLC-CCF-002, de

acuerdo a lo establecido en el Plan de Puntos de Inspección correspondiente

- Además, los controladores de calidad deben informar las desviaciones observadas al jefe de control de calidad.
- Si todos los productos cumplen con los requisitos, el inspector de calidad debe dar por liberado aquellos productos para la siguiente etapa o proceso de fabricación.

Cada registro de liberación de control de calidad debe enviarse diariamente al jefe de control de calidad para su numeración y registro en el sistema informático.

### 3.1.3 Definición de Procesos de Trabajo.

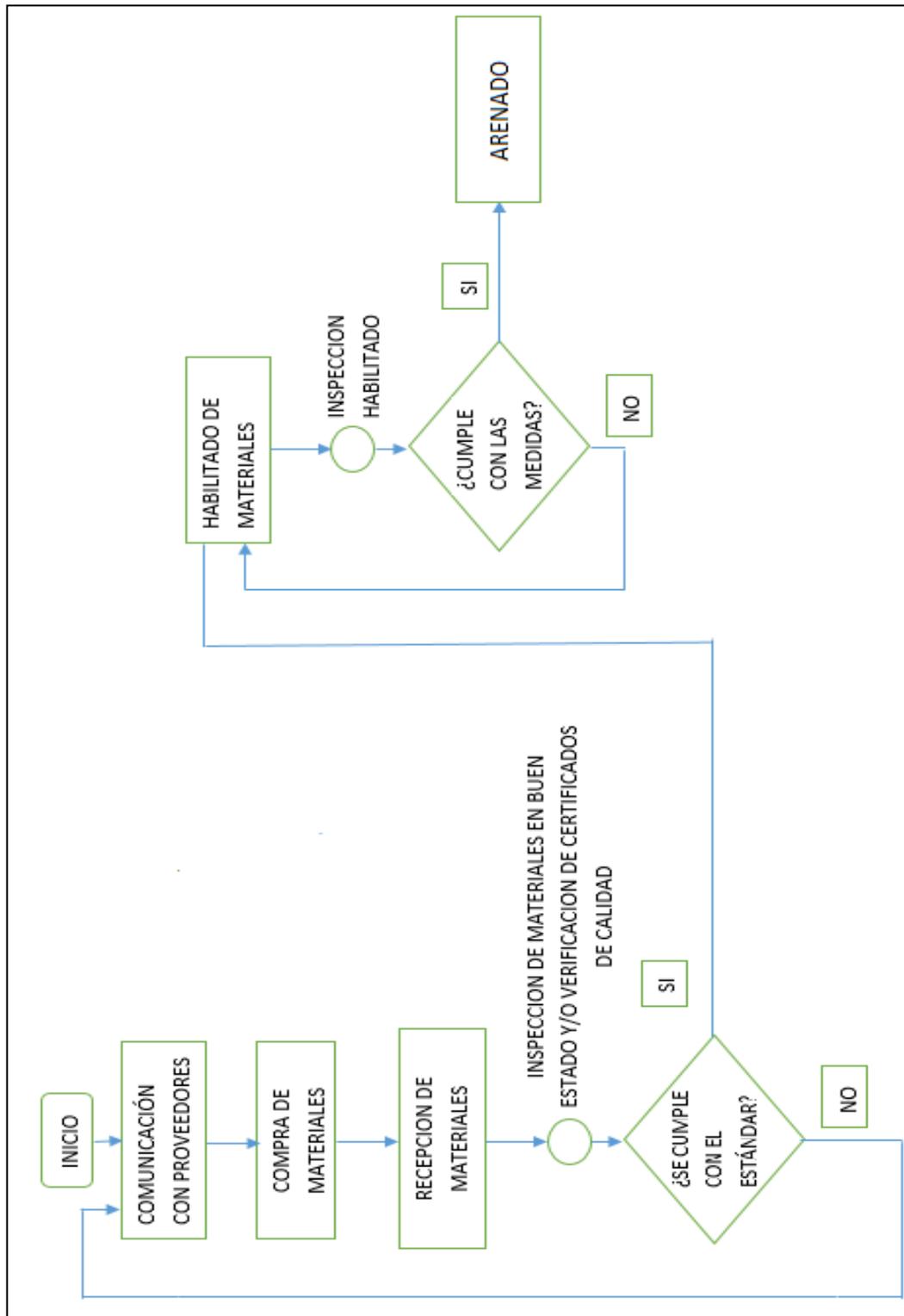
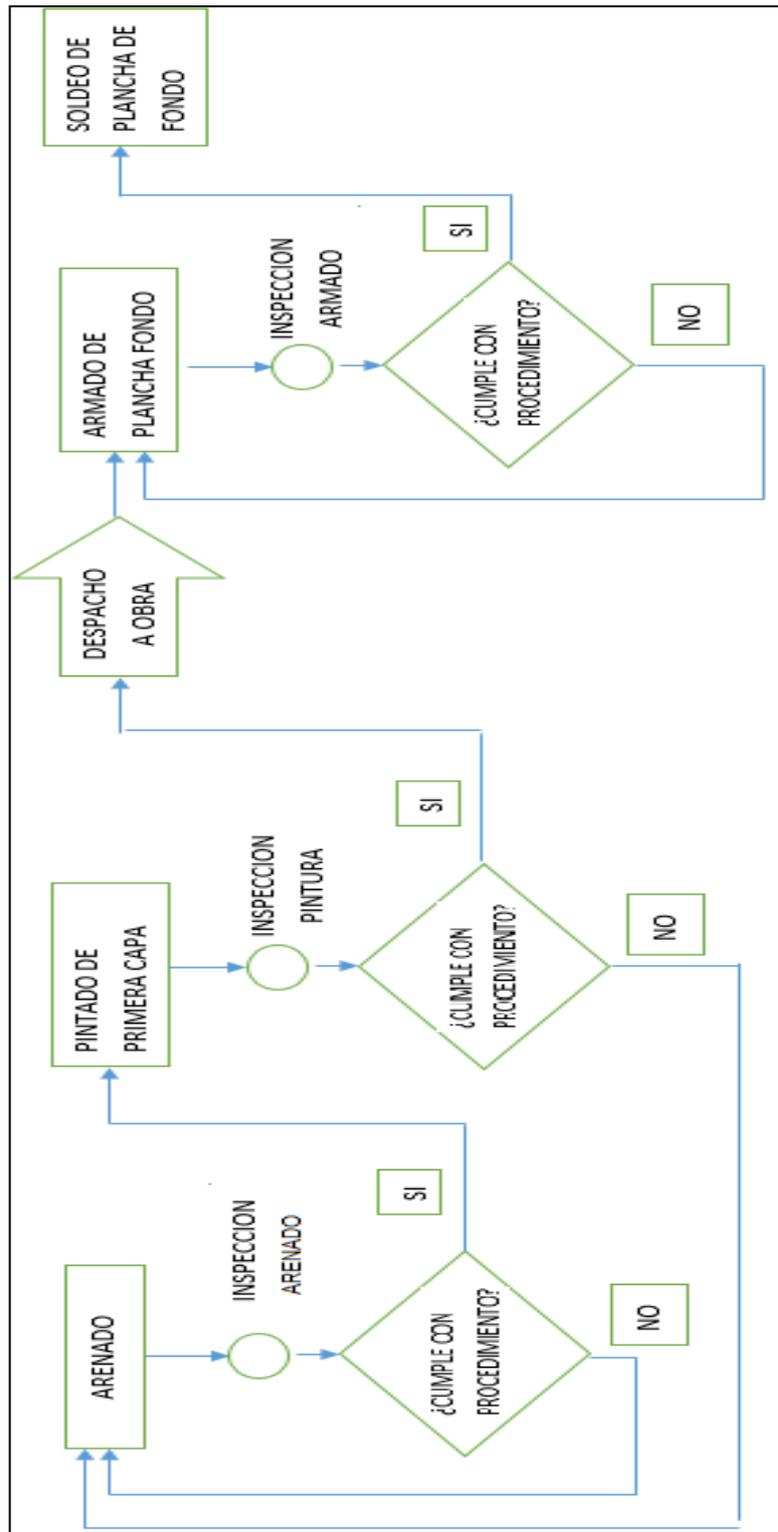
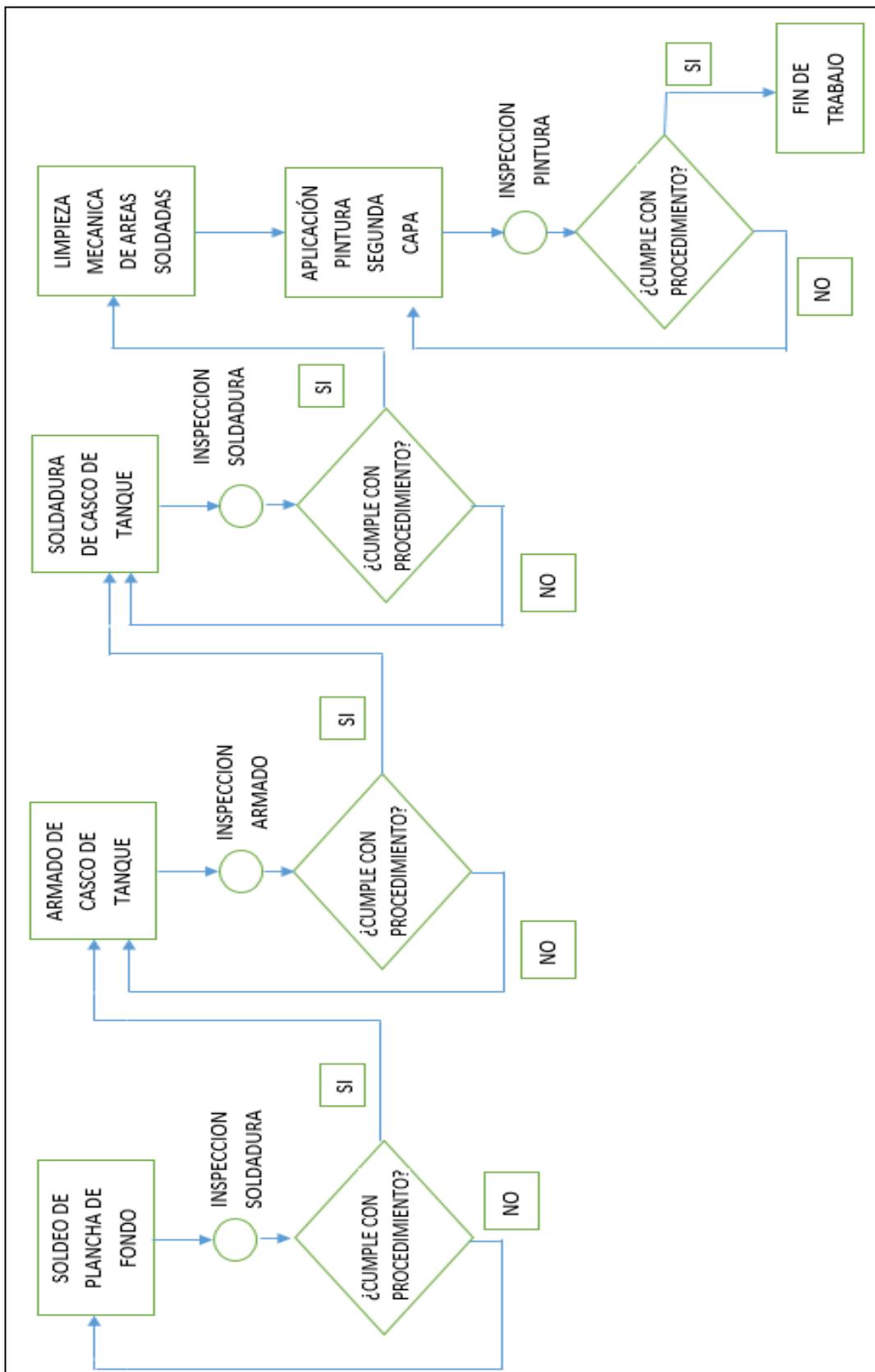


Figura 3.1 Diagrama de Procesos Inicio hasta Arenado



**Figura 3.2** Diagrama de Procesos de Arenado hasta Soldeo de Fondo de Tanque.



**Figura 3.3** Diagrama de Procesos de Soldeo hasta Soldeo de Fondo de Tanque hasta Fin de Trabajo.

### **3.1.4 Criterios de aceptación para calificación de WPS.**

Para calificar un WPS, estas tienen que estar de acuerdo a 7.2 de la sección 7 del API 650.

Tener en cuenta:

WPS: Especificación de Procedimiento de Soldadura

PQR: Registro de Calificación de Procedimiento

WPQ: Calificación de Habilidad de Soldadores.

#### **3.1.4.1 Calificación de Soldadores, Operadores de Soldadura y Apuntaladores.**

Dichas calificaciones se harán de acuerdo a calificación de desempeño del 7.3 de la sección 7 del API 650.

Una vez que el procedimiento de soldadura ha sido calificado, no se puede utilizar hasta que los soldadores y operarios de soldadura hayan sido calificados de acuerdo con las especificaciones de ese procedimiento, por tanto las empresas que se desempeñen en el área de soldadura debe tener personal técnico altamente calificado que permita asegurar que el depósito de soldadura aplicado por el soldador está acorde a las especificaciones del procedimiento de soldadura y que estos tienen la capacidad y habilidad para ejecutar satisfactoriamente las soldaduras de producción acorde a los criterios de aceptación.

La calificación será en los siguientes tipos de costura:

- **Horizontal:** Cuando la muestra está en un plano vertical, la costura es horizontal y los electrodos se aplican lateralmente.
- **Vertical:** Cuando la muestra está en un plano vertical, los electrodos se aplican lateralmente y la costura es vertical.

#### **3.1.4.2 Criterio para el método de inspección de las uniones.**

Se debe tener en cuenta los criterios del 6.1 del API 650 (Métodos Radiográficos), el 6.2 del API 650 (Examinación por partículas magnéticas), el 6.3 del API 650 (Examinación Ultrasónica), el 6.4 del API 650 (Examinación por líquidos penetrantes) y el 6.5 del API 650 (Examinación Visual).

### 3.1.5 Ensayos de Tracción.

El ensayo consiste en deformar una probeta por estiramiento uniaxial y registrar dicha deformación frente a la tensión aplicada. Se realiza en dinamómetros o máquinas de tracción con velocidad regulable y un registro gráfico. Los diagramas así obtenidos, denominados diagramas de tensión-deformación, tienen la forma que se indica en la figura 3. En dicha figura se muestran los diagramas tensión deformación de 4 tipos de plásticos diferentes así como los diferentes parámetros que se pueden obtener del ensayo.

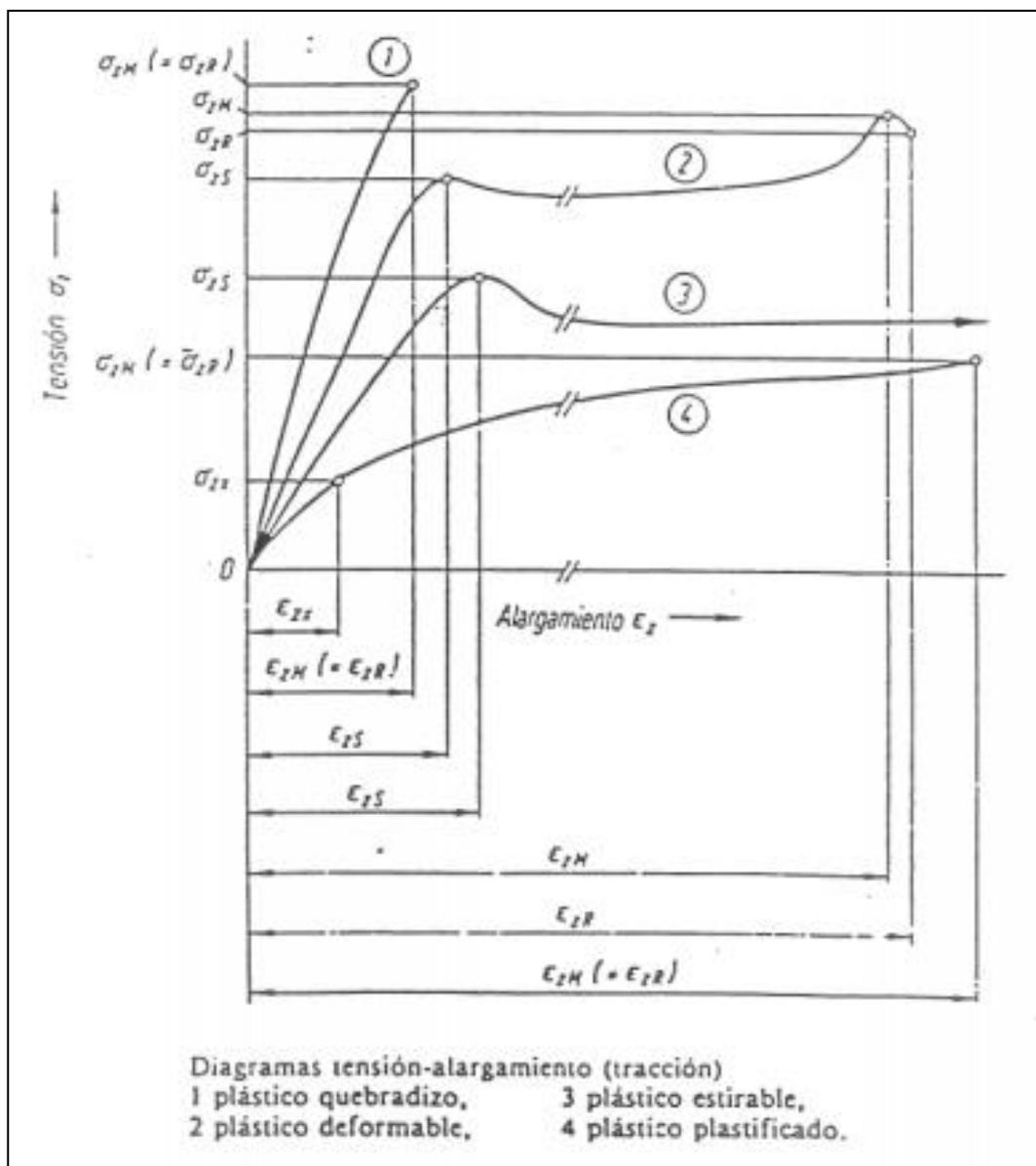


Figura 3.4 Diagrama de esfuerzos

La evaluación del ensayo se realiza de acuerdo con la curva tensión-deformación. Los parámetros más importantes son la tensión (N/mm<sup>2</sup> o MPa), módulo de elasticidad y deformación o alargamiento (%). Veamos las más típicas:

**a) Tensión de tracción ( $\sigma$ ).** Se calcula dividiendo la resistencia a la tracción del soporte de prueba por su sección transversal.

**b) Límite elástico ( $\sigma_y$ ).** Es el esfuerzo máximo que el material puede soportar sin desviarse de la ley de Hooke, es decir es una medida de la resistencia de un material a la deformación elástica. Su expresión es en fuerza por unidad de área, generalmente MPa.

**c) Resistencia a la tracción ( $\sigma_{max}$ ).** Tensión máxima de tracción que ha soportado la probeta durante el ensayo.

**d) Tensión de tracción a rotura ( $\sigma_R$ ).** Tensión de tracción soportada por la probeta en el momento de su rotura.

**e) Módulo de elasticidad o Módulo de Young.** Es la relación entre la tensión realizada y la deformación adquirida en el tramo lineal de la curva tensión-deformación (región elástica). Sus unidades son MPa o N/mm<sup>2</sup>. Se calcula mediante la tangente a la recta en el tramo lineal.

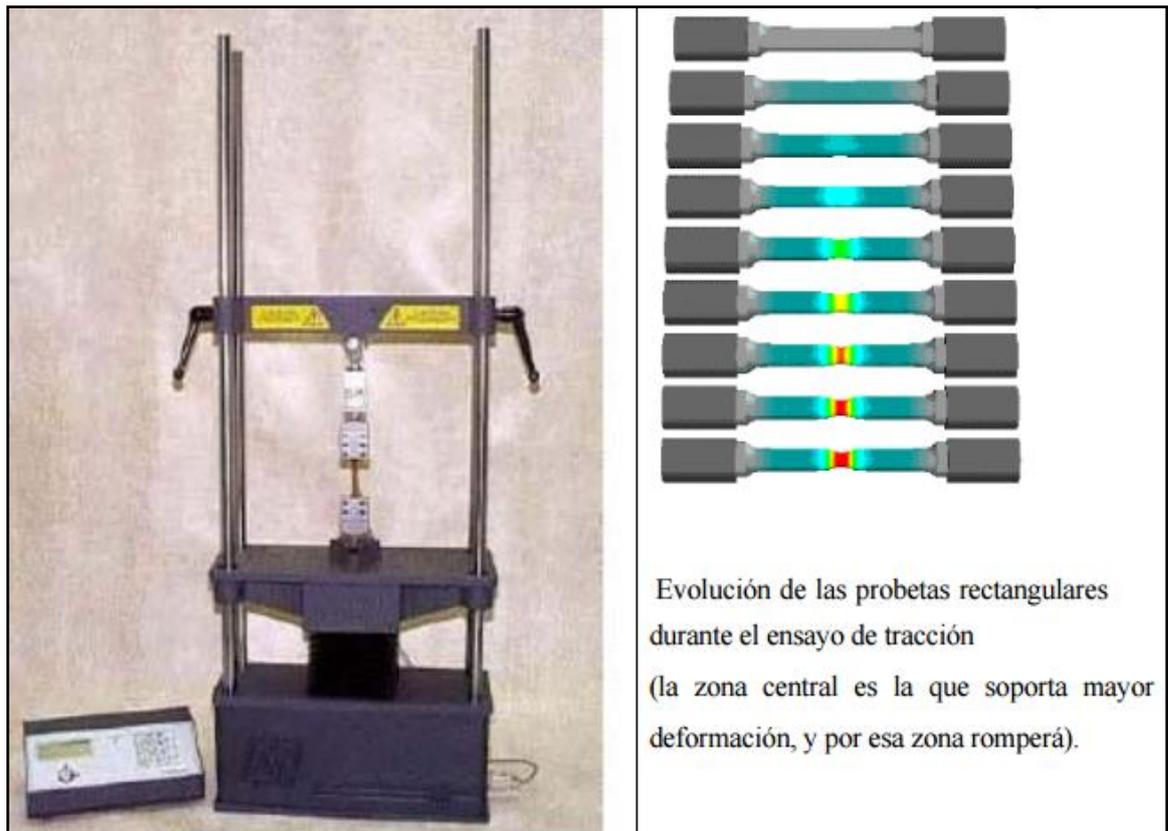
**f) Alargamiento ( $\Delta l$ ) y deformación ( $\epsilon$ ).**-  $\Delta l$  es el incremento en longitud producido por la tensión de tracción y se expresa en unidades de longitud, usualmente milímetros. La deformación se define como  $\Delta l/l_0$ , donde  $l_0$  es la longitud inicial antes de la carga y no tiene unidades. A veces la carga se expresa como un porcentaje. Generalmente, se calculan tres tipos de deformaciones:

f1) deformación en el límite elástico ( $\epsilon_y$ )

f2) deformación a la tensión máxima ( $\epsilon_{max}$ )

f3) deformación a la rotura ( $\epsilon_R$ ).

