

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y**  
**AMBIENTAL**  
**CARRERA PROFESIONAL INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN TANQUE DE 160 MILES DE**  
**BARRILES PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO BAJO LA NORMA**  
**API 650”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

LEM LAURI, JORGE ARMANDO

**Villa El Salvador**

**2016**

**Dedicatoria:**

A mis padres Armando y Noemí, por todo el esfuerzo, amor y cariño que me han brindado todo este tiempo, a mí dos queridas hermanas Cintia y Stefany quien me dado los mejores consejos para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A todos los profesores que me brindaron su apoyo, su amistad y la formación académica como estudiante universitario para poder desarrollarme en un mundo de alta competitividad y afrontar nuevos retos con las enseñanzas aprendidas.

## INDICE

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	13
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.2.1. TECNICA .....	14
1.2.2. ECONÓMICA .....	14
1.2.3. SOCIAL .....	15
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
1.3.1. ESPACIAL.....	15
1.3.2. TEMPORAL.....	16
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.4.1. PROBLEMA GENERAL .....	16
1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.5. OBJETIVOS .....	17
1.5.1. OBJETIVOS GENERALES .....	17
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEORICO .....</b>	<b>18</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.2. BASES TEÓRICAS.....	19
2.2.1. PROPIEDADES DEL PRODUCTO ALMACENADO .....	19
2.2.1.1. PRESIÓN DE VAPOR RAID.....	19
2.2.1.2. PUNTO DE EBULLICIÓN.....	19
2.2.1.3. GRAVEDAD ESPECÍFICA .....	19
2.2.2. TIPOS DE TANQUES .....	19
2.2.3. TANQUES ATMOSFÉRICOS .....	20
2.2.3.1. TANQUES DE TECHO FLOTANTE .....	21
2.2.3.1.1. TECHO FLOTANTE INTERNO DE CUBIERTA SIMPLE CON PONTONES .....	21
2.2.3.1.2. TECHO FLOTANTE INTERNO DE DOBLE CUBIERTA.....	22
2.2.3.2. TANQUES DE TECHO FIJO .....	24
2.2.4. PARTES DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	25
2.2.4.1. FONDO ANULAR .....	25
2.2.4.2. FONDO CENTRAL .....	25
2.2.4.3. CILINDRO.....	25
2.2.4.4. ENTRADAS DE HOMBRE.....	26
2.2.4.5. BOQUILLAS .....	26
2.2.4.6. DRENAJE .....	26



2.2.4.7.	TECHO DOMO .....	26
2.2.4.8.	ANILLO DE RIGIDEZ .....	26
2.2.4.9.	CIMENTACIÓN DE TANQUE .....	26
2.2.4.10.	MEDIDOR DE NIVEL .....	27
2.2.4.11.	MEDIDOR DE TEMPERATURA.....	27
2.2.4.12.	SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	27
2.2.4.13.	PLATAFORMAS Y ESCALERA HELICOIDAL .....	27
2.2.5.	MATERIALES.....	27
2.2.6.	NORMA.....	28
2.2.7.	CÓDIGO.....	31
2.2.8.	CARGAS .....	32
2.2.8.1.	CARGA ESTÁTICA. ....	32
2.2.8.2.	CARGA DINÁMICA .....	32
2.2.8.3.	CARGA CÍCLICAS .....	32
2.2.9.	TIPO DE CARGAS.....	32
2.2.9.1.	CARGA MUERTA.....	32
2.2.9.2.	PRESIÓN EXTERNA DE DISEÑO .....	32
2.2.9.3.	PRESIÓN INTERNA DE DISEÑO .....	32
2.2.9.4.	CARGAS DE TECHO FLOTANTE INTERNO .....	33
2.2.9.4.1.	CARGA MUERTA DE TECHO FLOTANTE INTERNO (DF) ....	33
2.2.9.4.2.	CARGA VIVA UNIFORME DEL TECHO FLOTANTE (LF1).....	33
2.2.9.4.3.	CARGA PUNTUAL DE TECHO FLOTANTE INTERNO (LF2) .	33
2.2.9.4.4.	TECHO FLOTANTE INTERNO CON PRESIÓN EXTERNA (PFE)	
	33	
2.2.9.4.5.	CARGA VIVA MÍNIMA DEL TECHO .....	33
2.2.9.5.	CARGA DE SISMO .....	34
2.2.9.6.	CARGA DE NIEVE .....	34
2.2.9.7.	FUERZA DEL LÍQUIDO.....	34
2.2.10.	SOLDADURA .....	34
2.2.11.	METAL BASE .....	35
2.2.12.	PROCESO DE SOLDEO .....	35
2.2.12.1.	SOLDEO POR FUSIÓN .....	36
2.2.12.2.	SOLDEO POR ARCO CON ELECTRODO REVESTIDO.....	36
2.2.12.2.1.	SOLDEO POR ALAMBRE TUBULAR.....	37
2.2.13.	SOLDADURA EN TANQUES .....	38
2.2.13.1.	JUNTAS EN EL FONDO ANULAR.....	38
2.2.13.2.	JUNTAS EN EL FONDO CENTRAL.....	39