Generalmente se da la deformación en el límite elástico convencional o en el punto de fluencia convencional que corresponde al 0.2% de elongación



**Figura 3.5** Máquina de Tracción.

### **3.1.6 Ensayos de Doblado Cara, Raíz.**

Se dice que una pieza trabaja a la flexión cuando está solicitada por fuerzas que tienden a curvar su eje longitudinal y es lo que se realiza en el presente ensayo doblando las probetas 180°, hasta dejarlas como una herradura. La probeta de doblez pasa, si cualquier grieta o defecto abierto no excede de 3.175 mm después de doblada. No se consideran las grietas en esquinas. Ref. "Soldadura, aplicaciones y práctica".

La Fig. 3.9 muestra el aspecto de las probetas luego que se ha realizado el ensayo de doblado dirigido, de izquierda a derecha, por la raíz y por la cara respectivamente, apreciándose que adolecen de grietas significativas.



**Figura 3.6** Maquina de Doblez.



**Figura 3.7** Doblez de Probetas.

### **3.1.7 Granallado de elementos (limpieza superficial).**

#### **3.1.7.1 Limpieza Metal al Blanco (SSPC-SP5).**

La limpieza se consigue actuando sobre la superficie partículas abrasivas que, como consecuencia del impacto, separan las partículas extrañas de suciedad y oxido y dejan huellas con rugosidad en la zona de impacto.

Los grados de metal blanco incluyen la limpieza para dar a la superficie un color metálico blanquecino uniforme. La superficie, visible sin aumento, debe estar libre de contaminación y ligeramente rugosa para crear un perfil adecuado que proporcione un buen anclaje del revestimiento.

#### **3.1.7.2 Limpieza Metal al Blanco (SSPC-SP10).**

Se define como una limpieza que elimina toda la suciedad de óxido, pintura y las materias extrañas de la superficie. Es aceptable una ligera decoloración o sombreado causado por manchas de corrosión, óxidos de laminación o pequeñas manchas de residuos de pintura vieja.

Al menos el 95% de la superficie debe estar libre de residuos visibles. El 5% restante solo puede mostrar matices donde se encuentran los productos anteriores.

#### **3.1.7.3 Perfil de Rugosidad (ASTM D4417).**

El perfil de anclaje para el granallado de elementos es de 1.5 a 2.5 mils. Se medirá con un medidor de perfil de rugosidad con cinta.

#### **3.1.7.4 Verificación de los requisitos para la preparación superficial:**

##### **a) Abrasivo:**

**Granalla Angular:** Las partículas angulares poseen ángulos puntiagudos y compactos, se usan en campos de granallado manual donde la fuerza de impacto es moderada.

**Granalla Esférica:** Las partículas son esféricas y compactas, se usan en equipos de granallado con turbinas donde la fuerza de impacto es mucho mayor.

**b) Aire Comprimido (ASTM D4285)**

**Condiciones:** Completamente seco y sin rastro de aceite o grasa

**Presión:** Aproximadamente 100psi a la salida de la boquilla de trabajo

**c) Condiciones Ambientales (ASTM D3276, E337)**

Humedad relativa no mayor a 85%

El monitoreo de las condiciones ambientales será constante.

**3.1.7.5 Secuencia:**

- Realizadas las actividades previas se procederá a la inspección, de acuerdo al Plan de Puntos de Inspección para el granallado y pintado de elementos y estructuras.
- Todo elemento procesado será verificado por control de calidad y únicamente aquellos que cumplan con los requisitos y las normas aplicables pasaran al siguiente proceso registrándose en el formato granallado y pintura HLC-QA-005-015.
- Se debe verificar lo siguiente:
  - Especificaciones técnicas
  - Calidad del abrasivo (Granalla)
  - Cumplir los requisitos para el proceso de granallado.
  - Calidad del chorro abrasivo según SSPC.
  - Perfil de rugosidad
- Las observaciones que pudiese haber se deben levantar de inmediato haciendo las correcciones correspondientes.
- Si el inspector de calidad encuentra trabajos no conformes a los procedimientos, inmediatamente informará al supervisor responsable a cargo del granallado y lo registrará en formato HLC-CC-F-004, marcará el producto para evitar su uso y dará seguimiento a NC.
- En ambos casos (observaciones y NC) se volverá a inspeccionar el elemento corregido.

- El inspector de calidad registrara toda la información solicitada en el lugar correspondiente al granallado en el registro de inspección de granallado y pintura, de acuerdo a lo establecido en el plan de puntos de inspección correspondiente.
- Además, los inspectores de calidad deben informar las desviaciones observadas al inspector de calidad.
- Si todos los artículos cumplen con los requisitos, el inspector de calidad debe liberar el producto para continuar con el proceso.
- Cada registro de liberación del control de calidad debe ser enviado diariamente al responsable del control de calidad para su numeración y registro en el sistema informático.

### **3.1.8 Pintado de elementos.**

El inspector de calidad verificará los puntos correspondientes a la pintura en el plan de puntos de inspección desarrollado para la pintura de piezas y componentes del proyecto. El proceso concreto es el siguiente:

- El inspector de calidad revisará los instrumentos de medición que se utilizarán durante la inspección.
- El inspector de calidad comprobará que el componente a pintar se haya liberado del proceso anterior y que el color sea el especificado.
- La inspección se realizará midiendo los espesores de pintura capa por capa, de acuerdo a la normativa aplicada para el proyecto.
- El inspector de calidad debe medir el espesor de pintura en seco con el medidor de espesores de recubrimientos en tres puntos de una misma sección (conformado 1 spot) y en cinco secciones (5 spots) del mismo elemento.
- La distancia entre puntos en la misma sección debe ser de aproximadamente 1 pulgada de punto a punto.
- Se pueden formar hasta 5 spots por cada 9 metros cuadrados aproximadamente de superficie a inspeccionar.
- Las tolerancias entre el espesor nominal y el espesor promedio general encontrado deberán evaluarse de acuerdo a SSPC-SP10.

- Los inspectores de calidad deben realizar pruebas de adherencia de los elementos pintados.
- Si el inspector de calidad encuentra alguna divergencia en los ítems anteriores deberá emitir un documento de No Conformidad en un formato y seguir el procedimiento de No Conformidades.
- Si no hay errores, el componente se libera y el supervisor de pintura será notificado inmediatamente para enviar el componente al siguiente proceso.
- El inspector de calidad registrara toda la información solicitada en el lugar correspondiente a pintura del registro de inspección de granallado y pintura de elementos, de acuerdo a lo establecido en el plan de puntos de inspección correspondiente.
- Todo registro deliberación de calidad debe ser entregado diariamente al jefe de control de calidad para su numeración y archivo en un sistema informático.

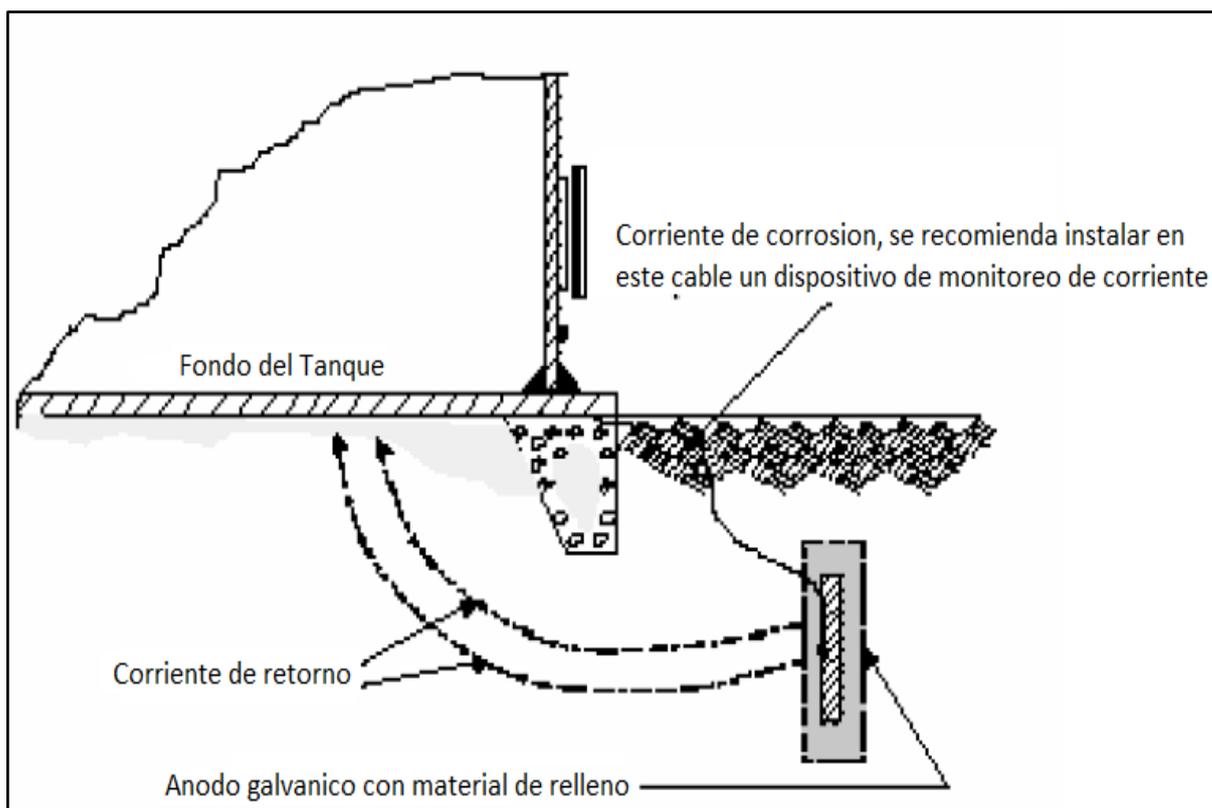
### **3.1.9 Protección Catódica.**

El objetivo de usar protección catódica es el control de la corrosión del fondo del tanque de almacenamiento en contacto con un electrolito. En particular nuestro tanque tendrá una protección catódica con el sistema de ánodos de sacrificio porque es el recomendado para su tamaño ya que es de poco diámetro.

#### **3.1.9.1 Ánodos de sacrificio.**

Los sistemas de ánodos de sacrificio, utilizan ánodos galvánicos, los cuales están hechos de magnesio o zinc en forma de barras, se instalarán los ánodos enterrados directamente en el suelo rodeados de una mezcla química y empacados en sacos especiales.

Los ánodos pueden estar conectados al sistema de forma individual o en grupos. Los ánodos galvánicos están limitados en su corriente de salida por el voltaje del sistema y la resistencia del circuito.



**Figura 3.8.** Protección de tanque con Ánodos de Sacrificio.

### 3.1.9.2 Inspección del Sistema de Protección Catódica y conexión a tierra.

La corrosión toma muchas formas. Los dos tipos más comunes de fondos de tanque son la general y la puntual. En la corrosión general, se forman miles de células microscópicas en la superficie del metal, lo que provoca la pérdida de metal.

En la corrosión puntual, las celdas individuales son más activas y se pueden identificar distintas áreas anódicas y catódicas. La pérdida del metal en este caso puede concentrarse dentro de áreas relativamente pequeñas, sin que la corrosión afecte considerables de la superficie.

Las características del suelo afectan sustancialmente el tipo y velocidad de corrosión de una estructura de contacto con el suelo.

Los criterios para la aplicación de esta norma se mencionan a continuación:

- Cuando el producto contenido es corrosivo.



### **3.2.2 Plan de Puntos de Inspección.**

Esto corresponde a la declaración formal (documentada) de las instancias de "evaluación de la conformidad por medio de observación y dictamen, acompañado cuando sea apropiado, por medición, ensayo/prueba o comparación con patrones"\*, y el detalle de dichas actividades, asociadas a un proyecto en particular. Ver Anexo II

### **3.2.3 Fabricación y Montaje.**

La fabricación consta de en el suministro de un tanque de almacenamiento de agua de 110 m<sup>3</sup> de volumen, el cual fue construido por especificaciones técnicas del cliente e incluirá el suministro de materiales, la erección del tanque, la instalación boquillas y accesorios, las pruebas, la pintura interior, la pintura exterior del tanque.

### **3.2.4 Especificaciones Técnicas.**

**Capacidad Nominal:** 110 m<sup>3</sup>

**Producto a almacenar:** agua

**Tipo de tanque:** vertical sin techo

**Diámetro interior:** 5.48 metros

**Altura del cilindro:** 5.4 metros

**Área:** 23.59 m<sup>2</sup>

### **3.2.5 Códigos y Normas.**

**API 650 STD:** Tanques de almacenamiento de petróleo

**ASME Sección IX** (American Society of Mechanical Engineers): Calificación de Procedimiento y operadores de Soldadura.

**ANSI B16.5:** Para bridas de acero al carbono y piezas forjadas.

**ASTM A53:** tuberías

**ASTM A36:** acero estructural

**AWS D1.1:** recomendaciones para soldadura, selección de electrodos y procedimientos de soldadura.

**AWS A5.1:** Para electrodos (clasificación, corriente, posición)

**ASTM 307:** calidad de material y dimensiones de pernos.

**SSPC-SP5:** arenado al blanco,

### **3.2.6 Materiales a utilizar.**

En el cilindro, fondo y techo, incluyendo las planchas para el manhole, boquillas y refuerzos, se utiliza el acero estructural A36. El tanque contara en su borde superior, con un ángulo superior circunferencial de L4x4x1/4 y un anillo de rigidez que a su vez será utilizado eventualmente como pasarela para recorrer el 100% de la circunferencia del tanque. El anillo de rigidez pasarela contara con una baranda metálica tubular de acero al carbono A53 Gr B1 1/4"  $\Phi$ , en todo el perímetro exterior. Las bridas serán de acero al carbono A-105 Gr I., los pernos serán de acero ASTM A-307, para alta resistencia y pernos negros según ASTM A-307.

### **3.2.7 Electrodo a utilizar.**

Los electrodos a utilizarse según AWS A5.1, serán E6010, E6012, y E7018,

### **3.2.8 Preparación de Planchas.**

Se realizan en taller.

- **Tolerancias:** Las tolerancias para las planchas del cilindro son:

Ancho y largo =  $\pm 1/16$  (1.5 mm)

Diagonales =  $\pm 1/4$  (6 mm)

Los bordes de las planchas serán rectos con tolerancias de  $\pm 1/32$  pulg.



**Figura 3.10** Control Dimensional de Planchas.

- **Corte con oxígeno:** el corte con oxígeno se hará con guía y con equipo semiautomático de corte, la llama deberá regularse para evitar fuera de las líneas trazadas. Las superficies cortadas, que tengan muescas o melladuras aisladas y de profundidad menor de 5 mm (3/16"), se eliminarán mediante esmerilado



**Figura 3.11** Corte con Oxigeno.

- **Preparación de Bordes:** Los bordes cortados y esmerilados dan como resultado una superficie lisa y uniforme, libre de rayones, muescas, escamas, escorias, delaminaciones, torceduras, quemaduras y dentro de las tolerancias dimensionales especificadas.



**Figura 3.12** Planchas esmeriladas y aprobadas para el rolado.

- **Rolado:** Con la ayuda de rodillos hidráulicos se rolara las planchas preparadas, considerando que la parte biselada este en la parte convexa de estas planchas.



**Figura 3.13** Rolado de planchas.

- **Apilado de planchas:** Las planchas roladas deberán mantener su curvatura y paralelismo, para lo que se emplean sistemas de calzos.



**Figura 3.14** Planchas apiladas.

- **Transporte:** Los camiones que llevan el material a la obra contarán con moldes de apoyo para mantener la curvatura de las planchas curvadas o roladas que salen del taller. Estas plantillas son temporales y están destinadas al envío y almacenamiento. Se debe cuidar los bordes biselados de impactos y contactos con tierra húmeda o materiales grasos.

### **3.2.9 Montaje de Estructuras.**

Una vez instalados, se recepcionará el área de trabajo verificando el estado de obras civiles y los puntos topográficos necesarios para la ejecución del mismo. Las obras civiles movimiento de tierras, obras de concreto y trabajos de impermeabilización y protección, las cuales no son parte del presente informe. Por lo cual recepcionado la obra civil por parte de un subcontratista, se procede con el montaje.

Las obras civiles enmarcaran los ejes y orientación del tanque de la base u otro nivel referencial. Estas señalizaciones servirán para el replanteo de la base antes de realizar el montaje del tanque. Se confirman los niveles de la base, así como el estado de pedestales y los pernos de anclaje.

El montaje comprende el armado y soldadura del tanque el cual se inicia en el fondo y cilindro.

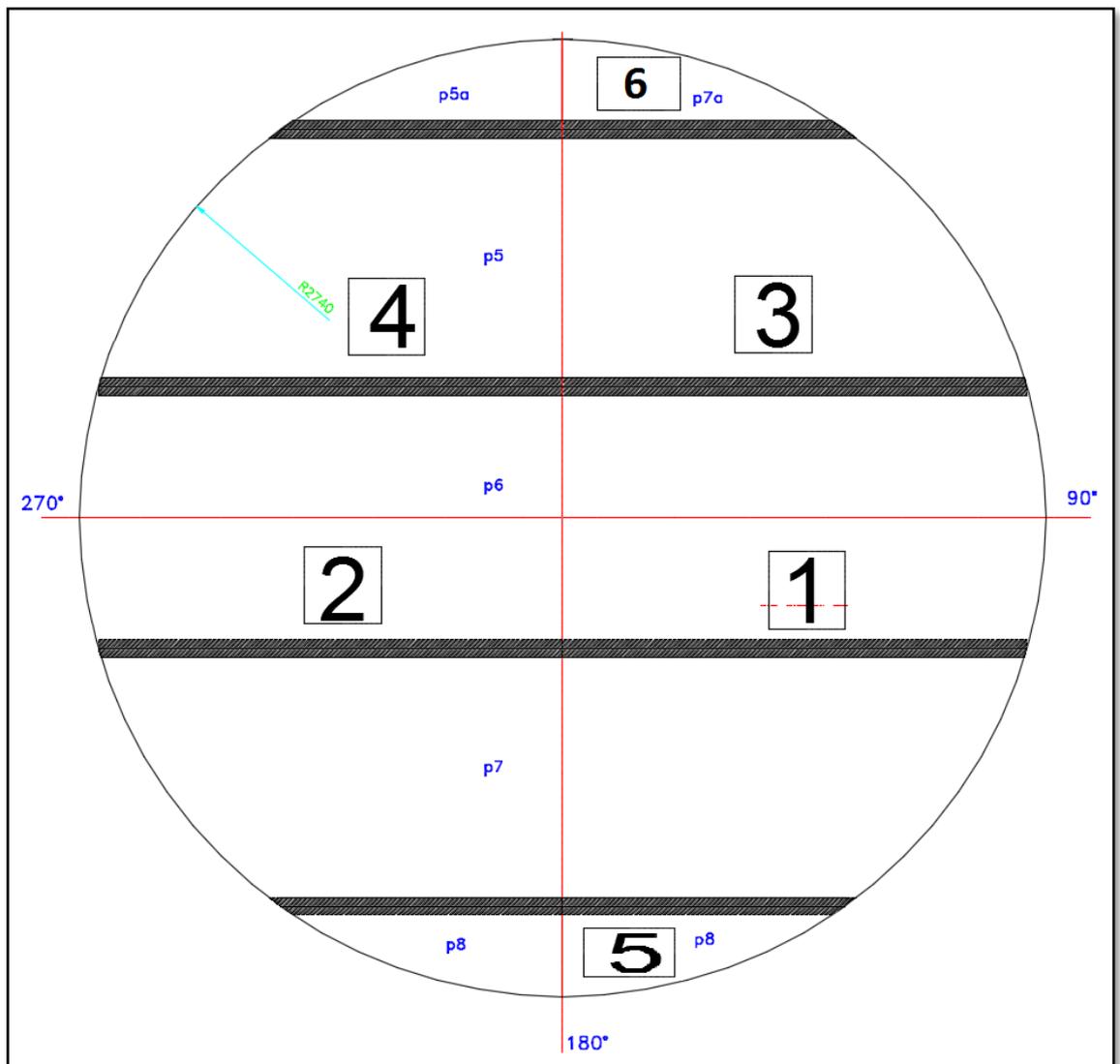
Estructura del tanque: anillo de rigidez, plataforma superior, escalera exterior, accesorios en general.

### 3.2.9.1 Armado y Soldeo de tanque.

Se realizará la colocación de las planchas de manera que queden traslapadas de bordes a 1 pulg. Sobre el área acondicionada, alineando y apuntalando las planchas de acuerdo a lo indicado en los planos.

### 3.2.9.2 Secuencia de Soldeo del Tanque.

Para evitar la distorsión por contracción se empieza a soldar por el centro del fondo armado, en los extremos verticales tal y como muestra la figura.