2.2.13.3.	JUNTAS EN LA UNIÓN CILINDRO FONDO.....	40
2.2.13.4.	JUNTAS EN EL CILINDRO .....	41
2.2.13.5.	JUNTAS EN EL ANILLO DE RIGIDEZ .....	41
2.2.14.	GRADO DE CORROSIÓN.....	42
2.2.15.	PRESIÓN.....	42
2.2.16.	FLOTACIÓN .....	42
2.2.17.	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS .....	43
2.2.17.1.	ENSAYO DE INSPECCIÓN VISUAL (VT).....	43
2.2.17.2.	ENSAYO DE LÍQUIDOS PENETRANTES (PT) .....	44
2.2.17.3.	ENSAYO DE ULTRASONIDO (UT).....	44
2.2.17.4.	ENSAYO DE RADIOGRAFÍA (RT).....	44
2.2.17.5.	ENSAYO DE PEAKING.....	45
2.2.17.6.	ENSAYO DE BANDING .....	46
2.2.17.7.	ENSAYO DE DIÉSEL CALIENTE .....	46
2.2.17.8.	PRUEBA HIDROSTÁTICA .....	47
2.2.17.9.	PRUEBA NEUMÁTICA.....	48
2.2.18.	ENSAYOS DESTRUCTIVOS .....	48
2.2.18.1.	ENSAYO DE TRACCIÓN.....	48
2.2.19.	PROCESOS DE MANUFACTURA PARA LA HABILITACIÓN Y MONTAJE DE TANQUES. ....	50
2.2.19.1.	CORTE CON FLAMA .....	50
2.2.19.2.	RESANADO Y BISELADO .....	51
2.2.19.3.	MAQUINADO POR ABRASIVO .....	52
2.2.19.4.	FORMADO DE METALES .....	53
2.2.19.4.1.	LOS PROCESOS DE DEFORMACIÓN VOLUMÉTRICA .....	54
2.3.	MARCO CONCEPTUAL .....	56
2.3.1.	SELECCIÓN DE MATERIALES .....	56
2.3.2.	DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE .....	58
2.3.2.1.	CALCULO DEL VOLUMEN NOMINAL DEL TANQUE .....	59
2.3.2.2.	NIVEL DE SEGURIDAD .....	60
2.3.3.	PLANCHAS DE FONDO ANULAR.....	60
2.3.4.	DISEÑO DE CILINDRO .....	61
2.3.5.	ACCESORIOS AL CILINDRO .....	63
2.3.5.1.	MANHOLE:.....	64
2.3.5.2.	BOQUILLAS .....	67
2.3.5.3.	SUMIDERO DE FONDO.....	68
2.3.5.4.	ENTRADA DE LIMPIEZA .....	69

2.3.6. DISEÑO POR CARGA DE VIENTO.....	70
2.3.7. DISEÑO POR CARGA DE SISMO.....	73
2.3.8. DISEÑO DE TECHO FLOTANTE .....	82
2.3.8.1. CRITERIO DE FLOTABILIDAD .....	82
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO DEL TANQUE.....</b>	<b>85</b>
3.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA .....	85
3.1.1. CONDICIONES DEL SISTEMA .....	85
3.1.2. CONDICIONES AMBIENTALES .....	86
3.1.3. DATOS SÍSMICOS .....	86
3.2. CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DEL TANQUE .....	86
3.2.1. SELECCIÓN DEL MATERIAL.....	86
3.2.2. DETERMINACIÓN DE LA ALTURA TOTAL .....	87
3.2.3. SELECCIÓN DE ACCESORIOS.....	89
3.2.4. CALCULO DEL ESPESOR DEL CILINDRO .....	91
3.2.5. CALCULO DEL ESPESOR DEL FONDO ANULAR .....	95
3.2.6. CALCULO DEL ANCHO DEL FONDO ANULAR .....	96
3.2.7. SELECCIÓN DE ÁNGULO DE RIGIDEZ .....	97
3.2.8. SELECCION DE PELDAÑO .....	98
3.2.9. SELECCIÓN DE REGILLA ANTIDERRAPANTE .....	101
3.2.10. CALCULO DE ESTABILIDAD POR CARGA DE VIENTO .....	101
3.2.11. CALCULO DE ESTABILIDAD POR CARGA SÍSMICA .....	104
3.2.12. FLOTABILIDAD Y ESTABILIDAD DEL TECHO FLOTANTE.....	113
3.2.13. PROCESO CONSTRUCTIVO .....	131
3.2.13.1. MANIPULACIÓN DE PLANCHAS .....	131
3.2.13.2. MONTAJE DE ANILLO ANULAR .....	132
3.2.13.3. MONTAJE DEL FONDO DEL TANQUE.....	132
3.2.13.4. SOLDADURA DE PLANCHAS DE PISO DEL TANQUE.....	133
3.2.13.5. INSTALACIÓN DE EQUIPO DE IZAJE Y ARRIOSTRAMIENTO	134
3.2.13.6. SOLDEO DE LAS JUNTAS VERTICALES Y HORIZONTALES	138
3.2.13.7. IZAJE DE TANQUE POR SISTEMA “GATEADO”.....	140
3.2.13.8. PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA .....	143
3.2.13.9. MONTAJE DE ACCESORIOS Y TECHO FLOTANTE .....	144
3.2.14. CRONOGRAMA DE FABRICACION .....	148
3.2.15. EVALUACIÓN DE COSTOS.....	149
3.2.16. MANTENIMIENTO.....	156
3.3. REVISIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS.....	156