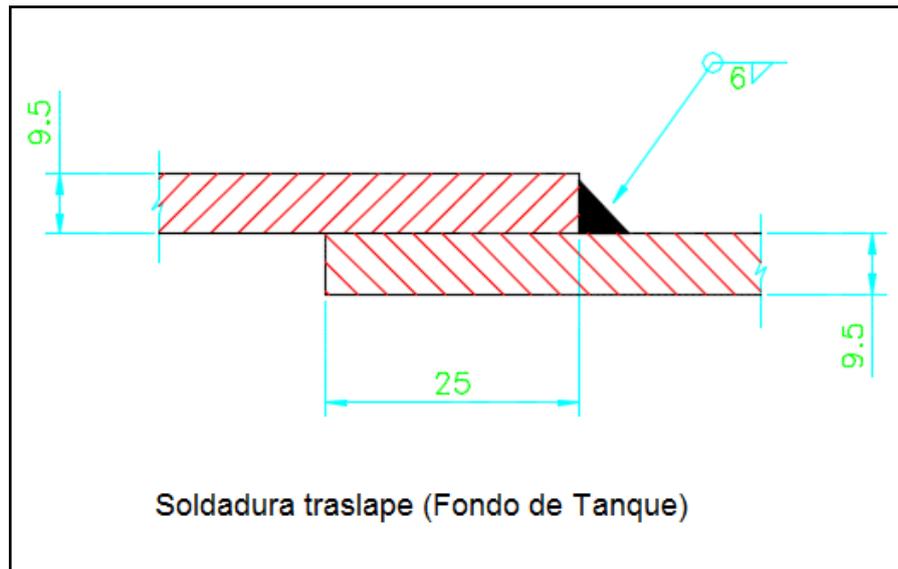


**Figura 3.15** Secuencia del soldeo en horizontal de la Plancha de Fondo.

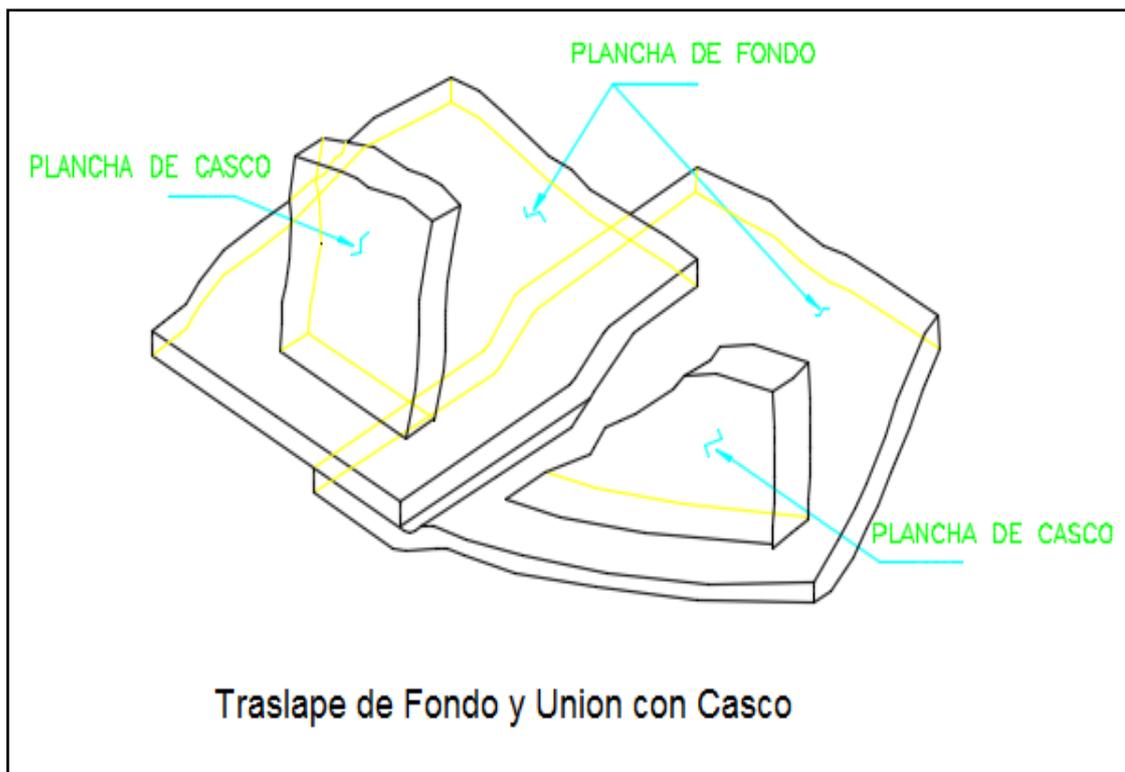
### **3.2.10 Soldadura de elementos.**

- Antes de que se inicie cualquier proceso de soldadura el jefe de control de calidad y los inspectores de calidad asignados al proyecto de construcción, deberán asegurarse de que se han cumplido las actividades previas a la soldadura, las que son de su responsabilidad y que comprenden básicamente:
  - ✓ Calificación de los procedimientos de soldadura
  - ✓ Calificación de los soldadores asignados al proyecto.
- La calificación de los procedimientos de soldadura y la calificación de los soldadores deberán ejecutarse de acuerdo al Plan de Puntos de Inspección, actividades de previas a la soldadura y a la instrucción técnica complementaria calificación de procedimientos de soldadura y de soldadores.
- Después de la calificación, el inspector de calidad debe verificar que el proceso de soldadura se realice de acuerdo con el procedimiento y que el soldador ya calificado y seleccionado para el proyecto tenga el procedimiento.
- El Inspector de calidad debe comprobar también los certificados de calidad del material de aporte para el proceso de soldadura.
- Para la inspección de los elementos soldados, el inspector de calidad verificará el plan de puntos de inspección establecido para la soldadura de elementos del proyecto, el cual seguirá a través de todo el procedimiento.
- El inspector de calidad revisara los planos de los elementos y verificara que correspondan a los elementos físicos a inspeccionar.
- La inspección de la soldadura para este proyecto comprende la inspección visual.

### **3.2.11 Tipos de Unión.**



**Figura 3.16** Soldadura Traslape para el fondo del tanque.



**Figura 3.17** Soldadura en T, Unión Fondo y Casco.

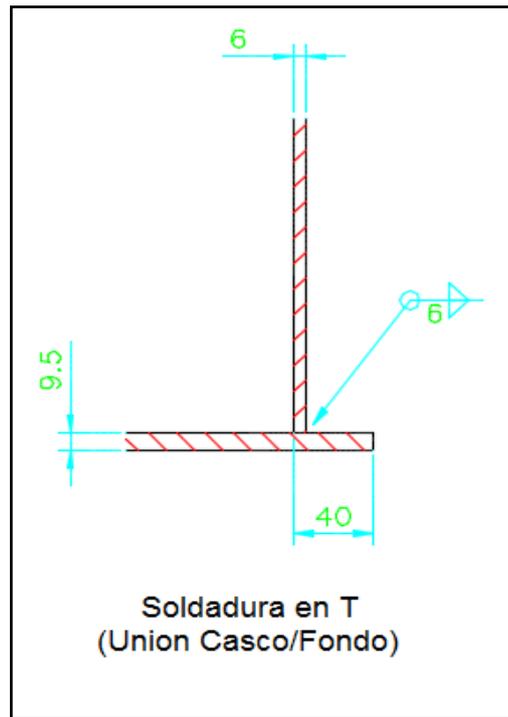


Figura 3.18 Soldadura en T.

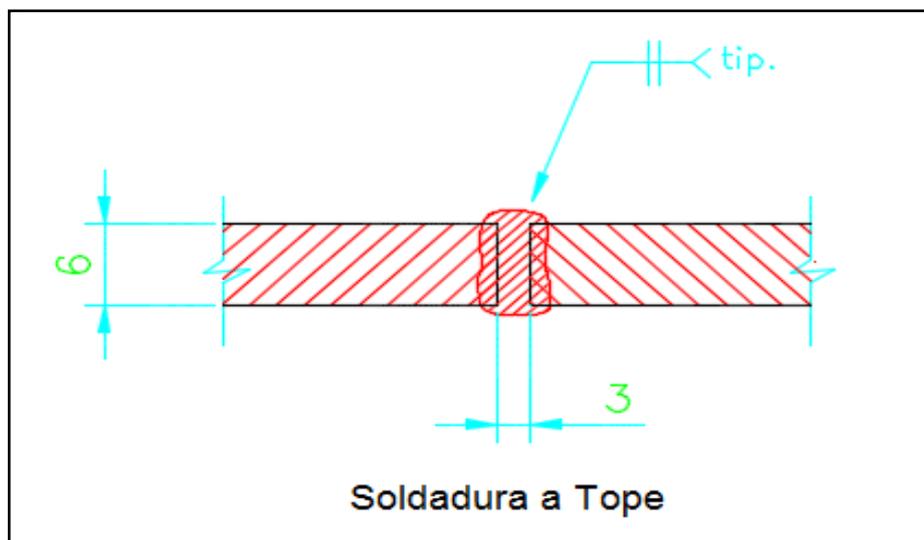
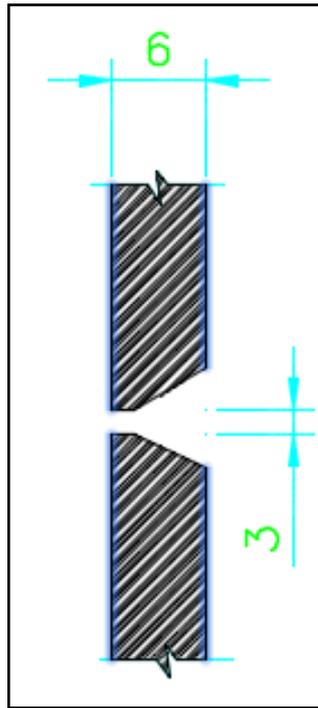


Figura 3.19 Soldadura a tope.

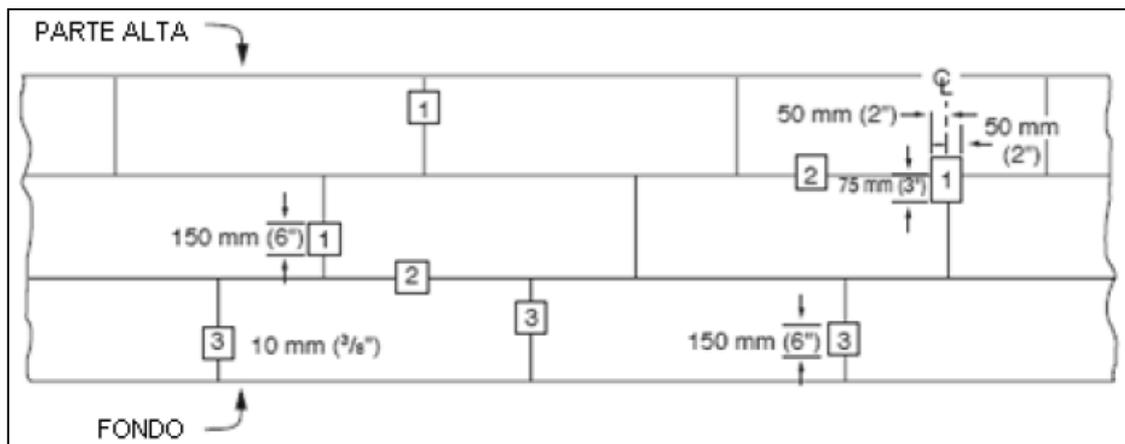


**Figura 3.20** Soldadura biselada.

### 3.2.12 Pruebas.

Las pruebas se realizan durante el montaje del tanque.

- a) **Inspección visual de soldadura.** Se realiza para detectar los defectos como porosidades, abultamientos, socavaciones, rajaduras grietas
- b) **Prueba de tintes penetrantes.** Se realiza a todos los pases de raíz del casco después de soldar y quitarla escoria con esmeril y escobilla eléctrica, se aplica penetrante N°2 y se deja por 10 minutos, luego con trapo limpio humedecido con removedor N°1 limpiar. Luego aplicar revelador N°3, este absorbe el líquido penetrante o tinta que estuviese oculto en los defectos y aparecerán en la superficie en forma de pequeños puntos que se amplían si el poro es profundo. Si estas manchas indican diámetros mayores a 1/8" para poros aislados y longitudes mayores a 1/2" por 1/4" de ancho de las grietas, se debe reparar antes de iniciar el siguiente pase
- c) **Radiográfica.** Se realizan en las costuras del casco de acuerdo a lo indicado en norma API 650.



**Figura 3.21** Ubicación de los puntos a realizar la prueba radiográfica.

Cada radiografía debe mostrar una longitud mínima de 150mm (6 in) de soldadura claramente definida. La película debe estar centrada en la soldadura claramente definida y debe tener un ancho mínimo que permita la colocación de las marcas de identificación y del indicador de calidad

- d) **Prueba de Vacío.** Consiste en cubrir una porción de soldadura con una solución jabonosa y mediante una caja metálica aproximadamente de 6"x30" bombeada a presión de vacío se verificara si existe poros a través de las burbujas o espuma producida por el aire succionado.
- e) **Prueba Neumática.** Se realiza a las planchas de refuerzo (conexiones del tanque). Esta prueba se realiza inyectando aire a presión de 5 psi por un agujero roscado de 1/4" para conexión de aire, que se realiza que se realiza en la plancha de refuerzo antes de soldarla a la pared del tanque.
- f) **Prueba Hidrostática y de Asentamientos de la base del tanque.** Permite comprobar la estanqueidad del tanque bajo carga y el comportamiento de la cimentación durante el llenado parcial o total y además somete a toda la estructura a un alivio de tensiones.

### 3.2.13 Protección superficial.

#### 3.2.13.1 Protección Superficial en Taller:

Los trabajos de arenado a metal blanco se efectuarán de acuerdo a las especificaciones técnicas y siguiendo un procedimiento adecuado. Se pintarán con una capa base en el taller a fin de efectuar en obra los resanes de pintura y capa acabado. Cuando se realicen los trabajos de arenado y pintado estará presente un representante del fabricante de pintura encargado de asesorar y

verificar la buena aplicación de sus productos. La primera capa a aplicarse será Amercoat 385 a 3 mils de espesor de película seca y se aplicará en taller. Si no se lograra alcanzar el espesor recomendado en zonas puntuales se aplicará una capa adicional del imprimante hasta llegar al espesor antes de las 4 horas después de haber sido aplicada la capa general del imprimante.

Norma SIS Sueca	Norma Americana	Norma SSPC	Norma Francesa	Norma Inglesa	Norma NACE
SA 3	Metal Blanco	SP 5	DS 3	1 <sup>st</sup> Quality	Nace 1
SA 2 ½	Semi Blanco	SP 10	DS 2.5	2 <sup>nd</sup> Quality	Nace 2
SA 2	Comercial	SP 6	DS 2	3 <sup>rd</sup> Quality	Nace 3
SA 1	Cepillado Granallado ligero	SP 7	DS 1		Nace 4

**Tabla 3.1** Normas para la Preparación de Superficie.

### **3.2.13.2 Protección Superficial en Obra:**

Una vez concluido el resane mecánico exterior (e interior donde se requiera), se procederá con el pintado exterior e interior, en estricta concordancia con las especificaciones exigidas en las bases del proyecto y las consideraciones técnicas del fabricante de la pintura a aplicar.

La aplicación tanto en taller como en obra será con equipo airless (boquilla según corresponda). La segunda capa a aplicarse es amercoat 370 a 6 mils de espesor promedio de película seca. El control de calidad será continuo, registrando en un formato ya establecido los parámetros de humedad y temperatura necesarios para garantizar la buena aplicación de pintura. La aplicación será con equipo airless de acuerdo a las recomendaciones del proveedor.

### **3.2.14 Control de Calidad en el Arenado y Pintura.**

En el arenado es importante que el perfil de anclaje de la superficie a pintar tenga un aproximado de 2 a 2.5 micras, para que la pintura a aplicar adhiera a la superficie



**Figura 3.22** Medidas de la rugosidad de la superficie (Perfil de anclaje)

En la pintura las siguientes formulas han sido desarrolladas y utilizadas por fabricantes para calcular el consumo, cotos, espesor de pintura en base a las fichas técnicas del producto, obteniendo buenos resultados

CONSUMO PRACTICO	=	$\frac{EPS \times A}{10 \times SV\% \times FP}$
A	=	área (m <sup>2</sup> )
SV%	=	% de sólidos por volumen
EPS	=	Espesor de Película Seca (μm)
FP	=	Factor de pérdida

El factor de perdida es un valor entre 0 y 1 determinado por el área que se desea proteger, condiciones climáticas, condiciones de los equipos, pulverización, salpicaduras, sobras en los envases y mangueras entre otros

El control de espesor de pintura se realiza tanto en húmedo como en seco sobre distintos puntos de la plancha para asegurar la uniformidad del producto y estos datos son registrados por cada plancha debidamente identificada desde el proceso de corte.

El Control de Calidad es Antes, durante y después de la aplicación de pintura.



**Figura 3.23** Medición de la Humedad relativa con Psicrómetro, al momento de la aplicación.

El espesor controlado en la película húmeda es obtenido de la siguiente relación

$SV\% = \frac{EPS}{EPH}$
$SV\% = \text{\% de sólidos por volumen}$
$EPS = \text{Espesor de Película Seca } (\mu\text{m})$
$EPH = \text{Espesor de Película Húmeda } (\mu\text{m})$

**Figura 3.24** Formulas de espesor de película seca



**Figura 3.25** Medición de espesores de película en húmedo y en seco.

Las siguientes formulas han sido desarrolladas y utilizadas por fabricantes para calcular el consumo, costos, espesor de pintura, en base a las fichas técnicas del producto.

$$\text{CONSUMO PRACTICO} = \frac{\text{EPS} \times \text{A}}{10 \times \text{SV\%} \times \text{FP}}$$

**Figura 3.25** Formula de rendimiento de Pintura.

Aquí se muestra las Normas que se aplican en la Protección superficial para el control de calidad.

NORMA	DESCRIPCION
ASTM-D-4752-98	Metodo de Prueba de Resistencia al frotamiento con MEK, en imprimantes inorganicos Ricos en zinc(base de Etil Silicato)
ASTM-D-740	especificacion para Metil-etil-cetona.
ASTM-D-5402-93	Evaluacion de resitencia al frotamiento con solvente de recubrimiento organico.
ASTM-D-4285	Prueba indica la presencia de agua y/o aceite en la compresora de aire.
ASTM-D-4787-93	Prueba verifica la discontinuidad en las capas de revestimiento o en sustratos de concreto.
ASTM-G-62-B	Deteccion de discontunidad en tuberia revestida.
ASTM-D-4541	Metodo de evaluacion de adhesion, usando equipo de adhesion por traccion portatil, tipo V.
ASTM-D-4940	Especificacion de analisis Conductimetrico de iones solubles en agua presentes en el abrasivo metalico.
ASTM-D-3276-96	Para inspeccion de pinura.
ASTM-E-337-02	Metodo Estandar Medicion Humedad con psicrometro.
ASTM-D-4940	Analisis conductimetrico de inone solubles en agua en el abrasivo metalico.
ASTM-G-12-83	Medicion no destructiva de espesores de Recubrimiento en tuberias de acero.
ASTM-D-1186-01	Metodo no destructivo de medicion de espesores de pelicula seca de los recubrimientos aplicables a superficies no magneticas a una base de hierro.
ASTM-D-3359-02	Medicion de adherencia por el metodo de la cinta.
ASTM-D-5162-91	deteccion de discontinuidades sobre superficies metalicas.
ASTM-D-1640-95	Prueba de secado, curado o formacion de pelicula de recubrimiento organico.
ASTM-D-4417-93	Medicion de rugosidad en una superficie granallada.
ASTM-D-4414	Medicion de espesores de pelicula humeda con medidores de muesca.
ASTM-D-3276	Guia de inspector de recubrimiento

**Tabla 3.2** Normas para el control de Tratamiento Superficial.



**Figura 3.26** Herramientas necesarias para la inspección.



**Figura 3.27** Pintado de tanque.

### **3.2.15 Inspección de Redondez y Verticalidad de Tanque.**

La falta de verticalidad de la parte superior del cuerpo máxima relativa al fondo del cuerpo no debe exceder  $1/100$  de la altura total del tanque con un máximo de 5 pulgadas. En criterio del  $1/100$ , con un máximo de 5 pulgadas también se debe aplicar para las columnas del techo

Para la evaluación de verticalidad es necesario marcar sobre el terreno los puntos de referencia sobre el tanque y estaciones de observación.

Además de las operaciones de nivelación del anillo perimetral y la verticalidad del tanque, se evalúa el perímetro en cada nivel, donde se toman lecturas del perímetro teórico nominal tomado en la parte inferior del primer anillo. Por redondez de diseño se entiende la redondez ideal que debe tener el cuerpo del tanque, mientras que por redondez real se entiende la configuración real de la circunferencia del cuerpo.



**Figura 3.28** Cinta y accesorios para medir circunferencia



**Figura 3.29 Estación Total**

### **3.2.16 Entrega y recepción de tanque.**

Terminada todas las actividades y estando en conformidad con los reglamentos, normas y requerimientos del cliente, se procederá con la entrega del tanque. Se creará un acta de conformidad entre el cliente y el contratista y si tuviera alguna observación, esta se levantará en un plazo determinado por ambas partes. Se entregará el dossier de calidad que garantiza la fabricación y el montaje del tanque.

### **3.2.17 Presupuesto planteado de Proyecto.**

El presupuesto describe los costos estimados de la actividad, en base a la experiencia adquirida y la relación entre trabajos similares realizados, y en el caso específico de la construcción del tanque, se debe conocer las condiciones de trabajo. El detalle del presupuesto es el siguiente:

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO US \$	P.PARCIAL
	PRESUPUESTO DE TANQUE				
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
	construcciones provisionales de obra	GLB	1	1000	1,000.00
	control topográfico y verificación de trazo de acuerdo al plano	hr	6	70	420.00
	movilización y desmovilización de equipos	GLB	1	2500	2,500.00
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>				
	trazo, nivelación y replanteo de terreno	M2	250	10	2,500.00
	riego para compactación de cubeto de tanque	M3	10	1.5	15.00
	conformación y compactación subrasante c/compactadora	M2	100	2.21	221.00
	vía de acceso a plataforma, incluye afirmado	M2	80	55	4,400.00
<b>3</b>	<b>TRABAJOS CIVILES</b>				
<b>3.1</b>	<b>CANAleta DE DRENAJE PERIMETRAL DEL TANQUE</b>				
	excavación manual, hasta 1m de profundidad	M3	40	6.73	269.20
	concreto FC 215Kg/cm2	M3	3	100.55	301.65
	Encofrado-desencofrado cara vista	M2	180	14.04	2,527.20
	acero FY=4200Kg/cm2	KG	555	1.28	710.40
<b>3.2</b>	<b>COLECTOR DE FUGAS FONDO DE TANQUE</b>				
	excavación manual hasta 1m de profundidad	M3	25	6.73	168.25
	concreto FC 215Kg/cm2	M3	10	100.55	1,005.50
	Encofrado-desencofrado cara vista	M2	25	14.04	351.00
	suministro e instalación tubería HDPE 4"Φ, clase SDR 11	ML	12	25.23	302.76
<b>3.3</b>	<b>BUZON DE DRENAJE TIPO B-1 (01 UNIDAD)</b>				
	excavación manual hasta 1m de profundidad	M3	0.0945	6.73	0.64
	concreto FC 215Kg/cm2	M3	0.00945	91.2	0.86
	Encofrado-desencofrado cara vista	KG	0.00945	1.28	0.01
	acero FY=4200Kg/cm2	M2	0.7	9.5	6.65
	Tarrajeo con impermeabilizante mezcla 1:2	M2	9	5.54	49.86

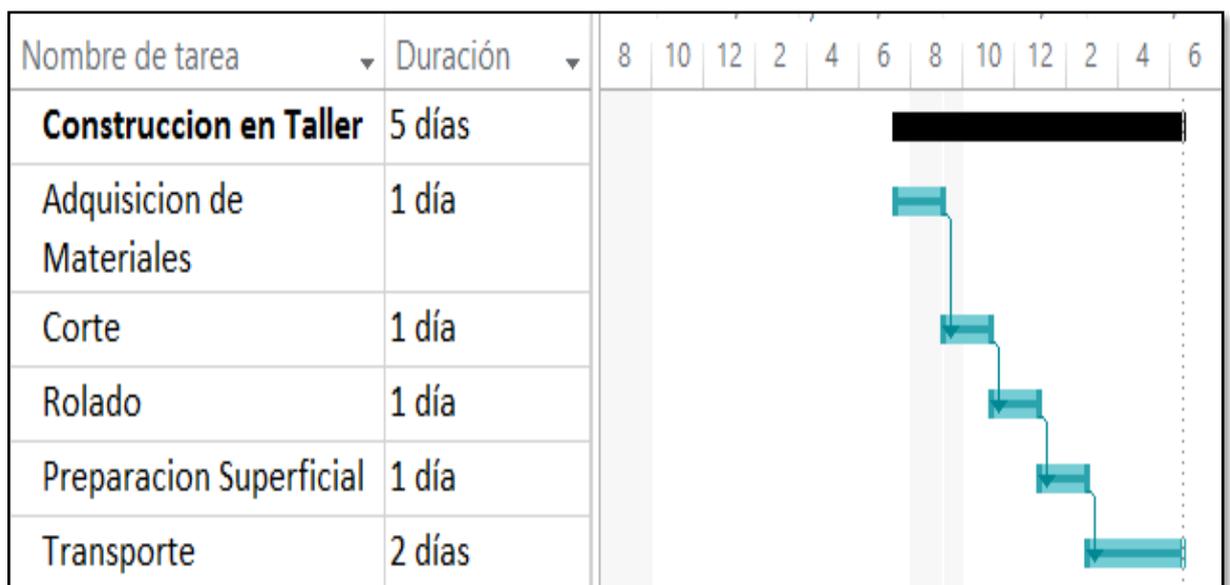
<b>3.5</b>	<b>ANILLO DE CONCRETO Y BASE DE TANQUE</b>				
	excavación a mano	M3	25	6.73	168.25
	base con material de préstamo capas 0.3M, sin acarreo	M3	7.5	12.03	90.23
	cimiento corrido premezclado 1:10con 30% piedra grande	M3	17.5	81.94	1,433.95
	anillo de concreto FC210 Kg/cm2 base de tanque	M3	3.77	100.55	379.06
	Encofrado-desencofrado cara vista	M2	25	14.04	351.00
	acero FY=4200Kg/cm2	KG	2.8	1.28	3.58
<b>4</b>	<b>MONTAJE DE TANQUE VERTICAL SOLDADO</b>				
<b>4.1</b>	<b>FONDO</b>				
	revisión, limpieza, cuadrado biselado y corte de planchas	KG	1790	0.05	89.50
	presentación, armado y soldado de planchas, fondo de tanque	KG	1790	0.05	89.50
<b>4.2</b>	<b>CILINDRO</b>				-
	revisión, limpieza, cuadrado biselado y corte de planchas	KG	4307	0.05	215.35
	Armado y soldado de cilindro y ángulos de refuerzo	KG	4307	0.05	215.35
	rolado de planchas y perfiles	KG	4307	0.7	3,014.90
<b>4.5</b>	<b>CARPINTERIA METALICA EN GENERAL TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>				
	Tanque de 110m3	KG	8992	4	35,968.00
<b>4.6</b>	<b>ACCESORIOS DE TANQUE</b>				
	conexión a tierra de tanque	UND	1	300	300.00
	pozo a tierra	UND	1	300	300.00
	succión bomba diámetro 10"	UND	1	500	500.00
	rebose diámetro 10"	UND	1	300	300.00
	drenaje diámetro 4"	UND	1	300	300.00
	sistema de protección catódico	UND	1	150	150.00
<b>4.7</b>	<b>PRUEBAS DE TANQUE</b>				
	prueba hidrostática	UND	1	100	100.00
	prueba de líquidos penetrantes	MI	3	40	120.00
	inspección radiográfica, incluye diagnostico	PCA	1	150	150.00
<b>4.8</b>	<b>LIMPIEZA MECANICA Y PINTADO DE TANQUE</b>				
	arenado al metal blanco exterior de tanques y accesorios	M2	10	0.26	2.60

	arenado al metal blanco al anillo de rigidez	M2	5	0.26	1.30
	arenado al metal blanco de carpintería metálica	M2	220	0.26	57.20
<b>4.9</b>	<b>ARENADO AL METAL BLANCO INTERIOR DEL TANQUE</b>				
	Pintado del tanque en general, primer	M2	230	0.6	138.00
	Pintado del tanque en general, 2da capa	M2	230	0.9	207.00
<b>5</b>	<b>INGENIERIA</b>				
	levantamiento de planos ASK BUILT conforme a obra	glb	1	1500	1,500.00
	estudio de verticalidad, redondez y cubicación de tanque	glb	1	1500	1,500.00
<b>TOTAL</b>					<b>64,394.75</b>

### 3.2.18 Cronograma de realización el Trabajo de Fabricación y Montaje.

#### 3.2.18.1 Construcción en Taller.

La suma total de días de trabajo es 15, habiendo empezado el día 01-02-2014 y terminado el 15-02-2014, de esta manera se cumple con el plazo fijado sin contratiempos.



**Figura 3.30** Diagrama Gantt de la Fabricación en Taller.

### 3.2.18.2 Montaje en Obra

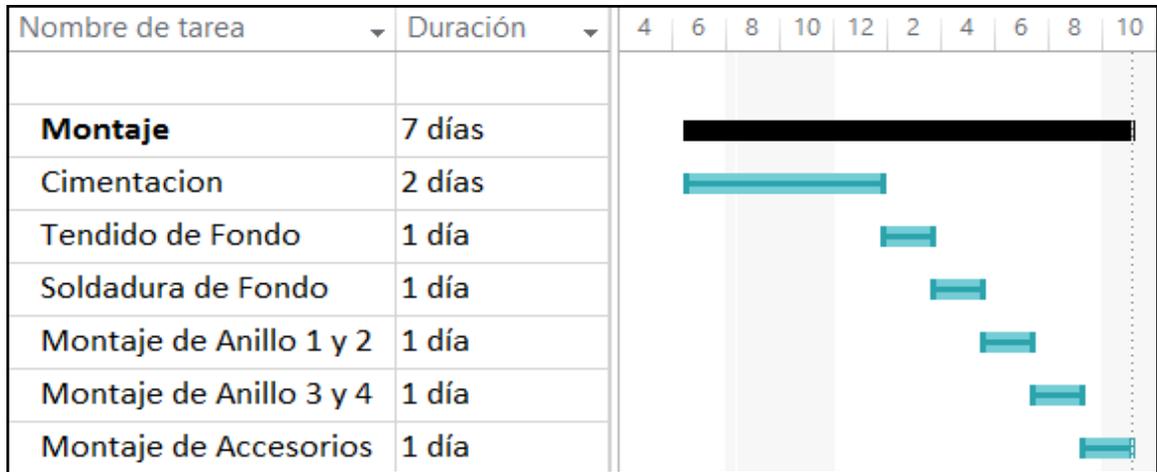


Figura 3.31 Diagrama Gantt de Montaje en Obra.

### 3.2.18.3 Pintado

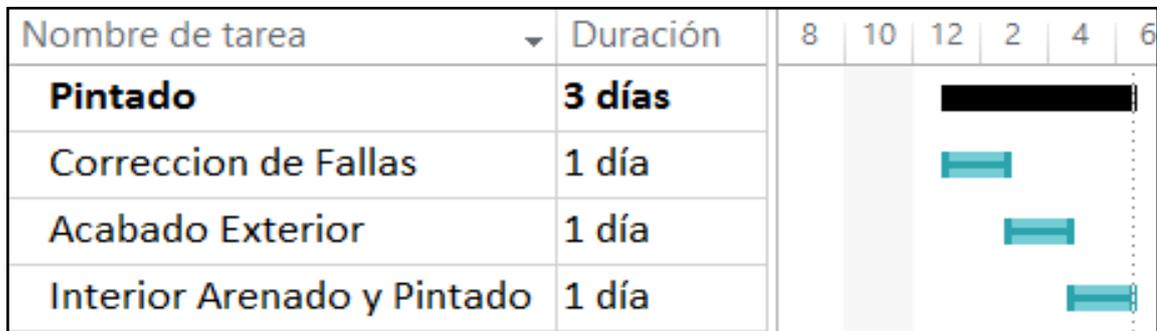
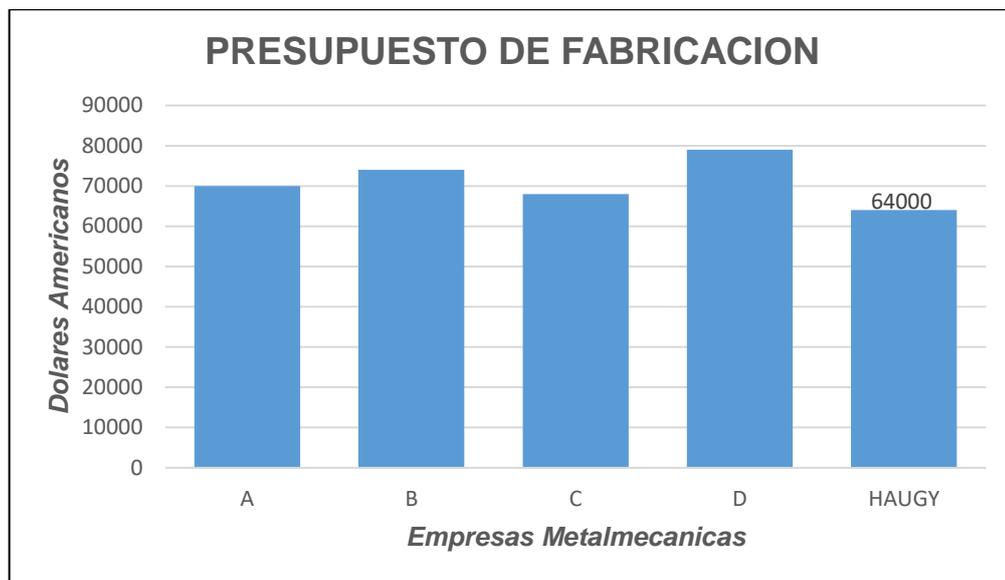


Figura 3.32 Diagrama Gantt Pintado de Tanque.

### 3.3 Comparación de los Hallazgos

Evidentemente tras realizar nuestro trabajo con nuestros procedimientos de calidad de acuerdo a las actividades de fabricación y montaje, nuestro trabajo será confiable. Ahora se realizó la consulta de presupuesto a diferentes empresas para realizar el mismo tanque con las mismas características, de acuerdo a ello se presenta el cuadro siguiente donde muestro las empresas A, B, C, D, comparadas en sus presupuestos.



**Tabla 3.3** Presupuesto de Fabricación.

#### 3.3.1 Interpretación de resultados.

Al evaluar los resultados obtenidos a partir de los datos mostrados claramente podemos ver que Haugy, en comparación con las demás empresas tiene un costo de fabricación menor al de las demás metalmecánicas, y sobre todo manteniendo y respetando los estándares de calidad establecidos, para la fabricación y montaje. Esto nos hace una mejor opción para cualquier cliente que podamos tener en el presente.

## **CONCLUSIONES**

1. Se logró obtener el control de calidad en la fabricación y montaje de un tanque atmosférico de 110 m<sup>3</sup> para almacenamiento de agua residual, de acuerdo a los estándares de calidad.
2. Se obtuvo el presupuesto óptimo para la fabricación y montaje de acuerdo a los intereses del cliente y la empresa, respetando los parámetros de calidad.
3. Se logró entregar el trabajo en el tiempo programado bajo estrictas normas de calidad.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda seguir las medidas de inspección en la fabricación del tanque de atmosférico de 110 m<sup>3</sup> para almacenamiento de agua residual, según informe.
2. Se recomienda optimizar los costos en los procesos de fabricación y montaje del tanque atmosférico de 110m<sup>3</sup> para almacenamiento de agua residual, evitando así algún tipo de reproceso que pueda incrementar el costo del proyecto.
3. Se recomienda respetar los cronogramas de trabajo en la fabricación y montaje del tanque atmosférico de 110m<sup>3</sup> para almacenamiento de agua residual, según informe, evitando así algún tipo de contratiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10005:2005, I. (2005). *Sistemas de Gestion de la Calidad-Directrices para los Planes de Calidad*.

Alcala, A. (2009). *Plan de Calidad para la fabricacion y montaje de un techo parabolico de una estructura metaica*. Universidad Nacional de Ingenieria, Lima, Lima.

Bernal, J. J. (s.f.). Obtenido de <http://www.pdcahome.com/6707/elaborar-dossier-de-calidad/>.

Carrera, H. (2011). *Plan de Calidad de Fabricacion de Estructuras Metalicas de un Cantitravel*. Universidad Nacional de Ingenieria, Lima, Lima.

Jiménez, C. (2012). Diseño de un tanque de almacenamiento atmosferico de 20 000 BLS de capacidad. (*Tesis de licenciatura*). Universidad Veracruzana, Coatzacoalcos.

Manual de Soldadura Exsa-Oerlikon . (1995).

Norma API 650. (1998).

Norma ISO 9001:2008. (s.f.).

Poma, M. (2008). *Fabricacion y Montaje de dos tanques verticales tipo techo flotante para el almacenamiento de petroleo crudo de 110MB*. Universidad Nacional de Ingenieria, Lima, Lima.

# **ANEXO I**

## **Plan de Calidad.**

# PLAN DE CALIDAD

**CLIENTE: FLUOR - MINERA YANACOCHA  
S.R.L.**

**PROYECTO: FIELD ERECTED TANKS**

**LIMA – PERU  
2006**

<b>Edición N°</b>	<b>Sección afectada</b>	<b>Descripción del cambio</b>	<b>Fecha</b>

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

## 1 INDICE

1	INDICE .....	2
2	INTRODUCCION.....	3
3	OBJETIVO .....	3
4	ALCANCE.....	3
5	RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCION.....	4
	5.1 MISIÓN, VISIÓN Y POLÍTICA DE CALIDAD .....	4
	5.2 ORGANIZACIÓN.....	5
6	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD.....	8
7	REVISIÓN DEL CONTRATO .....	9
8	CONTROL DE DOCUMENTOS Y DATOS .....	9
9	COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE .....	10
10	CONTROL DE CAMBIOS .....	10
11	ADQUISICIONES .....	11
	CONTROL DE MATERIALES DE PROVEEDORES .....	11
12	IDENTIFICACION Y TRAZABILIDAD DEL PRODUCTO .....	11
13	CONTROL DEL PROCESO DE CONSTRUCCION Y MONTAJE .....	12
14	INSPECCION Y ENSAYO .....	12
15	CONTROL DE DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN Y SEGUIMIENTO.....	12
16	ESTADO DE INSPECCIÓN Y ENSAYO.....	13
17	CONTROL DE NO CONFORMIDADES .....	13
18	ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS .....	14
19	MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA.....	14
20	CONTROL DE LOS REGISTROS DE CALIDAD .....	14
21	ENTRENAMIENTO, CAPACITACION Y CALIFICACION .....	15
22	ANEXOS .....	15

## 2 INTRODUCCION

El presente Plan de Calidad define como HAUGY establecerá el proceso y la secuencia de actividades ligadas a la calidad, de acuerdo a su Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2000 aplicables a la ejecución de actividades que constituyen el Proyecto **Diseño y Fabricación de Tanques**; trabajo desarrollado para **FLUOR**.

El contenido de estos documentos acerca de los diferentes aspectos del proceso de construcción y montaje permitirá dar la confiabilidad a **FLUOR** que los trabajos ejecutados por HAUGY son acordes con los requisitos de la calidad aplicables a la ejecución del presente.

## 3 OBJETIVO

- La correcta utilización de las herramientas y conceptos de calidad.
- Cumplir con requerimientos de la norma ISO 9001:2000 para la ejecución del proyecto.
- Establecer los lineamientos necesarios para registrar y controlar los trabajos involucrados en el proyecto garantizando el cumplimiento de las especificaciones del cliente.

## 4 ALCANCE

El Plan de Gestión de Calidad esta formado por varios documentos partiendo del Manual de Calidad hasta los registros de calidad, estos documentos serán aplicados para los trabajos requeridos en el Proyecto **Diseño y Fabricación de Tanques** destinados al Proyecto Planta R.O. Pampa Larga de **MINERA YANACOCKA**.

partes principales: Documentos de Gestión de Calidad y Documentos de Obras Mecánicas.

## 5 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCION

La Gerencia General de HAUGY ha establecido una Misión, Visión y Política de Calidad para desarrollar y mantener el Sistema de Gestión de Calidad y lograr los beneficios de todas las partes interesadas.

El Gerente General como ejecutivo de la más alta jerarquía de la organización en cuanto a la Dirección de la misma, a través de la Gerencia de Operaciones ha designado al **Gerente de Proyecto**. En consecuencia dicha persona tiene plena responsabilidad y compromiso con la implementación del **Plan de Calidad** para el presente proyecto.

El Plan describe el modo en que HAUGY, desarrollará sus actividades en los procesos de compras, construcción, inspecciones, pruebas y entrega final al cliente.

### 5.1 MISION, VISION Y POLITICA DE CALIDAD

#### MISIÓN

“Prestar los servicios de Ingeniería, Construcción y Montaje en el campo metal mecánico con los más altos niveles de seguridad, calidad, rentabilidad, cumplimiento, responsabilidad social y empresarial, enfocándonos en lograr la plena satisfacción de nuestros clientes y el desarrollo profesional de nuestro personal”.

#### VISIÓN

- “Ser una empresa altamente confiable y competente del sector, que garantice a sus clientes un excelente servicio”.
- “Alcanzar los 100 años de servicios manteniendo el liderazgo entre las empresas del sector y particularmente en la especialidad de la empresa”.

## **POLITICA DE CALIDAD**

- Está enfocada a lograr la satisfacción de sus clientes, el crecimiento profesional de su personal y la mayor rentabilidad de la empresa.
- Los procesos del Sistema de Gestión de Calidad están definidos y orientados por el criterio de mejora continua y se desarrollan mediante la comunicación permanente y abierta.

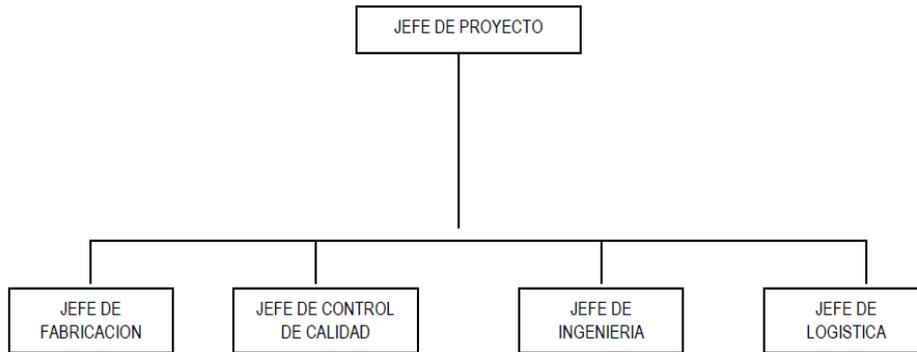
### **5.2 ORGANIZACION**

Para el desarrollo de este proyecto, HAUGY ha dispuesto de una organización la cual tendrá a su cargo funciones y responsabilidades, con la finalidad de lograr el nivel de calidad previsto por **FLUOR**. El personal asignado a las fabricaciones es conformado por especialistas y operarios calificados.

Para la administración y ejecución del Plan de Calidad, HAUGY ha designado un **Ingeniero de Control de Calidad** quien llevará a cabo todos los controles aplicables a las actividades del proceso de construcción, además de organizar la documentación y archivos del Dossier final del proyecto.

HAUGY efectuará los trabajos de control de calidad en concordancia con el Plan de Calidad establecido, de acuerdo a su Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2000.

## ORGANIGRAMA DEL PROYECTO



### **5.2.1 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES**

Las principales funciones y responsabilidades se indican a continuación:

#### **Jefe de Proyecto**

- Responsable por la aplicación del Plan de Calidad del Proyecto.
- Responsable ante el cliente para llevar a cabo el Proyecto.
- 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.
- Responsable del cumplimiento del cronograma de ejecución aplicable.
- Coordinar la planificación de los trabajos a efectuar en la periodicidad que se requiera.

#### **Jefe de Planta**

- Dar a conocer la Política de Calidad de la Organización.
- Establecer claros Objetivos de Calidad.
- Realización periódica de auditorias internas de calidad.
- Poner a disposición los recursos necesarios para el control y registro de los procedimientos de calidad.
- Dar a conocer a los Jefes de grupo la importancia de satisfacer los requisitos del cliente en cumplimiento de los estándares especificados.

#### **Ingeniero de Control de Calidad**

- Administrar el Plan de Calidad del Proyecto.
- Como control de calidad es responsable de verificar que se efectúe las actividades operativas establecidas en el Plan de Calidad.

- Reporta al Gerente de Proyecto la situación y/o cumplimiento del Plan de Calidad.
- Establecer una estrecha comunicación con QA/QC de FLUOR, e informar la realización de las pruebas con la debida antelación, para permitir la presencia del inspector QA/QC de FLUOR en caso de requerirlo.
- Inspeccionar, autorizar y liberar los materiales que serán incorporados de forma permanente al proyecto.
- Verificar el cumplimiento de los planes de puntos de inspección aprobados por FLUOR
- Elaborar y/o completar los datos de los registros de calidad establecidos en el Plan de Calidad.
- Emitir las no conformidades y efectuar su tratamiento y seguimiento hasta el cierre de las mismas.
- Organizar la elaboración final del Dossier de Calidad del Proyecto.

## **6 SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD**

HAUGY ha diseñado un Sistema de Gestión de la Calidad según las directivas de la norma ISO 9001:2000. Con base en ello, HAUGY ha elaborado un Plan de Calidad específico para el proyecto para FLUOR., dicho plan se basa en los procedimientos y/o documentos del Sistema de Gestión de la Calidad:

- Manual de la Calidad de HAUGY (MAC)
- Control de documentos y registros de la calidad PC4-01
- Producción PC7-01
- Compras PC7-02
- Diseño e Ingeniería de detalle PC7-03
- Comercial PC7-04

Asimismo, el Plan de Calidad del proyecto esta conformado por:

- Plan de Calidad PC
- Plan de Puntos de Inspección PPI
- Procedimientos Operativos de Calidad POC
- Instrucciones Técnicas Complementarias ITC
- Registros de Calidad

## **7 REVISIÓN DEL CONTRATO**

La relación entre FLUOR y HAUGY , es plasmada formalmente, la cual es acompañada de especificaciones técnicas y otros documentos que definen los requisitos de calidad para los trabajos del proyecto.

## **8 CONTROL DE DOCUMENTOS Y DATOS**

Toda la documentación empleada será organizada en forma sistemática, a fin de ordenar integralmente las actividades concernientes al objeto de contrato entre FLUOR y HAUGY ; se dará especial énfasis al control, registro, emisión y distribución de todos los documentos resultantes de las actividades comprendidas en la construcción.

### **Control de Documentación**

El control de la revisión, aprobación y puesta en marcha de los documentos del Plan de Calidad garantizará que las actividades del proyecto se ejecutarán en concordancia con los documentos vigentes. Toda modificación debe seguir la misma secuencia de aprobación que el documento original para proceder luego a su distribución.

### **Control de Archivo**

El Ingeniero de Control de Calidad mantendrá el archivo de la documentación de Calidad en el Dossier de Calidad del proyecto. El Jefe de Proyecto de HAUGY será responsable de disponer y mantener el archivo y dossier del proyecto.

El archivo debe garantizar el ordenamiento de los documentos, así como su fácil localización, control y protección adecuada para un período de cinco (05) años.

### **Codificación de documentos**

- Los documentos de gestión tendrán como identificación HAUGYPC-XX (XX: número de documento).
- Los procedimientos operativos de calidad tendrán como identificación HAUGYPOC-XX (XX: número de documento).
- Los documentos de calidad: Instrucciones Técnicas de Calidad (ITC), Plan de Puntos de Inspección (PPI) y Registros de Calidad (REG), tendrán la siguiente identificación: HAUGY-ITC-XX, HAUGY-PPI-XX, HAUGY-REG-XX, (XX: número de documento)

## **9 COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE**

En coordinación previa con el Ingeniero de Programación y de Control de Calidad de HAUGY, se determinarán los requerimientos y especificaciones que se deben cumplir durante la ejecución del proyecto, para luego revisar y aprobar con FLUOR verificando que se cumplen con las especificaciones y las bases del contrato antes de iniciar la ejecución de los trabajos asegurando los requerimientos de calidad.

Mediante el procedimiento de Coordinación del Proyecto (HAUGY-OC-01) se implementará la comunicación, coordinación y programación de trabajos del proyecto, así como el seguimiento semanal del avance del proyecto mediante las reuniones de coordinación registrando en la minuta de reunión.

## **10 CONTROL DE CAMBIOS**

HAUGY cuenta con un Procedimiento para "Consultas y Cambios de Ingeniería".

El Ing. de Oficina Técnica e Ing. de Control de Calidad, efectuarán las revisiones de los planos, especificaciones técnicas y los procedimientos suministrados por la ingeniería del proyecto para evaluar la necesidad de cambio o consultas en lo referente al alcance.

Se informará de los cambios al Gerente de Proyecto, Ingeniero Residente y Supervisor de Obra para que tomen las medidas del caso.

Estos cambios si fuera el caso serán valorizados y presentados para aprobación previa a FLUOR antes de iniciar la ejecución de los trabajos

## **11 ADQUISICIONES**

Los materiales y equipos a emplear en el proyecto, serán recepcionados, comprobando antes el cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto.

Las adquisiciones serán realizadas a proveedores calificados y aprobados por HAUGY según la evaluación realizada sobre la base de una lista de proveedores potenciales seleccionados por la empresa.

### **Control de materiales de proveedores**

El Jefe de Proyecto es responsable de establecer qué productos serán suministrados

por los proveedores, durante la fase de desarrollo del proyecto, estableciendo las características y especificaciones requeridas para la recepción, almacenamiento, manejo, aceptación y uso de los bienes que se suministre.

Los materiales adquiridos serán verificados y controlados antes de ingresar al almacén, a fin de constatar y garantizar las características, el estado físico, el cumplimiento de especificaciones técnicas, y el estado de conservación, siendo responsable de esta actividad el Ingeniero de Control de Calidad. Para la autorización del ingreso de los materiales al almacén el Ingeniero de Control de Calidad de HAUGY deberá proceder a verificar la conformidad de los siguientes documentos:

- Orden de Compra emitida por HAUGY
- Guías de entrega de los materiales y documentación de respaldo.
- Plan de Puntos de Inspección aplicable a la recepción de materiales.

Sólo los materiales recibidos que cumplan con los requisitos especificados son autorizados para su ingreso al almacén e identificados con el propósito de ser empleados solamente para este proyecto.

## **12 IDENTIFICACION Y TRAZABILIDAD DEL PRODUCTO**

HAUGY establecerá 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.

## **13 CONTROL DEL PROCESO DE CONSTRUCCION Y MONTAJE**

En la ejecución de los procesos de construcción y montaje se aplicarán los **Planes de Puntos de Inspección (PPI)** aprobados. Estos documentos definen los controles y pruebas que se deben realizar a través de todo el proceso; quedando constancia de las inspecciones realizadas en los respectivos Registros de Calidad indicados en dichos documentos. Dichos planes de puntos de inspección son:

*HAUGY-PPI-01. Control de Planos y Documentos*

*HAUGY-PPI-02. Recepción de Materiales*

HAUGY -PPI-03. *Actividades Previas al Inicio de la Soldadura*

HAUGY -PPI-04. *Armado y Soldeo*

HAUGY -PPI-05. *Preparación Superficial y Pintado*

HAUGY -PPI-06. *Inspección Final y Entrega*

#### **14 INSPECCION Y ENSAYO**

Las inspecciones, ensayos y pruebas serán según el plan de puntos de inspección y los que sean mutuamente acordados con la supervisión.

Las inspecciones y ensayos serán ejecutados durante todas las etapas de ejecución del proyecto. Todo control, inspección o ensayo será documentado mediante el registro de calidad correspondiente.

#### **15 CONTROL DE DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN Y SEGUIMIENTO**

Los equipos utilizados para el control e inspección, medición, verificación y calibración deberán estar en condiciones de uso y con calibración vigente. Los equipos de medida solicitados a los proveedores estarán acompañados del correspondiente certificado de calibración incluyendo las características técnicas exigidas y la documentación que demuestre su calibración vigente, además de señalar la duración del periodo de calibración.

El Ingeniero de Control 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.

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

## 16 ESTADO DE INSPECCIÓN Y ENSAYO

HAUGY . efectuará y ejecutará las diferentes inspecciones y ensayos según cada uno de los planes de los puntos de inspección, mediante dicho documento y los respectivos registros de calidad se mantendrá actualizado el estado de inspección y ensayo. El Ingeniero de Control de Calidad es el responsable de la aplicación de este numeral.

## 17 CONTROL DE NO CONFORMIDADES

El Sistema de Gestión de la Calidad de HAUGY establece el control de 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 Ingeniero de Control de Calidad.

El Ingeniero 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.

Las posibles disposiciones serán:

- a. Reparación para satisfacer los requerimientos especificados.
- b. Aceptación con o sin reparación.
- c. Reclasificación para otras aplicaciones.
- d. Rechazo definitivo o desecho.

Si los elementos no conformes son reparados, serán sometidos nuevamente a las inspecciones de proceso, esta actividad se controla en los **Registros de No Conformidades**.

## **18 ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS**

HAUGY , ha establecido dentro de su Sistema de Gestión de la Calidad, un procedimiento para medición análisis y mejora, en el cual se detalla las acciones a seguir en caso de observarse un producto no conforme y las acciones correctivas que esto implica o las acciones preventivas para evitar su ocurrencia y/o recurrencia a lo largo del desarrollo del proyecto.

## **19 MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA**

HAUGY ha establecido dentro de su Sistema de Gestión de la Calidad un instructivo de calidad para entrega, en el cual se indica la secuencia de actividades a seguir durante la manipulación, almacenamiento, el embalaje, despacho y entrega de los materiales y equipos a ser entregados a FLUOR.

## **20 CONTROL DE LOS REGISTROS DE CALIDAD**

HAUGY ha previsto el diseño y uso de registros de calidad los cuales son citados en los diferentes documentos que conforman el Plan de Calidad aplicable al proyecto.

El Ingeniero de Control de Calidad es responsable del uso de los diferentes registros de calidad, su cuidado y almacenamiento. Los diferentes registros de calidad son referidos en los Planes de Puntos de Inspección, Instructivos de Calidad y el Plan de Calidad. HAUGY mantendrá los archivos del proyecto durante cinco (05) años.

Esta información se estará actualizando según avance del proyecto y será soporte en la auditoria de calidad; el Dossier de calidad de prefabricado y

montaje del proyecto será entregado por HAUG S.A. a FLUOR, como parte de la terminación mecánica.

## **21 ENTRENAMIENTO, CAPACITACION Y CALIFICACION**

El personal que conforma la organización del proyecto es calificado y cuenta con el perfil requerido para el desempeño de las funciones a las cuales serán designadas. En el caso de presentarse alguna necesidad de capacitación, se establecerán actividades específicas destinadas a lograr la destreza requerida en todos los aspectos de calidad requeridos en el proyecto.

## **22 ANEXOS**

- Planes de Puntos de Inspección.

**ANEXO II**

**Plan de Puntos de Inspección.**

Nº	FASE DE INSPECCION	CARACTERISTIACS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTACION DE REFERENCIA	REGISTRO APLICABLE	CONTROL	
						HAUG	FLOUR
01	Revisión de documentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificaciones contractuales</li> <li>- Requerimientos de calidad</li> <li>- Códigos / estándares aplicables</li> <li>- Especificaciones técnicas</li> <li>- Planos de arreglo general o de ingeniería básica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrato</li> <li>- Requerimientos del cliente</li> </ul>	-	<input checked="" type="checkbox"/>	
02	Requerimientos de calidad y especificaciones técnicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Código aplicable</li> <li>- Dimensiones y arreglos generales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dibujos de arreglo general</li> <li>- Códigos y estándares aplicables</li> <li>- Datos de ingeniería</li> <li>- Especificaciones técnicas</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	
03	Ingeniería de detalle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensiones básicas y complementarias</li> <li>- Planos de detalle</li> <li>- Geometría de elementos</li> <li>- Materiales</li> <li>- Procesos necesarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Documental</li> <li>- Cálculos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dibujos de arreglo general</li> <li>- Códigos y estándares aplicables</li> <li>- Datos de ingeniería</li> <li>- Especificaciones técnicas</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	
04	Especificaciones de material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de materiales</li> <li>- Códigos aplicables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificaciones técnicas</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	
05	Revisión de planos de detalle y especificaciones técnicas aplicables	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de códigos y especificaciones</li> <li>- Requerimientos de calidad</li> <li>- Material</li> <li>- Tolerancias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Documental</li> <li>- Cálculos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificaciones de productos</li> <li>- Códigos y especificaciones</li> <li>- Planos de detalle</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	
06	Aprobación para construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detalles de fabricación</li> <li>- Detalles de ensamble</li> <li>- Inspección y pruebas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planos de detalle</li> <li>- Revisión por el cliente</li> </ul>	-	<input checked="" type="checkbox"/>	
07	Distribución de documentos a los responsables	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprobación para construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de planos</li> <li>- Especificaciones aprobadas</li> </ul>	-	<input checked="" type="checkbox"/>	

Nº	FASE DE INSPECCION	CARACTERISTICAS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTACION DE REFERENCIA	REGISTRO APLICABLE	CONTROL	
						HAUG	FLUOR
01	Elaboración de lista de materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones técnicas del Proyecto</li> <li>• Dimensiones</li> <li>• Cantidad</li> <li>• Certificado de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas ASTM</li> <li>• Planos aprobados para construcción</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	
02	Revisión del suministro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de remisión</li> <li>• Cumplimiento de especificaciones técnicas</li> <li>• Hojas técnicas de materiales</li> <li>• Cantidades, dimensiones, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> <li>• Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de materiales</li> <li>• Ordenes de compra y/o servicio</li> <li>• Certificados de Calidad</li> <li>• Especificaciones técnicas del proyecto</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	
03	Liberación física de materiales para uso en fabricación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conformidad de revisión</li> <li>• Cumplimiento de especificaciones técnicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de materiales</li> <li>• Certificados de Calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HAUG-RMAT</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	
04	Recepción en obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado de conservación</li> <li>• Codificación</li> <li>• Cantidad</li> <li>• Dimensiones</li> <li>• Estado de embalaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> <li>• Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía de remisión o packing list</li> <li>• Certificados de Calidad</li> <li>• Especificaciones técnicas del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPI-01-01</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

N°	ETAPA A INSPECCIONAR	CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTACION DE REFERENCIA	REGISTRO APLICABLE	CONTROL	
						HAUG	FLUOR
01	Retiro de materiales de almacén	- Liberación para fabricación	- Visual. - Documental.	- Lista de materiales - Registro de recepción de materiales	-	<input checked="" type="checkbox"/>	
02	Marcado de partes	- Procedimiento de marcado	- Visual - Instrumental	- Planos aprobados para construcción - Planos de distribución de corte	-	<input checked="" type="checkbox"/>	
03	Control dimensional	- Dimensiones de partes - Tolerancias	- Visual - Instrumental	- Planos aprobados para construcción	- HAUG-DIM	<input checked="" type="checkbox"/>	
04	Proceso de ensamble y apuntalado (Si es requerido, según planos)	- Dimensiones del ensamble - WPS aplicable - Geometría de la junta - Abertura de raíz - Alineamiento	- Instrumental - Visual - Documental	- Planos aprobados para construcción	- HAUG-DIM	<input checked="" type="checkbox"/>	
05	Proceso de soldadura	- Secuencia de soldadura - Selección de electrodo - Parámetros de soldadura - Limpieza entrapases	- Visual - Instrumental	- WPS aprobado - PQR aprobado	-	<input checked="" type="checkbox"/>	
06	Inspección visual de soldadura	- Discontinuidades de soldadura - Acabado	- Visual - Documental - Instrumental	- Especificaciones de proyecto - Estándar API 650	- HAUG-IVS	<input checked="" type="checkbox"/>	
07	Ensayos no destructivos (como sean requeridos)	- Tintes penetrantes - Inspección radiográfica	- Visual - Instrumental	- Especificaciones de proyecto - Estándar API 650	- HAUG-PT - HAUG-UT O - HAUG-RT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
08	Reparación de soldadura	- Procedimiento de reparación - Parámetros de soldadura	- Visual - Instrumental	- Especificaciones de proyecto - Estándar API 650	-	<input checked="" type="checkbox"/>	
09	Reinspección de reparaciones de soldadura	- Según ITEM 05	- Visual - Documental - Instrumental	- Especificaciones de proyecto - Estándar API 650	- HAUG-IVS	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Control dimensional final y liberación para protección superficial	- Dimensiones finales - Tolerancias - Identificación	- Visual - Instrumental	- Planos aprobados para construcción	- HAUG-DIM	<input checked="" type="checkbox"/>	

Nº	ETAPA A INSPECCIONAR	CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTACION DE REFERENCIA	REGISTRO APLICABLE	CONTROL	
						HAUG	FLUOR
01	Preparación superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza</li> <li>- Abrasivo</li> <li>- Equipo de operación manual</li> <li>- Verificación del sistema de pintado</li> <li>- Grado de adherencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Documental</li> <li>- Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificaciones de proyecto</li> <li>- Normas SSPC</li> <li>- Especificaciones del fabricante de pintura</li> </ul>	- HAUG-LSUP	<input checked="" type="checkbox"/>	
02	Control de productos antes de inicio de pintado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Codificación</li> <li>- Limpieza superficial</li> <li>- Autorización para inicio de pintado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planos de detalle</li> <li>- Normas SSPC</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	
03	Pintado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación</li> <li>- Tonalidad superficial</li> <li>- Condiciones ambientales</li> <li>- Punto de rocío</li> <li>- Control de espesor de película húmeda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de pintado contractual</li> <li>- Especificaciones del fabricante de pintura</li> <li>- Normas SSPC</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	
04	Control de espesor de película seca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Método de inspección</li> <li>- Especificaciones</li> <li>- Areas con bajo espesor e imperfecciones</li> <li>- Adherencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Documental</li> <li>- Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de pintado contractual</li> <li>- Especificaciones del fabricante de pintura</li> <li>- Normas SSPC</li> </ul>	- HAUG-PSUP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
05	Liberación final de elementos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dossier de calidad</li> <li>- Embalaje</li> <li>- Retoque final de pintura</li> <li>- Guía de remisión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de calidad</li> <li>- Planos aprobados para construcción</li> </ul>	- HAUG-LIBF	<input checked="" type="checkbox"/>	

Nº	ETAPA A INSPECCIONAR	CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	REGISTRO APLICABLE	CONTROL	
						HAUG	FLUOR
01	Chequeos dimensionales finales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivelación</li> <li>• Alineamiento</li> <li>• Desviaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Instrumental.</li> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos de arreglo general</li> <li>• Especificaciones técnicas del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HAUG/DIM</li> <li>• HAUG/VERT</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	
02	Dossier final del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de los puntos de inspección</li> <li>• Registros e inspecciones completas</li> <li>• Certificados de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones técnicas</li> <li>• Plan de calidad</li> <li>• Registros de inspección</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03	Entrega final de Obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conformidad de obra</li> <li>• Cierre de cuaderno de obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dossier de calidad</li> <li>• Cuaderno de obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HAUG/LIBF</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## **ANEXO III**

### **Certificado de Calidad de los materiales ingresados a planta**



**CORPORACION  
ACEROS AREQUIPA S.A.**

Parque Industrial- Calle Jacinto Ibañez 111 Apartado 143 - (Email: mktng@acerosarequipa.com) Arequipa Telfs.: 232430 Fax.: 219796 Arequipa - Perú

**CERTIFICADO DE CALIDAD**

PRODUCTO : BARRA REDONDO PULIDA  
PROCEDENCIA : PLANTA N°1 - AREQUIPA  
CLIENTE : COMERCIAL DEL ACERO S.A.

N° 0846  
NORMA TECNICA : ASTM A36  
NORMA DE ENSAYO : ASTM E8  
N° GUIA DE REMISION : 001-54538

*COMERCIAL DEL ACERO S.A.  
Departamento Almacén*

DIMENSIONES	N° DE COLADA	AREA (mm²)	PROPIEDADES MECANICAS			DOBLADO 180°	COMPOSICION QUIMICA EN LA CUCHARA (%)			
			LIMITE FLUENCIA kg/mm²	RESIST. TRACCION kg/mm²	ALARGAM. EN 200 mm %		C	Mn	P	S
REDO PULI A36 1.1/2"x 6M	187045	661	29.90	45.10	30.00	---	0.14	0.69	0.013	0.012
REDO PULI A36 2"x 6M	180594	651	29.10	46.50	25.00	---	0.15	0.76	0.016	0.017

AREQUIPA, 25 - 07 - 2006

**CORPORACIÓN  
ACEROS AREQUIPA S.A.**



ISO 9001  
Certificate Number: 33215

*Mijail Fernández Rodríguez*

**Ing° Mijail Fernández Rodríguez**  
JEFE DPTO. CONTROL DE CALIDAD





**CORPORACION  
ACEROS AREQUIPA S.A.**

Parque Industrial- Calle Jacinto Ibañez 111 Apartado 143 - (Email: mltmg@acerosarequipa.com) Arequipa Telfs: 200450 Fax: 216798 Arequipa - Perú

**CERTIFICADO DE CALIDAD**

PRODUCTO : BARRA REDONDO PULIDA  
 PROCEDENCIA : PLANTA N°1 - AREQUIPA  
 CLIENTE : COMERCIAL DEL ACERO S.A.

N° : 0046  
 NORMA TECNICA : ASTM A36  
 NORMA DE ENSAYO : ASTM E8  
 N° GUIA DE REMISION : 001-04538

*COMERCIAL DEL ACERO S.A.  
Departamento Arequipa*

Dimensiones	N° Colada	Fluencia (Mpa)	Tracción (Mpa)	Alargamiento en 2%	Composición Química(%)			
					C	Mn	P	S
PL6X1500X6000	6222027	255	461	37	0.16	0.8	0.017	0.005
PL9.5X1500X6000	6342097	255	461	37	0.16	0.8	0.017	0.005
PL12X1500X3000	7688-1	255	461	37	0.16	0.8	0.017	0.005
PL25X1500X3000	927638	255	461	37	0.16	0.8	0.017	0.005

AREQUIPA, 25-07-2006

**CORPORACIÓN  
ACEROS AREQUIPA S.A.**



**ISO 9001**  
Certified Number: 3004

*[Handwritten Signature]*

**Ing° Mikhail Fernández Rodríguez**  
JEFE DPTO. CONTROL DE CALIDAD





烟台鲁泰钢管有限公司  
YANTAI LIDAO STEEL PIPE CO., LTD.

产品质量证明书  
MILL TEST CERTIFICATE

烟台市幸福中路185号  
NO.185 XINGFU MIDDLE ROAD, YANTAI, CHINA  
TEL: 0086-535-6803046/6854150 FAX: (0535)8842245  
HTTP://WWW.LIDAOSTEELPIPE.COM

PAGE 1 OF 1

订货单位 PURCHASER	COMPASID S.V.	产品名称 DESCRIPTION OF GOODS	无缝碳钢管 SEAMLESS CARBON STEEL PIPE	
收货单位 CUSTOMER	COMPASID S.V.	客户代号 CUSTOMER'S NO.	L90082	证书号 CERTIFICATE NO.
规格 SPECIFICATION	ASTM A 42-01 ASTM A 106-94 A 589/A 1068	交货日期 DATE OF DELIVERY	20060902	合同号 CONTRACT NO.
		客户订单编号 P.O. NO.		签发日期 DATE OF ISSUE
		工厂检验印章 STAMP OF MILL INSPECTOR	YANTAI LIDAO STEEL PIPE CO. LTD.	

件数 Total Pieces	20	重量 Total Weight	7.350MT	交货状态 Delivery Condition	热轧 As-rolled	制造方法 Making Method	热轧无缝 Hot Finished Seamless
总长度 Total Length	6.00 ~ 6.09 m		总重量 Total Weight	5	订货量 Order Quantity	26.19 MT	

炉号 Heat No.	化学成分 % Chemical Composition										拉伸试验 Tensile Test 按 GB 6.1-4					冲击试验 Impact Test				硬度 Hardness Test
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Mo	Cr	V	Ni	抗拉 Rm	屈服 ReL	伸长 EL	断面收缩率 Z	冲击功 KV2	1	2	3	平均值 AVE.	
最小值 MIN	0.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	240	115	25.0	59	995					
最大值 MAX	0.35	0.30	0.35	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	285	181	36.0							
1504786	0.19	0.25	0.49	0.11	0.12	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	282	165	35.0							

外观 E.T.	表面 E.A.I.	超声波 U.I.	磁粉 M.P.I.	外观尺寸 Visual Dimensions	涂层 Coating	通径检验 Drift Test	静水压力 Hydrostatic Pressure	静水压力时间 Duration of Time
—	Good	—	—	Good	—	—	—	—
扩口 Expansion	环状扩口 Ring	环状拉伸 Ring Tensile	压扁 Flattening	弯曲 Bending	卷边 Flanging	精放 SSC	低倍 Macrostructure	热处理工艺 Heat Treatment
—	—	—	Good	—	—	—	—	—

注 样 NOTES: 2\* 化学成分 Chemical Composition; 3\* 管体 Pipe Body; 4\* 2-纵向 Transverse; 5\* 0-板状试样 Strip X 38.10mm; 6.1-公称长度 L±50.8mm or 2in;

备注 Remark: 本证书只适用于本产品, 均按标准规定抽样、试验和检验, 符合标准及合同要求。  
WE HEREBY CERTIFY THAT THE MATERIAL HEREIN DESCRIBED HAS BEEN MANUFACTURED, SAMPLED, TESTED AND INSPECTED IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENTS OF ABOVE SPECIFICATION AND PURCHASE ORDER AND MET THE REQUIREMENTS.

CHIEF OF QUALITY CONTROL



COATINGS S.R.L. UNA SUBSIDIARIA DE THE SHERWIN WILLIAMS COMPANY, CLEVELAND OHIO, USA

## CERTIFICADO DE CALIDAD

**PRODUCTO : COPOXY SHOP PRIMER**

**N° 0344-06**

PRODUCTO FORMULADO EN BASE A:	Resina Epóxy Poliamida
CODIGO:	E05 110P0330
COLOR:	Amarillo Ocre
PIGMENTO:	Pigmentos especiales
CARACTERÍSTICAS:	
- Contenido Sólidos en Peso:	85 +/-2%
- Contenido Sólidos en Volumen:	72 +/-2%
- Peso Específico:	1.56+/-0.02
- Rendimiento Teórico: (a 3 Mils película seca)	35.8m <sup>2</sup> /galón
- Diluyente:	R10033 D500
- Viscosidad de Entrega:	110+/- 5 KU (25°)
- Secado Tacto:	1-2 horas a 25°C
- Secado Duro:	7 días
- Tiempo de Repintado:	8 horas mín. – 1 año máx.
-Estabilidad en Envase Sellado (20°C):	1 año
- POT LIFE (20°C) 1 lt.:	4 horas
- N° de componentes:	2
- Relación Mezcla	1A : 1B (vol)

**CLIENTE: HAUG S.A.**

**LOTES: O/M14177. 2287(B)**

**FECHA: 14-06-06**

El presente certificado se extiende por Coatings S.R.L., quien asume la garantía con el cliente, bajo el respaldo de la subsidiaria fabricante del producto.

  
COATINGS S.R.L.  
SEGUNDO DE LA CRUZ BANCES  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Av. Arboleda N° 115 – Urb. Santa Raquel – II Etapa Ate – Lima 3 – Perú  
Central : (511) 3494770 Fax : (511) 3496275  
E-mail : coatings@coatings.com.pe



COATINGS S.R.L. UNA SUBSIDIARIA DE THE SHERWIN WILLIAMS COMPANY, CLEVELAND OHIO, USA

## CERTIFICADO DE CALIDAD

**PRODUCTO : TAR GUARD PE**

**Nº 0344-06**

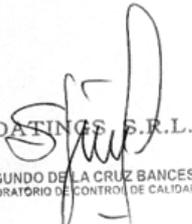
PRODUCTO FORMULADO EN BASE A:	Resina epóxica y Alquitrán de hulla
CODIGO:	T02400P909A
COLOR:	Negro
PIGMENTO:	Breas especiales
CARACTERÍSTICAS:	
- Contenido Sólidos en Peso:	82 +/-2%
- Contenido Sólidos en Volumen:	74 +/-2%
- Peso Específico:	1.58 +/-0,05
- Rendimiento Teórico: (a 8 Mils película seca)	13.80 m <sup>2</sup> /galón
- Diluyente:	
- Viscosidad de Entrega:	140 +/- 5 KU (25°)
- Secado Tacto	4 horas
- Curado final	10 días
- - Tiempo de Repintado:	18 horas mín. - máx. 24 días
-Estabilidad en Envase Sellado (20°C):	12 meses
- POT LIFE (20°C) 1lt :	4 horas
- Nº de componentes:	2
- Relación Mezcla:	4 (A) y 1 (B) en volumen

**CLIENTE: HAUG S.A.**

**LOTES: O/M14177. 2287(B)**

**FECHA: 14-06-06**

El presente certificado se extiende por Coatings S.R.L., quien asume la garantía con el cliente, bajo el respaldo de la subsidiaria fabricante del producto.

  
COATINGS S.R.L.  
SEGUNDO DE LA CRUZ BANCES  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Av. Arboleda Nº 115 – Urb. Santa Raquel – II Etapa Ate – Lima 3 – Perú  
Central : (511) 3494770 Fax : (511) 3496275  
E-mail : coatings@coatings.com.pe

COATINGS S.R.L. UNA SUBSIDIARIA DE THE SHERWIN WILLIAMS COMPANY, CLEVELAND OHIO, USA

## CERTIFICADO DE CALIDAD

**PRODUCTO : MACROPOXY 646**

**Nº 0344-06**

PRODUCTO FORMULADO EN BASE A:	Resina Epóxy Poliámidoamina
CODIGO:	E03 6467040
COLOR:	Ral 7040
COMPOSICIÓN:	- Pigmento : 48 +/-2% - Vehículo : 52 +/-2%
PIGMENTO:	Pigmentos especiales y Extendedores Inertes
VEHÍCULO:	- No Volátil : 65.5+/-2% - Volátil : 34.5+/-2%
CARACTERÍSTICAS:	
- Contenido Sólidos en Peso:	84 +/-2%
- Contenido Sólidos en Volumen:	72 +/-2%
- Peso Específico:	1,52+/-0,02
- Rendimiento Teórico: (a 1 Mils película seca)	107 m <sup>2</sup> /galón
- Diluyente:	R10 646 D0500
- Viscosidad de Entrega:	110+/- 5 KU (25°)
- Secado Tacto:	1-2 horas a 25°C
- Secado Duro:	7 días
- Tiempo de Repintado:	8 horas mín. – 3 meses máx.
-Estabilidad en Envase Sellado (20°C):	1 año
- POT LIFE (20°C) 1 lt.:	4 horas
- Nº de componentes:	2
- Relación Mezcla	1A : 1B (vol)

**CLIENTE: HAUG S. A.**

**LOTES: O/M14177. 2287(B)**

**FECHA: 14-06-06**

El presente certificado se extiende por Coatings S.R.L., quien asume la garantía con el cliente, bajo el respaldo de la subsidiaria fabricante del producto.



COATINGS S.R.L.  
 SEGUNDO DE LA CRUZ BANCES  
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Av. Arboleda Nº 115 – Urb. Santa Raquel – II Etapa Ate – Lima 3 – Perú  
 Central : (511) 3494770 Fax : (511) 3496275  
 E-mail : coatings@coatings.com.pe

COATINGS S.R.L. UNA SUBSIDIARIA DE THE SHERWIN WILLIAMS COMPANY, CLEVELAND OHIO, USA

## CERTIFICADO DE CALIDAD

**PRODUCTO : MACROPOXY 646**

**N° 0344-06**

PRODUCTO FORMULADO EN BASE A:	Resina Epóxy Poliámidoamina
CODIGO:	E03 6461004
COLOR:	Ral 1004
COMPOSICIÓN:	- Pigmento : 48 +/-2% - Vehículo : 52 +/-2%
PIGMENTO:	Pigmentos especiales y Extendedores Inertes
VEHÍCULO:	- No Volátil : 65.5+/-2% - Volátil : 34.5+/-2%
CARACTERÍSTICAS:	
- Contenido Sólidos en Peso:	84 +/-2%
- Contenido Sólidos en Volumen:	72 +/-2%
- Peso Específico:	1,53+/-0,02
- Rendimiento Teórico: (a 1 Mils película seca)	107 m <sup>2</sup> /galón
- Diluyente:	R10 646 D0500
- Viscosidad de Entrega:	110+/- 5 KU (25°)
- Secado Tacto:	1-2 horas a 25°C
- Secado Duro:	7 días
- Tiempo de Repintado:	8 horas mín. – 3 meses máx.
-Estabilidad en Envase Sellado (20°C):	1 año
- POT LIFE (20°C) 1 lt.:	4 horas
- N° de componentes:	2
- Relación Mezcla	1A : 1B (vol)

**CLIENTE: HAUG S.A.**

**LOTES: O/M14177. 2287(B)**

**FECHA: 14-06-06**

El presente certificado se extiende por Coatings S.R.L., quien asume la garantía con el cliente, bajo el respaldo de la subsidiaria fabricante del producto.



COATINGS S.R.L.  
 SEGUNDO DE LA CRUZ BANCES  
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Av. Arboleda N° 115 – Urb. Santa Raquel – II Etapa Ate – Lima 3 – Perú  
 Central : (511) 3494770 Fax : (511) 3496275  
 E-mail : coatings@coatings.com.pe

## **ANEXO IV**

# **Certificado de Calidad de los Instrumentos de Medición**

SU ASISTENTE DE CONFIANZA

NEXTEL: 837\*4182

**TERMOFIX** S.R.L.

TERMOMETROS - MANÓMETROS - VACUOMETROS - HIGRÓMETROS - DENSÍMETROS  
MEDIDORES DE PH

### CONSTANCIA DE CONTRASTACION

La Molina, 01 de Junio de 2006

Señores  
HAUG S.A.

Ref: Fact. N° 001- 02249 del 01 / 06 / 06

### TERMO HIGRÓMETRO DIGITAL - JUMBO DISPLAY

El instrumento referido en el rubro, reúne las siguientes características:

DIMENSIONES : 10 x 11 x 3 cms  
CABLE SENSOR : 3,00 mts largo, para temp. exterior  
RANGO TEMP. : -50 + 70 °C : 0,1 °C  
RANGO HUMEDAD : 20 a 100%Rh : 0,1 %  
PIEZAS N° : 02 unid.

### CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO

Los instrumentos son fabricados en origen bajo las estrictas normas de calidad, aprobados por la Comunidad Europea (C.E.) y son remitidos directamente a nuestra Empresa, PREVIA CALIBRACIÓN EN FABRICA.

Nuestra Empresa, antes de la entrega al cliente, contrasta la exactitud de los mismos, como norma de aseguración de su funcionamiento.

Los instrumentos antes de ser entregados al cliente, son sometidos al contraste durante VEINTICUATRO HORAS en nuestras oficinas.

TERMOFIX S.R.L.  
Angel Alberto B. B. N.  
Gerente General

Calle Los Ceibos N° 177 Of. 306 - Urb. Camacho. Telefax: 436-5320 / 436-5783  
E-mail: info@termofix.com.pe / Web: www.termofix.com.pe



**INFORME DE CALIBRACIÓN EIME**

Nombre:	Wincha metálica	Informe N°:	451	Fecha:	03 - Mayo - 2006
Marca:	ASSIST	Tipo:	---		
Rango de medición:	0 a 8000 mm	N° de Serie:	---		
División Mínima:	1 mm	Usuario:	Calidad		
Area:	Operaciones	Código Haug S.A.:	EWMC 1241		
<b>PATRONES A USAR</b>					
Patrón empleado:	Regla Metálica ERMG-1021				
Trazabilidad con:	Calib. Pie de Rey ECMM 1000	Certificado :	Informe de Calibración 451		
Documento de Referencia:	Instructivo de Calibración IC7-01-11				
Condiciones de Calibración	Ambientales				
Fecha de Calibración:	03 - Mayo - 2006	Próxima Calibración:	03 - Noviembre - 2006		
<b>PUNTOS DE CONTROL</b>					
1.- Aspecto General del Instrumento :					
Buen estado de conservación					
2.- Control de Medidas :					
Item	Valor Patrón (mm)	Valor Instrumento (mm)		Errores (mm)	
		Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente
1	1000	1000.30	1000.60	-0.30	-0.60
2	2000	2000.45	2000.75	-0.30	-0.30
3	3000	3000.30	3000.45	-0.30	-0.30
4	4000	4000.45	4000.65	-0.45	-0.65
5	4500	4500.40	4500.60	-0.40	-0.60
3. Incertidumbre de Medición: $\pm 0,10$ mm					
<b>RESULTADOS Y OBSERVACIONES</b>					
Conforme <input checked="" type="checkbox"/> <span style="margin-left: 200px;">No Conforme <input type="checkbox"/></span>					
<b>APROBACIÓN FINAL</b>					
Elaborado por: <u>Erick Guillén</u>			Aprobado por: <u>Harley Orrego</u>		
Fecha: <u>03- Mayo - 2006</u>			Fecha: <u>03-Mayo - 2006</u>		
Firma: _____			Firma: _____		



**INFORME DE CALIBRACIÓN EIME**

Nombre:	Wincha metálica	Informe N°:	450	Fecha:	03 - Mayo - 2006
Marca:	ASSIST	Tipo:	---		
Rango de medición:	0 a 8000 mm	N° de Serie:	---		
División Mínima:	1 mm	Usuario:	Calidad		
Area:	Operaciones	Código Haug S.A.:	EWMC 1240		

**PATRONES A USAR**

Patrón empleado:	Regla Metálica ERMG-1021				
Trazabilidad con:	Calib. Pie de Rey ECMM 1000	Certificado :	Informe de Calibración 450		
Documento de Referencia:	Instructivo de Calibración IC7-01-11				
Condiciones de Calibración	Ambientales				
Fecha de Calibración:	03 - Mayo - 2006	Próxima Calibración:	03 - Noviembre - 2006		

**PUNTOS DE CONTROL**

1.- Aspecto General del Instrumento :

Buen estado de conservación

2.- Control de Medidas :

Item	Valor Patrón (mm)	Valor Instrumento (mm)		Errores (mm)	
		Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente
1	1000	1000.30	1000.60	-0.30	-0.60
2	2000	2000.45	2000.75	-0.45	-0.75
3	3000	3000.30	3000.45	-0.30	-0.45
4	4000	4000.45	4000.65	-0.45	-0.85
5	4500	4500.40	4500.60	-0.40	-0.60

3. Incertidumbre de Medición:  $\pm 0,10$  mm

**RESULTADOS Y OBSERVACIONES**

Conforme

No Conforme

**APROBACIÓN FINAL**

Elaborado por: Erick Guillén

Aprobado por: Harley Orrego

Fecha: 03 - Mayo - 2006

Fecha: 03-Mayo - 2006

Firma: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_



**INFORME DE CALIBRACIÓN EIME**

Nombre:	Wincha metálica	Informe N°:	452	Fecha:	03 – Mayo – 2006
Marca:	ASSIST	Tipo:	---		
Rango de medición:	0 a 8000 mm	N° de Serie:	---		
División Mínima:	1 mm	Usuario:	Calidad		
Area:	Operaciones	Código Haug S.A.:	EWMC 1242		

**PATRONES A USAR**

Patrón empleado:	Regla Metálica ERMG-1021				
Trazabilidad con:	Calib. Pie de Rey ECMM 1000	Certificado :	Informe de Calibración 452		
Documento de Referencia:	Instructivo de Calibración IC7-01-11				
Condiciones de Calibración	Ambientales				
Fecha de Calibración:	03 – Mayo – 2006	Próxima Calibración:	03 – Noviembre – 2006		

**PUNTOS DE CONTROL**

1.- Aspecto General del Instrumento :

Buen estado de conservación

2.- Control de Medidas :

Item	Valor Patrón (mm)	Valor Instrumento (mm)		Errores (mm)	
		Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente
1	1000	1000.30	1000.60	-0.30	-0.60
2	2000	2000.45	2000.75	-0.45	-0.60
3	3000	3000.30	3000.45	-0.30	-0.30
4	4000	4000.45	4000.65	-0.45	-0.65
5	4500	4500.40	4500.60	-0.40	-0.60

3. Incertidumbre de Medición:  $\pm 0,10$  mm

**RESULTADOS Y OBSERVACIONES**

Conforme

No Conforme

**APROBACIÓN FINAL**

Elaborado por: Erick Guillén

Aprobado por: Harley Orrego

Fecha: 03- Mayo – 2006

Fecha: 03-Mayo – 2006

Firma: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_



# **ANEXO V**

## **Calificación de Soldadores**



<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR</b>		<b>WPQR</b>	
<i>De acuerdo al código API 650</i>		HOJA:	1 de 1
		EMISION:	01/01/09
		REVISION:	0

REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)			
Nombre del Soldador: <u>Richar Nixon Walter Vasquez</u>		DNI: <u>42236321</u>	Estampa: RNWV WPQ No: ---
Identificación de WPS seguido por el soldador: <u>WPS-SIME-01</u>		Rev <u>0</u>	Fecha: <u>09-09-2009</u>
Variables de soldadura	Valor Usado en la Calificación	Rango Calificado	
Proceso / Tipo:	<b>SMAW</b>	<b>SMAW</b>	
Electrodo (Simple o manual)	---	---	
Corriente / Polaridad	<b>CCEP (+)</b>	---	
Posición:	<b>3G</b>	<i>Ranurada: Plana, horizontal y vertical</i>	
		<i>Filete: Plana, Horizontal y vertical</i>	
Progresión de Soldadura	<b>Ascendente</b>	<b>Ascendente</b>	
Respaldo o Backing	<b>Con respaldo</b>	<b>Con respaldo (ver 4.23)</b>	
Material / Especificación	<b>ASTM A36</b>	---	
Metal Base			
Espesor (Plancha)	<b>6 mm</b>		
A tope	---		
Filete	---	<b>Ver Tabla 4.11 Nota d</b>	
Espesor (tubería)	---		
A tope:	---		
Filete:	---		
Diámetro (tubería)	---		
A tope:	---		
Filete:	---		
Metal de Aporte	<i>[Firma]</i>		
No Especificación	<b>A5.18</b>		
Clase	<b>ER70S-6</b>		
Nombre Comercial	<b>CARBOFIL PS-6 GC</b>		
Tipo gas / fundente	<b>80%Ar+20%CO2</b>		
Otros	---		
<b>INSPECCION VISUAL</b>			
Aceptable <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
<b>Resultados de la Prueba de Doble Guiado (Reporte N°: 093-09, Soldexa)</b>			
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
RNWV-DL-1	<b>Aceptable</b>	RNWV-DL-3	<b>Aceptable</b>
RNWV-DL-2	<b>Aceptable</b>	RNWV-DL-4	<b>Aceptable</b>
<b>Resultados de Pruebas de Filete</b>			
Apariencia: ---	Dimensión Filete: ---		
Prueba de fractura penetración raíz: ---	Macro Alaque: ---		
Inspeccionado por: ---	Prueba No: ---		
Organización: ---	Fecha: ---		
<b>Resultados de Prueba Radiográfica</b>			
Identificación Placa	Resultado	Observaciones	Identificación Placa
---	---	---	---
---	---	---	---
Interpretado por:	CWI Juan Guardia Gallegos		Prueba No: Reporte N°: 093-09, Soldexa
Organización:	SOLDEXA S.A.		Fecha: 09-09-2009
Calificación Conducida por:	CWI Juan Guardia Gallegos		Nro. CWI: 05080061
<small>No obstante, los abajo firmantes certificamos que los datos registrados son correctos y que las pruebas fueron preparadas, solicitadas y ensayadas de acuerdo a los requerimientos de la sección IV del Código estructural AWS D1.1-2008.</small>			
Fabricante o Contratista:	Elaborado por:		
Fecha:	Autorizado por:		

**ANEXO VI**

**Registro de Calificación de  
Soldadura WPS, PQR**

<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)</b>		Rev.: 2
		Fecha: 10/12/07
		Pág.: 1 de 2

<b>ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b>								
<b>PRECALIFICADO</b> <input type="checkbox"/>	<b>CALIFICADO POR PRUEBA</b> <input checked="" type="checkbox"/>							
Nombre de Compañía _____	Identificación # <u>PQR-34</u>							
Proceso(s) de Soldadura <u>SMAW</u>	Revisión <u>0</u> Fecha _____							
Soporte PQR N°(s): <u>PQR-34</u>	Autorizado por _____							
	Tipo Manual <input checked="" type="checkbox"/> Semi-automático <input type="checkbox"/>							
	Maquina <input type="checkbox"/> Automático <input type="checkbox"/>							
<b>DISEÑO DE LA JUNTA USADA</b>								
Tipo <u>A tope con bisel</u>								
Simple <input checked="" type="checkbox"/> Doble <input type="checkbox"/>								
Respaldo Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>								
Material de Respaldo _____								
Abertura de Raiz <u>3mm</u> Dimension cara raiz _____								
Angulo de Bisel <u>60°</u> Radios (J - U) _____								
Resanado Posterior Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>								
Metodo <u>Por esmerilado</u>								
<b>METAL BASE</b>								
Especificación del Material <u>ASTM A36</u>								
Tipo o Grado _____								
Espeor A tope: <u>12.7mm</u> Filete: _____								
Diámetro (tubo): _____								
<b>METAL DE APORTE</b>								
Especificación AWS: <u>A5.1</u>								
Clasificación AWS: <u>E7018</u>								
<b>PROTECCION</b>								
Fundente: _____ Gas _____								
Composición _____								
Fundente-electrodo(clase) _____ Ratio de Alimentación _____								
Tamaño de la boquilla _____								
<b>PRECALENTAMIENTO</b>								
Temp de Pre calentamiento Min _____								
Temp entre pases Min _____ Max _____								
<b>TRATAMIENTO TERMICO POST SOLDADURA</b>								
Temp. _____								
Tiempo _____								
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Pase o Capa	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diam.	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1	SMAW	E7018	1/8"	CC E(+)	95-105	21-23	10-12.	
2-n+1	SMAW	E7018	5/32"	CC E(+)	100-130	23-25	10-12.	

	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)</b>	Rev.:	2
		Fecha:	10/12/07
		Pág.:	1 de 2

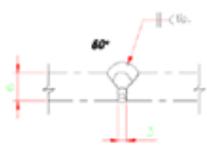
<b>PROCEDURE QUALIFICATION RECORD PQR</b>						
<b>Ensayo de Traccion</b>						
Especimen N°	Ancho	Espesor (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Carga Maxima de Traccion (Kn)	Esfuerzo Maximo (Mpa)	Características de rotura y Ubicación
PQR-T	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
<b>Prueba de Doblez</b>						
Especimen N°	Tipo de Doblez		Resultado	Observaciones		
PQR-T-R1	Raiz		Aceptado	—		
PQR-T-R2	Raiz		Aceptado	—		
PQR-T-C2	Cara		Aceptado	—		
PQR-T-C2	Cara		Aceptado	—		
<b>Inspeccion Visual</b>						
Apariencia	Buena					
Socavacion	Ninguna					
Porosidad	Ninguna					
Convexidad	Ninguna					
Nombre del Soldador						
Firma Jefe de Control de calidad						

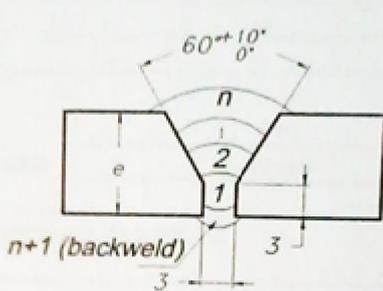
Temp entre pases      min. —      max. —      Temp. —  
Tiempo —

<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Pase o Capa	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diam.	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1	SMAW	E7018	1/8"	CC E(+)	95-105	21-23	10-12.	
2-n+1	SMAW	E7018	5/32"	CC E(+)	100-130	23-25	10-12.	

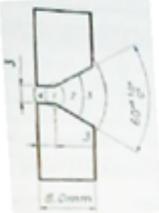
<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)</b>		Rev.:	2
		Fecha:	10/12/07
		Pág.:	---

<b>PROCEDURE QUALIFICATION RECORD PQR</b>						
<b>Ensayo de Traccion</b>						
Especimen N°	Ancho	Espesor (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Carga Maxima de Traccion (Kn)	Esfuerzo Maximo (Mpa)	Caracteristicas de rotura y Ubicacion
PQR-T						
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
<b>Ensayo de Doblez Guiado</b>						
Especimen N°	Tipo de Doblez		Resultado	Observaciones		
PQR-T-R1	Raiz		Aceptado	---		
PQR-T-R2	Raiz		Aceptado	---		
PQR-T-C2	Cara		Aceptado	---		
PQR-T-C2	Cara		Aceptado	---		
<b>Inspeccion Visual</b>						
Apariencia	Buena					
Socavacion	Ninguna					
Porosidad	Ninguna					
Convexidad	Ninguna					
Nombre del Soldador						
Firma Jefe de Control de calidad						

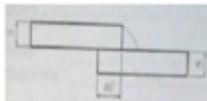
Tiempo _____								
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Pase o Capa	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diam.	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1	SMAW	E7018	1/8"	CC E(+)	95-105	21-23	10-12.	
2-n+1	SMAW	E7018	5/32"	CC E(+)	100-130	23-25	10-12.	

ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (De acuerdo a ASME Sección IX)		/ WPS	
		HOJA:	1 de 2
		EMISION:	23/05/05
		REVISION:	0
<b>QW-482 - ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b>			
Nombre de la compañía: _____		Por: _____	
Especificación de Procedimiento No. <u>      </u> / WPS - 253		Fecha: <u>24-07-2006</u>	PQR de soporte: <u>      </u> / PQR - 055
Revisión No. <u>      </u> 0		Fecha: <u>24-07-2006</u>	
Proceso(s) de soldadura: <u>      </u> SMAW		Tipo: <u>      </u> Manual	
<b>JUNTA (QW-402)</b> Diseño de junta: <u>      </u> A tope Respaldo: (Si) <u>      </u> X (No) <u>      </u> - Material de respaldo: (Tipo): <u>      </u> Metal de soldadura <input checked="" 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 especificada.</small>	<b>Detalles</b> 		
<b>METAL BASE (QW-403)</b>			
Nº P. <u>      </u> 1	Grupo Nº <u>      </u> 1	al Nº P. <u>      </u> 1	Grupo Nº <u>      </u> 1
O			
Especificación de tipo y grado: _____		ASTM A36	
Hasta la especificación de tipo y grado: _____		ASTM A36	
O			
Análisis químico y propiedades mecánicas: _____		-	
Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas: _____		-	
<b>Rango de espesores</b>			
Metal base:	Ranura: <u>      </u> Desde 9.50 hasta 12.70 mm	Filete: _____	-
Diam. Tubo	Ranura: <u>      </u> -	Filete: _____	-
Otro	<u>      </u> -	<u>      </u> -	-
<b>METAL DE APORTE (QW-404)</b>			
Especificación Nº (SFA)	<u>      </u> SFA-5.1	<u>      </u> SFA-5.1	
AWS No (Clase)	<u>      </u> E7018	<u>      </u> E7018	
Nº F	<u>      </u> 4	<u>      </u> 4	
Nº A	<u>      </u> 1	<u>      </u> 1	
Tamaño del electrodo	<u>      </u> 3.25 mm	<u>      </u> 2.5 mm	
<b>Metal depositado</b>			
<b>Rango de espesores</b>			
Ranura	<u>      </u> Hasta 12.7 mm		
Filete	<u>      </u> -	<u>      </u> -	
Fundente (clase)	<u>      </u> -	<u>      </u> -	
Fundente nombre comercial	<u>      </u> -	<u>      </u> -	
Inserto consumible	<u>      </u> -	<u>      </u> -	

<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR) de acuerdo a ASME seccion IX</b>	Rev.:	2
	Fecha:	10/12/07
	Pág.:	1 de 2

ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)								
<b>PRECALIFICADO</b> <input type="checkbox"/>				<b>CALIFICADO POR PRUEBA</b> <input checked="" type="checkbox"/>				
Nombre de Compañía _____				Identificación # <u>PQR-34</u>				
Proceso(s) de Soldadura <u>SMAW</u>				Revision <u>0</u> Fecha _____				
Soporte PQR N°(s): <u>PQR-34</u>				Autorizado por _____				
				Tipo Manual <input checked="" type="checkbox"/> Semi-automático <input type="checkbox"/>				
				Maquina <input type="checkbox"/> Automático <input type="checkbox"/>				
DISEÑO DE LA JUNTA USADA								
Tipo <u>A tope con bisel</u>								
Simple <input checked="" type="checkbox"/> Doble <input type="checkbox"/>								
Respaldo Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>								
Material de Respaldo _____								
Abertura de Raiz <u>3mm</u> Dimension cara raiz _____								
Angulo de Bisel <u>60°</u> Radios (J - U) _____								
Resanado Posterior Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>								
Metodo <u>Por esmerilado</u>								
METAL BASE								
Especificación del Material <u>ASTM A36</u>								
Tipo o Grado _____								
Espesor A tope: <u>12.7mm</u> Filete: _____								
Diámetro (tubo): _____								
METAL DE APORTE								
Especificación AWS: <u>A5.1</u>								
Clasificación AWS: <u>E6012</u>								
PROTECCION								
Fundente: _____ Gas _____								
Composición _____								
Fundente-electrodo(clase) _____ Ratio de Alimentación _____								
Tamaño de la boquilla _____								
PRECALENTAMIENTO								
Temp de Pre calentamiento Min _____ Max _____								
Temp entre pases Min _____ Max _____								
TRATAMIENTO TERMICO POST SOLDADURA								
Temp. _____								
Tiempo _____								
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA								
Pase o Capa	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diam.	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1 2-n+1	SMAW	E7018	1/8"	CC E(+)	95-105	21-23	10-12.	
	SMAW	E7018	5/32"	CC E(+)	100-130	23-25	10-12.	

<b>REGISTRO ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA De acuerdo a ASME Seccion IX-2010</b>						Rev.: 0		
						Fecha:		
						Pág.:	1 de 1	
<b>ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b>								
<b>PRECALIFICADA _____ CALIFICADO _____</b>								
<b>O REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO _____</b>								
Empresa _____ Proceso de soldadura <u>SMAW</u> Soporte PQR N° (s) <u>WPS-253</u>				Identificación _____ Revision _____ Fecha _____ Por _____ Autorizado por _____ Fecha _____ Tipo Manual <input type="checkbox"/> Semi-Automatic <input type="checkbox"/> Mecanizado <input type="checkbox"/> Automatic <input type="checkbox"/>				
<b>DISEÑO DE JUNTA USADO</b>				<b>POSICION (QW-405)</b>				
Tipo <u>A TOPE</u> Simple <input type="checkbox"/> Doble <input type="checkbox"/> Respaldo Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Material de Respaldo: _____ Separación de Raíz _____ Cara de la raíz _____ Angulo de bisel _____ Radio (J - U) _____ Back Gouging: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Metodo: _____				Posicion en Bisel <u>HORIZONTAL</u> Filete _____ Progresion Up <input type="checkbox"/> Down <input type="checkbox"/>				
<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)</b>								
Espec. de Mat. <u>ASTM A36</u> Tipo o Grado <u>ASTM A36</u> Espesor: Bisel _____ Filete _____				Modo de Transferencia Corto circuito <input type="checkbox"/> Globular <input type="checkbox"/> Pulsed <input type="checkbox"/> Spray <input type="checkbox"/> Corriente AC <input type="checkbox"/> DCEP <input type="checkbox"/> DCEN <input type="checkbox"/> Otros _____ Electrodo de Tungsteno (GTAW) Diametro _____ Tipo _____				
<b>METALES DE APORTE (QW-404)</b>								
Especificacion AWS <u>SFA-5.1</u> Clasificacion AWS _____								
<b>PROTECCION</b>								
Funder _____ Gas _____ Electrode-Flux(Class) _____ Composicion _____ _____ Caudal _____ _____ Diametro de tob. _____								
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b>								
Temp. De Precalementamiento Min _____ Temp. Entre pases Min _____ Max _____								
<b>TRATAMIENTO TERMICO POST-SOLDADURA</b>								
Temp. _____ Tiempo _____								
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Numero de Pases	Proceso	Material de Aporte		Corriente		Volts	Velocidad de Avance	Detalles de Junta
		Nombre	Diam.	Tipo y Polaridad	Amperaje o Velocidad de Alambre			
1	SMAW	E6010	3.00mm	DCE(+)	80-130	18-22	08.-12	
2	SMAW	E6010	3.00mm	DCE(+)	80-130	18-22	08.-12	
3	SMAW	E6010	3.00mm	DCE(+)	80-130	18-22	08.-12	
4	SMAW	E6010	3.00mm	DCE(+)	80-130	18-22	08.-12	
Elaborado por: Inspector de Calidad				Aprobado por:				

<b>REGISTRO ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b> De acuerdo a ASME Seccion IX-2010						Rev.: 0		
						Fecha:		
						Pág.:	1 de 1	
<b>ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b>								
<b>PRECALIFICADA _____ CALIFICADO _____</b> <b>O REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO _____</b>								
Empresa _____ Proceso de soldadura <u>SMAW</u> Soporte PQR N° (s) <u>WPS-253</u>				Identificación _____ Revision _____ Fecha _____ Por _____ Autorizado por _____ Fecha _____ Tipo Manual <input type="checkbox"/> Semi-Automatic <input type="checkbox"/> Mecanizado <input type="checkbox"/> Automatic <input type="checkbox"/>				
<b>DISEÑO DE JUNTA USADO</b>				<b>POSICION (QW-405)</b>				
Tipo <u>A TOPE</u> Simple <input type="checkbox"/> Doble <input type="checkbox"/> Respaldo Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Material de Respaldo: _____ Separacion de Raiz _____ Cara de la raiz _____ Angulo de bisel _____ Radio (J - U) _____ Back Gouging: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Metodo: _____				Posicion en Bisel <u>HORIZONTAL</u> Filete _____ Progresion Up <input type="checkbox"/> Down <input type="checkbox"/>				
<b>METALES BASE (QW-403)</b>				<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)</b>				
Espec. de Mat. <u>ASTM A36</u> Tipo o Grado <u>ASTM A36</u> Espesor: Bisel _____ Filete _____				Modo de Transferencia Corto circuito <input type="checkbox"/> Globular <input type="checkbox"/> Pulsed <input type="checkbox"/> Spray <input type="checkbox"/> Corriente AC <input type="checkbox"/> DCEP <input type="checkbox"/> DCEN <input type="checkbox"/> Otros _____ Electrodo de Tungsteno (GTAW) _____ Diametro _____ Tipo _____				
<b>METALES DE APORTE (QW-404)</b>				<b>TECNICA</b>				
Especificacion AWS <u>SFA-5.1</u> Clasificacion AWS _____				Cordon Rectilineo u oscilant _____ Pase multiple o unico x lado _____ Numero de electrodos _____ Espaciamiento Longitudinal _____ Lateral _____ Angulo _____ Distancia tubo de contacto _____ Martilleo _____ Limpieza interpase _____				
<b>PROTECCION</b>				<b>TRATAMIENTO TERMICO POST-SOLDADURA</b>				
Funder _____ Gas _____ Electrode-Flux(Class) _____ Composicion _____ _____ Caudal _____ _____ Diametro de tobr _____				Temp. _____ Temp. Entre pases Min _____ Max _____				
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b>				<b>TRATAMIENTO TERMICO POST-SOLDADURA</b>				
Temp. De Prealentamiento Min _____ Temp. Entre pases Min _____ Max _____				Temp. _____ Tiempo _____				
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Numero de Pases	Proceso	Material de Aporte		Corriente		Volts	Velocidad de Avance	Detalles de Junta
		Nombre	Diam.	Tipo y Polaridad	Amperaje o Velocidad de Alambre			
1	SMAW	E6010	3.00mm	DCE(+)	80-130	18-22	08.-12	
2	SMAW	E6010	3.00mm	DCE(+)	80-130	18-22	08.-12	
3	SMAW	E6010	3.00mm	DCE(+)	80-130	18-22	08.-12	
4	SMAW	E6010	3.00mm	DCE(+)	80-130	18-22	08.-12	
<b>Elaborado por: Inspector de Calidad</b>				<b>Aprobado por:</b>				

**ANEXO VII**

**Registro de Ingreso de materiales  
a Planta.**

PLANTA OSMOSIS INVERSA PAMPA LARGA TANQUE DE AGUA RESIDUAL FLUOR CHILE S.A. - MINERA YANACOCCHA S.R.L. CONTROL DE CALIDAD REGISTRO DE MATERIALES										HALIGMAT		
										Hoja	07 de 02	
										Emisión	07/02/2004	
										Revisión		1
Record N° 001												
Item	Descripción	Material	Cant.	Proveedor	Fecha de Recepción	Guía de Remisión	Certificado de calidad	Colada	Insp.	Obs.		
1	PL 6 X 1500 X 6000	A 36	15	TUBISA PERU S.A.C.	03/08/2006	12742	PG04N0089 PG04N0093	6222027 6101979	OK	NINGUNA		
2	PL 9 X 1500 X 6000	A 36	4	TUBISA PERU S.A.C.	03/08/2006	12742	PG10N0285 PG10N0283	6342037 6101984	OK	NINGUNA		
3	ANGULO 5/16" X 4" X 6000 mm	A 36	1	COMASA	04/08/2006	252505	011024/06	5214200	OK	NINGUNA		
4	ANGULO 3/8" X 3" X 6000 mm	A 36	3	COMASA	04/08/2006	252505	768	188807	OK	NINGUNA		
5	PLATINA 1/4" X 3" X 6000mm	A 36	2	COMASA	04/08/2006	252505	822	186762	OK	NINGUNA		
6	PL 12 X 2455 X 6000	A 36	1	COMERSIAL ACEROS S.A.	05/08/2006	001-047863	80619	7688-1	OK	NINGUNA		
7	PL25 X 2438 X 6000	A 36	1	TUBISA PERU S.A.C.	05/08/2006	001-047863	20092578	927638	OK	NINGUNA		
8	BRIDA dia. 10" SO 150# RF	A 105	3	HAUG CALLAO	05/08/2006	001-047863	MTC05135	7654	OK	NINGUNA		
9	BRIDA dia. 4" SO 150# RF	A 105	1	HAUG CALLAO	05/08/2006	001-047861	MTC05135	5410	OK	NINGUNA		
10	TUBO dia. 2" SCH 40X 260	A 53	1	HAUG CALLAO	05/08/2006	001-047861	WXQSR-17-D1-02	Y0511334	OK	NINGUNA		
11	BARRA 5/8 X 2000	A 36	1	COMERCIAL ACEROS	05/08/2006	001-047861	206033	188515	OK	NINGUNA		
12	BARRA 1/2"	A 36	1	COMERCIAL ACEROS	05/08/2006	001-005306	572	158708	OK	NINGUNA		
APROBACION FINAL :												
HALIG S.A. - Control de Calidad										HALIG S.A. - Producción		
Nombre :										Nombre :		
Firma										Firma		
Fecha :										Fecha :		

<b>PLANTA OSMOSIS INVERSA PAMPA LARGA</b> <b>TANQUE DE AGUA RESIDUAL</b> <b>FLUOR CHILE S.A. - MINERA YANACOCCHA S.R.L.</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b> <b>REGISTRO DE MATERIALES</b>										<b>HALIGIRMAT</b> <i>Hoja</i> 01 de 02 <i>Emisión</i> 07082006 <i>Revisión</i> 1		
<b>Record N° 001</b>												
Item	Descripción	Material	Cant.	Proveedor	Fecha de Recepción	Guía de Remisión	Certificado de calidad	Colada	Insp.	Obs.		
13	BARRA 3/4	A 36	1	COMERSIAL ACEROS S.A.	07/08/2006	001-005306	2006-4817	188452	OK	NINGUNA		
14	TUBO dia. 4" SCH 40X 6000mm	A 36	1	TUBISA S.A.C.	07/08/2006	001-047863	WYQSR-17-01-02	213	OK	NINGUNA		
16	BARRA 2"	A 36	1	HAUG CALLAO	07/08/2006	001-047863	846	180594	OK	NINGUNA		
17	Angulo 4x4x1/4	A 36	3	J.C. Metales	15/08/2006	5306	007259/2005	4329501	OK	NINGUNA		
18	Platina 2x 1/4 mm	A 36	7	J.C. Metales	15/08/2006	5309	207311	207311	OK	NINGUNA		
19	TUBO dia. 10" SCH 40X 6000mm	A 36	1	HAUG CALLAO	28/08/2006	001-048206	1060125002911	1504786	OK	NINGUNA		
20												
21												
22												
23												
24												
25												
<b>APROBACION FINAL :</b>												
<i>HALIG S.A. - Control de Calidad</i>					<i>HALIG S.A. - Producción</i>					<i>Supervisión -</i>		
Nombre :					Nombre :					Nombre :		
Firma					Firma					Firma		
Fecha:					Fecha:					Fecha :		

**ANEXO VIII**

**Registro de Inspección de Tintes  
Penetrantes**

**PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD  
REGISTRO DE INSPECCION DE TINTES PENETRANTES**

Rev.:	2
Fecha:	10/12/07
Pág.:	1 de 2

Intem	Identificacion	Soldador	Longitud Inspeccionada	Fecha de Inspeccion	Resultado	Observaciones
1	V1	HFC-071	1200		Aceptado	
2	V2	HFC-024	1200		Aceptado	
3	V3	HFC-044	1200		Aceptado	
4	V4	HFC-098	1200		Aceptado	
5	V5	HFC-075	1200		Aceptado	
6	V6	HFC-0101	1200		Aceptado	
7	V7	HFC-022	1200		Aceptado	
8	V8	HFC-078	1200		Aceptado	
9	V9	HFC-071	1200		Aceptado	
10	V10	HFC-071	1200		Aceptado	
11	V11	HFC-071	1200		Aceptado	
12	V12	HFC-071	1200		Aceptado	
13	V13	HFC-071	1200		Aceptado	
14	V14	HFC-084	1200		Aceptado	
15	V15	HFC-084	1200		Aceptado	
16	V16	HFC-084	1200		Aceptado	
17	V17	HFC-084	1200		Aceptado	
18	V18	HFC-084	1200		Aceptado	
19	V19	HFC-084	1200		Aceptado	
20	V20	HFC-084	1200		Aceptado	
21	V21	HFC-091	1200		Aceptado	
22	V22	HFC-091	1200		Aceptado	
23	V23	HFC-091	1200		Aceptado	
24	V24	HFC-091	1200		Aceptado	
25	V25	HFC-091	1200		Aceptado	
26	V26	HFC-091	1200		Aceptado	
27	V27	HFC-091	1200		Aceptado	
28	V28	HFC-091	1200		Aceptado	
29	V29	HFC-091	1200		Aceptado	
30	V30	HFC-091	1200		Aceptado	
31	V31	HFC-091	1200		Aceptado	
32	V32	HFC-091	1200		Aceptado	
33	V33	HFC-091	1200		Aceptado	
34	V34	HFC-091	1200		Aceptado	
35	V35	HFC-091	1200		Aceptado	

Firma  
Jefe de Control de calidad

# **ANEXO IX**

## **Registros Prueba Radiográfica**

SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD MAPA RADIOGRAFICO		CONTROL DE CALIDAD REVISION: 0 PAGINA: 01 DE 01				
Verificación Dimensional de Redondez						
			FECHA:			
CLIENTE:	PROYECTO:					
ORDEN DE TRABAJO:	N° CORRELATIVO:					
DESCRIPCION:	PLANO DE FABRICACION: 6105-SF-AG-001					
ESQUEMA						
GRADO DE REFERENCIA	IDENTIFICACION	SOLDADOR	FECHA INSPECCION	RESULTADO	ESTADO	OBSERVACIONES
0°	p1	HFC-024		ACEPTADO		
22.5°	p2	HFC-025		ACEPTADO	C	
45°	p3	HFC-024		ACEPTADO	C	
67.5°	p4	HFC-027		ACEPTADO	C	
OBSERVACIONES:						
APROBACION FINAL						
ING. DE CONTROL DE CALIDAD - CCA	ING. RESIDENTE - CCA	CONSTRUCTION MANAGER - MERIT	ING. PROJECT SENIOR - GLENCORE			
Nombre: Eekar A. Monroy Garcia	Nombre:	Nombre:	Nombre:			
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:			
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:			

# **ANEXO X**

## **Registros de Calidad en Pintura**

PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD			FLUOR CHILE S.A.		HAUG / PAINT	
DESIGN, MANUFACTURE AND SUPPLY OF FIELD ERRECTED TANKS			Minera Yanacocha S.R.L.		Hoja: 2 of 2	
CARACHICO - PLANTA OSMOSIS INVERSA					Fecha: 05/01/2006	
REGISTROS DE LA LIMPIEZA SUPERFICIAL Y SISTEMA DE PINTURA					Revision: 2	
<b>1. DATOS GENERALES</b>						
CLIENTE	PLANO	REV	DETALLES	PROYECTO	REGISTRO	FECHA
FLUOR CHILE S.A.	1410-4-14101-D1-1	0	CASCO	769	002	06/09/06
PINTADO EXTERIOR		<input checked="" type="checkbox"/>	PINTADO INTERIOR		<input type="checkbox"/>	OTROS
<b>2.- PREPARACION DE LA SUPERFICIE</b>						
GRADO DE PREPARACION			Rugosidad			
SSPC-SP 06			2 - 2.5 mils			
FECHA		Hora:		Resultado:		Aprobado
06/09/06		8:15:00 a.m.				
<b>3.- SISTEMA DE PINTADO</b>						
Primera Capa			COLOR		Espesor película seca(DTF)	
AMERCOAT 385			WHITE (RAL 1013)		3 - 4 mils	
Condiciones Ambientales						
Temperatura Superficie (°C)	Temperatura Bulbo Humedo (°C)	Temperatura Bulbo Seco (°C)	RH %	Punto de Rocio (°C)	Resultado	Dia
23.0	20.00	22.00	83.00	19.00	OK	06/09/06
Hora: 03:41:00 p.m.						
Esposes de película seca:						
Elemento	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Spot 6
14003-01-P1-2	3.65	4.12	3.89	3.92	4.08	9.00
14003-01-P1-4	3.74	3.82	3.92	3.79	3.82	9.00
14003-01-P2-3	4.37	3.59	3.69	4.88	4.03	9.00
14003-01-P2-6	4.39	4.67	4.29	4.13	4.29	9.00
14003-01-P2-9	4.32	4.68	4.25	4.11	3.99	9.00
14003-01-P3-10	3.89	3.97	3.89	3.49	4.66	9.00
14003-01-P3-11	3.56	3.96	4.02	4.03	3.96	9.00
14003-01-P4-12	3.69	4.12	4.36	4.62	4.11	9.00
PROMEDIO						
4.07						
Segunda Capa			COLOR		Espesor película seca(DTF)	
AMERCOAT 370			YELLOW (RAL 1023)		4 - 6 mils	
Condiciones Ambientales						
Temperatura Superficie (°C)	Temperatura Bulbo Humedo (°C)	Temperatura Bulbo Seco (°C)	RH %	Punto de Rocio (°C)	Resultado	Dia
21.0	18.00	20.00	83.00	17.00	OK	25/06/06
Hora: 09:40:00 a.m.						
Esposes de película seca:						
Elemento	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Spot 6
						9.00
PROMEDIO						
#DIV/0!						
OBSERVACIONES:						
SIGN:		SIGN:		SIGN:		
NAME:		NAME:		NAME:		
Quality Control - HAUG S.A.		Project - Manager HAUG S.A.		Supervisor - Fluor-Yanacocha		



<b>PRUEBA DE ADHERENCIA DE PINTURA</b>	Versión No.	1
	Código	
	Fecha	
<p>Elemento: <u>Planchas de Tanque de almacenamiento</u>      Plano No.: _____</p> <p>Parte probada: _____</p> <p>Tipo de limpieza: _____</p> <p>Especificación: _____</p> <p>Referencia de Pintura: _____</p> <p>Tiempo de secado: <u>6 horas al tacto</u>      Temperatura: <u>24°C</u>      Humedad Relativa: <u>70%</u></p> <p>Espesor promedio: <u>9 mils en seco</u></p>		
<p><b>Prueba de adherencia</b></p> 		
<p>Resultados: <u>Aprobado</u></p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p><b>Elaborado por:</b></p> <p>Nombre: _____      Cargo: _____</p> <p>Firma: _____      Fecha: _____</p>		

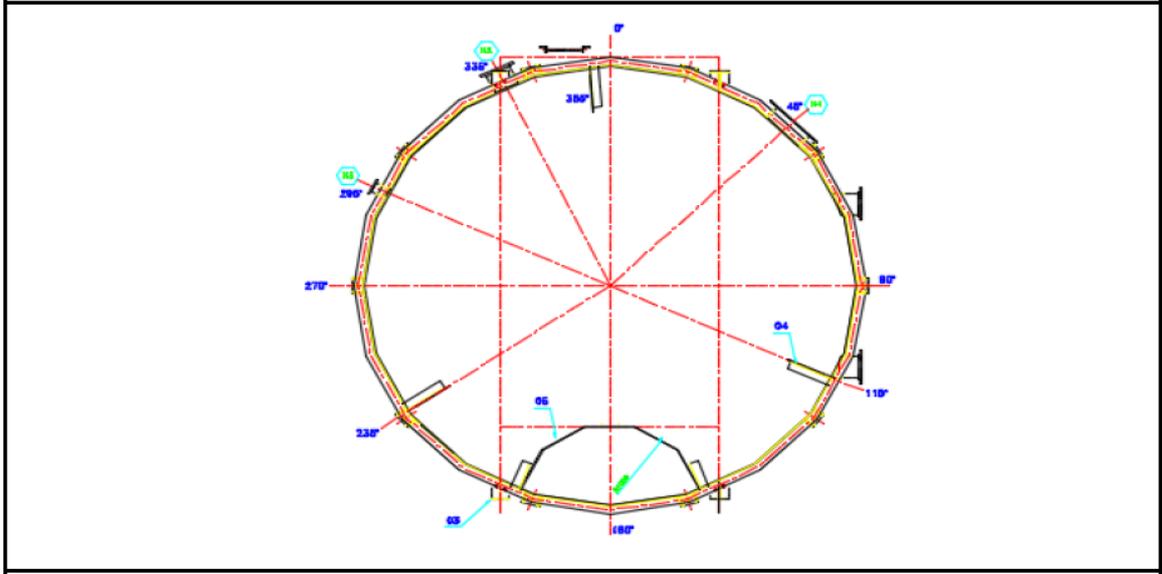
**ANEXO XI**

**Verificación de Redondez y  
Verticalidad.**

<b>Verificación Dimensional de Redondez</b>	FECHA: 15/12/2012
---	-------------------

CLIENTE:	PROYECTO:
ORDEN DE TRABAJO:	N° CORRELATIVO:
DESCRIPCION: ARMADO DE TANQUE E	PLANO DE FABRICACION: 6105-SF-AG-001

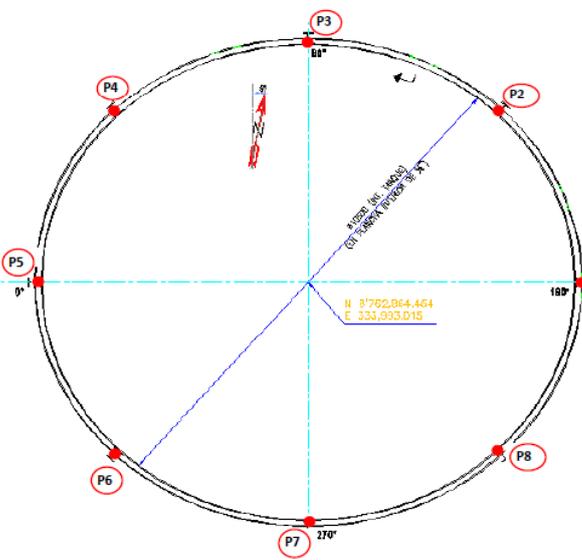
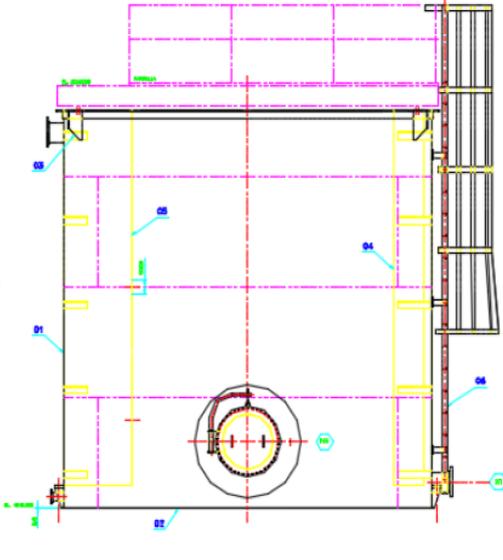
**ESQUEMA**



GRADO DE REFERENCIA	DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO REAL	VARIACION	TOLERANCIA	ESTADO	OBSERVACIONES
0°	5400.000	5400.000	0.00	± 13.00	C	
22.5°	5400.000	5400.000	0.00	± 13.00	C	
45°	5400.000	5401.000	1.00	± 13.00	C	
67.5°	5400.000	5403.000	3.00	± 13.00	C	
90°	5400.000	5405.000	5.00	± 13.00	C	
112.5°	5400.000	5402.000	2.00	± 13.00	C	
135°	5400.000	5400.000	0.00	± 13.00	C	
157.5°	5400.000	5401.000	1.00	± 13.00	C	

**OBSERVACIONES:**  
1. Norma de referencia Tolerancias Dimensionales para Tanques API 650

<b>APROBACION FINAL</b>			
ING. DE CONTROL DE CALIDAD - CCA	ING. RESIDENTE - CCA	CONSTRUCTION MANAGER - MERIT	ING. PROJECT SENIOR - GLENCORE
Nombre: Eokar A. Monroy Garcia	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:

SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD CONTROL DE VERTICALIDAD		CONTROL DE CALIDAD REVISION: 0 PAGINA: 01 DE 01				
Verificación Dimensional de Verticalidad						
		FECHA: 01/02/2013				
CLIENTE: EMLQSA	PROYECTO: NUEVA PLANTA CONCENTRADORA TREVALI - SANTANDER					
LUGAR DE INSPECCION: SILO DE FINOS	N° CORRELATIVO:					
DESCRIPCION: VERTICALIDAD TANQUE SILO DE FINOS	PLANO DE FABRICACION: 6105-SF-AG-001					
<b>DESCRIPCION DE TRABAJO:</b>						
REPLANTEO DE EJES <input type="checkbox"/>	NIVELACION <input type="checkbox"/>	ALINEAMIENTO <input type="checkbox"/>	DIMENSIONAL GRAL <input type="checkbox"/>			
			APLOMO <input checked="" type="checkbox"/>			
AREA: SILO DE FINOS	REFERENCIA (EL/BM/WP): AUX y R					
EQUIPO / ELEMENTO: TANQUE SILO DE FINOS	EQUIPO TOPOGRAFICO: ESTACION TOTAL LEICA MODELO TS-02					
TAG / SN EQUIPO: -	SERIE EQUIPO TOPOGRAFICO: 1314104					
PLANO DE REFERENCIA: 6105-SF-AG-001	DOCUMENTO REF.: 6105-SF-F-001_Rev 0					
<b>ESQUEMA</b>						
						
PUNTO DE REFERENCIA	NIVEL NOMINAL	NIVEL REAL	VARIACION	TOLERANCIA	ESTADO	OBSERVACIONES
P1	4509.625	4509.626	1.00	± 13.00	C	
P2	4509.625	4509.622	-3.00	± 13.00	C	
P3	4509.625	4509.630	5.00	± 13.00	C	
P4	4509.625	4509.628	3.00	± 13.00	C	
P5	4509.625	4509.620	-5.00	± 13.00	C	
P6	4509.625	4509.622	-3.00	± 13.00	C	
P7	4509.625	4509.626	1.00	± 13.00	C	
P8	4509.625	4509.626	1.00	± 13.00	C	
<b>TOPOGRAFO CCA:</b> BELFREDO BROWN DE LOS SANTOS				<b>FIRMA:</b>	<b>FECHA:</b>	
<b>OBSERVACIONES:</b>						
1. Norma de referencia Tolerancias Dimensionales para Tanques API 650						
<b>APROBACION FINAL</b>						
<b>ING. DE CONTROL DE CALIDAD -</b>		<b>ING. RESIDENTE -</b>		<b>ING. PROJECT SENIOR -</b>		
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:	Firma:	Firma:	

# **ANEXO XII**

## **Planos de Fabricación**



# **ANEXO XIII**

## **Notas de Calculo**

## NOTAS DE CALCULO

(Revision A – 20-07-2006)

### 1. ALCANCE

Diseño de TANQUE DE TRATAMIENTO CON CLORO No. TK-4836-6-SPC-010, de acuerdo a:

- Hoja de datos N° 1410-4-14101 Rev. 0

### 2. CODIGO

API Standard 650, Tenth Edition. November 1998

### 3. MATERIALES

- Steel plates: ASTM A-36 ✓
- Steel shapes: ASTM A-36 ✓
- Steel Pipe: ASTM A-53 Gr. B ✓

### 4. DATOS GEOLOGICOS

- Velocidad del viento 120 km/h
- Zona sísmica UBC 4

### 5. DIMENSIONES Y DATOS GENERALES

Diámetro (INTERIOR) D= 5.40 m = 17.71' ✓  
Altura H= 5.40 m = 17.71' ✓  
Tipo Vertical  
Volumen Util V= 110 m<sup>3</sup> ✓  
Producto Agua tratada ✓  
Gravedad específica G= 1.0 ✓  
Corrosión permitida C = 2 mm ( 0.07874 pulg.) ✓

### 6. CALCULOS

#### 6.1 Espesor de plancha del casco

$$td = 2.6 * H * D * G / (Sd * E) + c$$

$$tt = 2.6 * (H-1) * D / St$$

Where: H = Altura de liquido, desde el nivel superior al nivel inferior, del tramo de casco a ser diseñada , in feet  
D = Diámetro nominal del tanque, in feet  
G = Gravedad específica

Sd = Esfuerzo de diseño permisible = 23200 psi  
 St = Esfuerzo permisible para la prueba hidrostática = 24900 psi  
 c = Corrosion permisible. c = .07874"

t mín = 3/16" para D ≤ 50' (Tabla 3.6.1.1 - API 650).  
 Acuerdo a la hoja de calculo adjunto, tenemos los siguientes resultados:

Course N°	Espesor Comercial
1	6.0 mm
2	6.0 mm
3	6.0 mm

6.2 Atiesador intermedio

$h = 6 * 100 * t * [(100 * t / D)^3]^{0.5} = 251.5' > H = 17.71'$   
 Donde: t = Espesor, de la parte superior del Casco, en pulg..  
 D = Diámetro nominal del tanque, en feet.  
 Entonces: El tanque NO requiere atiesador intermedio.

6.3 Espesor de la plancha de fondo

El espesor mínimo es t = 1/4", mas el espesor por corrosión.  
 Entonces el espesor del fondo es, t = 1/4" + 0.0784 = 0.32874".  
 Usaremos Pl. de 3/8" de espesor

6.4 Resistencia al volteo debido al viento

**OVERTURNING STABILITY BY WIND LOAD**

Pressure	=	18.00lb/ft <sup>2</sup>	API 3.11.1
F	=	5,646.87lb	
Overturning Moment MF	=	50,008.67Lb-ft	
Resisting Moment Mw	=	147,896.28Lb-ft	
		Mw > Mf O K	
Shell weight	=	8,043.96lb	
Dead weight	=	0.00lb	
W	=	8,043.96lb	
2/3*(W*D/2)	=	47,491.56lb-ft	
Mf > 2/3*(W*D/2) Luego usar anclajes			

Wind velocity	=	120km/h
Design velocity	=	75.00mph
Wind drag coefficient Cd	=	0.6
Wind pressure	=	49.51kg/m <sup>2</sup>
	=	10.13lb/ft <sup>2</sup>

Se usaran 10 anclajes de 1. 1/4" diam. Acero SAE 1020

### 6.5 Diseño por sismo

De acuerdo a los cálculos de la hoja adjunta, tenemos los siguientes resultados:  
 $M/[D^2*(w_t + w_l)] = 1.29 < 1.57$ , Entonces el tanque no requiere anclajes por Sismo.

### 6.6 Diseño del atiesador superior

$$S = H * D^2 * (v/100)^2 / 10,000 = 1.25 \text{ plg}^3$$

Donde:  $v = 120 \text{ Km/hr} = 75 \text{ miles/hr}$

$$v < 100 \text{ miles/hr, Then } (v/100)^2 = 0.5625$$

Usaremos un ángulo L 4" x x 1/4", con espesor de casco de 1/4", tenemos  $S = 4.62 \text{ in}^3$

## **ANEXO XIV**

# **Formatos para el Control de la Calidad.**

**Registro de Ingreso de Materiales.**

<b>PLANTA OSMOSIS INVERSA PAMPA LARGA</b> <b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA RESIDUAL</b> <b>FLUOR CHILE S.A. - MINERA YANACOCHA S.R.L.</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b> <b>REGISTRO DE MATERIALES</b>		<b>FLUOR</b>		<b>HAUG/RMAT</b>							
		<b>Yanacochoa</b>		Hoja	01 de 01						
		<small>MINERA YANACOCHA S.R.L.</small>		Emisión							
		<small>CLAYBARRICA, PBIU</small>		Revisión	1						
<b>Record N° 001</b>											
Item	Descripción	Material	Cant.	Proveedor	Fecha de Recepción	Guía de Remisión	Certificado de calidad	Colada	Insp.	Obs.	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
<b>APROBACION FINAL :</b>											
HAUG S.A. - Control de Calidad						HAUG S.A. - Producción					
Nombre :						Nombre :					
Firma						Firma					
Fecha:						Fecha :					

## Formato de Control Dimensional

<b>CONTROL DE CALIDAD</b> <b>FLUOR CHILE S.A. - MINERA YANACOCHA S.R.L.</b> <b>PLANTA R.O. PAMPA LARGA</b> <b>CONTROL DIMENSIONAL</b>		<b>FLUOR</b> <b>Yanacocha</b> <small>MINERA YANACOCHA S.R.L.</small> <small>CALAMA, PERU</small>		<b>HAUG/CDIM</b>			
				Rev.	01		
				Fecha			
				Pagina	01 de 01		
<b>REGISTRO : 004</b>							
CONTROL DIMENSIONAL :							
Subcontrator: HAUG S.A.		Inspeccion					
Subcontrator		<input type="checkbox"/>	Cliente	<input type="checkbox"/>	Fecha Inspeccion:		
Codigo Elemento:		<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>	Tag No.:		
Plano:							
N°	CODIGO	DIMENSION	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	OBSERVACION (mm)
1		NOMINAL					
		REAL					
		VARIACION					
2		NOMINAL					
		REAL					
		VARIACION					
3		NOMINAL					
		REAL					
		VARIACION					
4		NOMINAL					
		REAL					
		VARIACION					
5		NOMINAL					
		REAL					
		VARIACION					
6		NOMINAL					
		REAL					
		VARIACION					
7		NOMINAL					
		REAL					
		VARIACION					
8		NOMINAL					
		REAL					
		VARIACION					
9		NOMINAL					
		REAL					
		VARIACION					
10		NOMINAL					
		REAL					
		VARIACION					
11		NOMINAL					
		REAL					
		VARIACION					
12		NOMINAL					
		REAL					
		VARIACION					
<b>Inspector de Calidad</b>		<b>Jefe de Fabricacion</b>		<b>Supervisor Cliente</b>			
Nombre:		Nombre:		Nombre:			
Firma:		Firma:		Firma:			
Fecha:		Fecha:		Fecha:			

Formato de trazabilidad.

<p align="center"><b>PLANTA OSMOSIS INVERSA PAMPA LARGA</b>  <b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA RESIDUAL</b>  <b>FLUOR CHILE S.A. - MINERA YANACOCHA S.R.L.</b>  <b>CONTROL DE CALIDAD</b>  <b>TRAZABILIDAD</b></p>				<p align="center"><b>FLUOR</b></p> <p align="center"><b>Yanacochoa</b>  <small>MINERA YANACOCHA DEL</small>  <small>COLUMBIA, PERU</small></p>		<p align="center">HAUG/TRAZ-01</p>	
				<p>Hoja 1 de 1</p>		<p>Emisión</p>	
				<p>Revisión 1</p>		<p>Record N°: 001</p>	
<p>Plano: _____</p>				<p>Tag: _____</p>		<p>Fecha: _____</p>	
<p>Descripción: _____</p>				<p>Marca: _____</p>		<p>Fecha de inspección</p>	
Item	Marca	Descripción	Colada	Certificado	Observaciones		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
<p><b>ESQUEMA ADJUNTO:</b></p>							
<p><b>APROBACION FINAL:</b></p>							
<p>Firma</p>				<p>Firma</p>			
<p>Nombre: HAUG S.A. - Control de Calidad</p>				<p>Nombre: HAUG S.A. - Producción</p>			
<p>Supervisión - Fluor</p>				<p>Supervisión - Fluor</p>			

## Formato PQR

REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)		Rev.:						
		Fecha:						
		Pág.:	1 de 2					
<b>ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b>								
PRECALIFICADO <input type="checkbox"/> CALIFICADO POR PRUEBA <input type="checkbox"/>								
Nombre de Compañía _____	Identificación # _____	Revisión _____	Fecha _____					
Proceso(s) de Soldadura _____	Autorizado por _____							
Soporte PQR N°(s): _____	Tipo Manual <input type="checkbox"/>	Semi-automático <input type="checkbox"/>						
	Maquina <input type="checkbox"/>	Automático <input type="checkbox"/>						
<b>DISEÑO DE LA JUNTA USADA</b>								
Tipo _____								
Simple <input type="checkbox"/>	Doble <input type="checkbox"/>							
Respaldo Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>							
Material de Respaldo _____								
Abertura de Raíz _____	Dimensión cara raíz _____							
Angulo de Bisel _____	Radio(s) (J - U) _____							
Resanado Posterior Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>							
Metodo _____	Por esmerilado <input type="checkbox"/>							
<b>METAL BASE</b>								
Especificación del Material _____								
Tipo o Grado _____								
Espesor _____	A tope: _____	Filete: _____						
Diametro (tubo): _____								
<b>METAL DE APORTE</b>								
Especificación AWS: _____								
Clasificación AWS: _____								
<b>PROTECCION</b>								
Fundente: _____	Gas _____							
	Composición _____							
Fundente-electrodo(clase) _____	Ratio de Alimentación _____							
	Tamaño de la boquilla _____							
<b>PRECALENTAMIENTO</b>								
Temp de Prealentamiento _____	Min _____							
Temp entre pases _____	Min _____	Max. _____						
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Pase o Capa	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diam.	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			

## Formato WPS

REGISTRO ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA De acuerdo a ASME Seccion IX-2010		Rev.:	0					
		Fecha:						
		Pág.:	1 de 1					
<b>ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b>								
<b>PRECALIFICADA _____ CALIFICADO _____</b> <b>O REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO _____</b>								
Empresa _____ Proceso de soldadura _____ Soporte PQR N° (s) _____	Identificación _____ Revisión _____ Fecha _____ Por _____ Autorizado por _____ Fecha _____ Tipo Manual <input type="checkbox"/> Semi-Automatic <input type="checkbox"/> Mecanizado <input type="checkbox"/> Automatic <input type="checkbox"/>							
<b>DISEÑO DE JUNTA USADO</b>								
Tipo _____ Simple <input type="checkbox"/> Doble <input type="checkbox"/> Respaldo Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Material de Respaldo: _____ Separación de Raíz _____ Cara de la raíz _____ Angulo de bisel _____ Radio (J - U) _____ Back Gouging: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Metodo: _____		<b>POSICION</b>						
		Posicion en Bisel _____ Filete _____ Progresion Up <input type="checkbox"/> Down <input type="checkbox"/>						
<b>METALES BASE</b>								
Espec. de Mat. _____ Tipo o Grado _____ Espesor: Bisel _____ Filete _____		<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS</b>						
		Modo de Transferencia Corto circuito <input type="checkbox"/> Globular <input type="checkbox"/> Pulsed <input type="checkbox"/> Spray <input type="checkbox"/> Corriente AC <input type="checkbox"/> DCEP <input type="checkbox"/> DCEN <input type="checkbox"/> Otros _____ Electrodo _____ Diametro _____ Tipo _____						
<b>METALES DE APORTE</b>								
Especificación AWS _____ Clasificación AWS _____		<b>TECNICA</b>						
		Cordon Rectilineo u oscilant _____ Pase multiple o unico x lado _____ Numero de electrodos _____ Espaciamiento Longitudinal _____ Lateral _____ Angulo _____ Distancia tubo de contacto _____ Martilleo _____ Limpieza interpase _____						
<b>PROTECCION</b>								
Funder _____ Gas _____ Electrode-Flux(Class) _____ Composicion _____ Caudal _____ Diametro de tobi _____		<b>TRATAMIENTO TERMICO POST-SOLDADURA</b>						
		Temp. _____ Tiempo _____						
<b>PRECALENTAMIENTO</b>								
Temp. De Pre calentamiento Min _____ Temp. Entre pases Min _____ Max. _____								
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Numero de Pases	Proceso	Material de Aporte		Corriente		Volts	Velocidad de Avance	Detalles de Junta
		Nombre	Diam.	Tipo y Polaridad	Amperaje o Velocidad de Alambre			
Elaborado por: Inspector de Calidad						Aprobado por:		



## Formato de Control de Verticalidad.

SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD CONTROL DE VERTICALIDAD		CONTROL DE CALIDAD				
		REVISION: 0				
		PAGINA: 01 DE 01				
Verificación Dimensional de Verticalidad						
		FECHA:				
CLIENTE: EMLQSA		PROYECTO : NUEVA PLANTA CONCENTRADORA TREVALI - SANTANDER				
LUGAR DE INSPECCION: SILO DE FINOS		N° CORRELATIVO:				
DESCRIPCION: VERTICALIDAD TANQUE SILO DE FINOS		PLANO DE FABRICACION: 6105-SF-AG-001				
<b>DESCRIPCION DE TRABAJO :</b>						
REPLANTEO DE EJES <input type="checkbox"/> NIVELACION <input type="checkbox"/> ALINEAMIENTO <input type="checkbox"/> DIMENSIONAL GRAL <input type="checkbox"/> APLOMO <input type="checkbox"/>						
AREA: SILO DE FINOS		REFERENCIA (EL/BM/WP): AUX y R				
EQUIPO / ELEMENTO : TANQUE SILO DE FINOS		EQUIPO TOPOGRAFICO: ESTACION TOTAL LEICA MODELO TS-02				
TAG / SN EQUIPO: -		SERIE EQUIPO TOPOGRAFICO: 1314104				
PLANO DE REFERENCIA: 6105-SF-AG-001		DOCUMENTO REF.: 6105-SF-F-001_Rev 0				
<b>ESQUEMA</b>						
PUNTO DE REFERENCIA	NIVEL NOMINAL	NIVEL REAL	VARIACION	TOLERANCIA	ESTADO	OBSERVACIONES
<b>TOPOGRAFO CCA:</b> BELFREDO BROWN DE LOS SANTOS				<b>FIRMA:</b>		<b>FECHA:</b>
OBSERVACIONES:						
APROBACION FINAL						
ING. DE CONTROL DE CALIDAD -		ING. RESIDENTE -		ING. PROJECT SENIOR -		
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:	Firma:	Firma:	



## Formato de No Conformidad

<b>NO CONFORMIDAD</b>		<b>N°:</b>
<input type="checkbox"/> NC Real	Fecha:	
<input type="checkbox"/> NC Potencial	Nombre de persona que levanta la NC:	
Departamento/Unidad/Servicio:		
<input type="checkbox"/> Auditoria Interna.	<input type="checkbox"/> Auditoria Externa.	Fecha Auditoria:
<input type="checkbox"/> Otros:		
Descripción de la No Conformidad:		
<b>ACCIONES INMEDIATAS</b>		
Acción:		Responsable
<b>ACCIONES INMEDIATAS</b>		
Acción:		Responsable
		Fecha de cierre de la AI:
Análisis de la causa:		
<input type="checkbox"/> APERTURA ACCIÓN CORRECTIVA	Fecha de Apertura (AC/AP):	
<input type="checkbox"/> APERTURA ACCIÓN PREVENTIVA		
Descripción de la AC / AP:		
Responsable:	Fecha prevista de cierre (AC/AP):	
Evaluación de la eficacia de AC / AP:		
Verificación de la eficacia de AC / AP:		
<b>CIERRE DE LA AC/AP: (A cumplimentar por el Responsable del SGC)</b>		
Seguimiento:		
Nombre y apellidos:	Fecha de cierre (AC/AP):	