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>160</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>161</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>161</b>
<b>PLANOS .....</b>	<b>161</b>

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Ubicación del Refinería Conchán .....	15
Ilustración 2 - Techo flotante de cubierta simple .....	22
Ilustración 3 - Techo flotante de doble cubierta .....	23
Ilustración 4 - Tipos de techos fijos .....	24
Ilustración 5 - Tipos de uniones .....	34
Ilustración 6 - Métodos de unión .....	35
Ilustración 7 - Proceso de soldeo SMAW .....	36
Ilustración 8 - Proceso de soldeo FCAW .....	37
Ilustración 9 - Tipos de juntas para fondo anular .....	39
Ilustración 10 - Tipos de juntas para fondo central.....	39
Ilustración 11 - Espesor mínimo de filete de unión cilindro fondo .....	40
Ilustración 12 - Junta de cilindro fondo.....	40
Ilustración 13 - Juntas para la unión del cilindro .....	41
Ilustración 14 - Tipo de juntas del anillo de rigidez.....	41
Ilustración 15 - Ensayo de Peaking.....	45
Ilustración 16 - Ensayo de Banding.....	46
Ilustración 17 - Equipo de ensayo de tracción.....	48
Ilustración 18 - Tipos de corte para planchas .....	52
Ilustración 19 - Proceso de formación de metales .....	54
Ilustración 20 - Proceso de formación de metales .....	55
Ilustración 21 - Selección de grupo de material .....	57
Ilustración 22 - Volúmenes de tanque.....	59
Ilustración 23 - Espesor mínimo para rangos de diámetros .....	61
Ilustración 24 - Diseño de Manhole.....	64
Ilustración 25 - Tipo de bridas.....	67
Ilustración 26 - Tipos de planchas de refuerzo.....	68
Ilustración 27 - Diseño de sumidero.....	68
Ilustración 28 - Diseño de entrada de limpieza .....	69
Ilustración 29 - Esquema de cargas de viento .....	70
Ilustración 30 - Masa convectiva e impulsiva .....	74
Ilustración 31 - Cargas generadas por el sismo .....	74
Ilustración 32 - Casos de cargas combinadas (SI).....	81
Ilustración 33 - Montaje de Fondo Central .....	133
Ilustración 34 - Soldeo de Fondo Central.....	134
Ilustración 35 - Accesorios de Montaje .....	135
Ilustración 36 - Instalación de columnas de gateo .....	136
Ilustración 37 - Montaje de Primer Anillo.....	137
Ilustración 38 - Colocación de Cartelas y aseguramiento de la luz en la junta vertical.....	138
Ilustración 39 - Procesos de Soldeo.....	139
Ilustración 40 - Izaje de Tanque .....	141

## LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1 – Secciones de la Norma API 650.....	28
Tabla N° 2 - Anexos de la Norma API 650 .....	29
Tabla N° 3 - Grupo de materiales.....	57
Tabla N° 4 - Espesores de fondo anular .....	61
Tabla N° 5 - Espesores de Manhole.....	65
Tabla N° 6 - Espesores de cuello de Manhole .....	65
Tabla N° 7 - Dimensiones estandarizadas de sumidero.....	69
Tabla N° 8 - Dimensiones de entrada de limpieza .....	70
Tabla N° 9 – Valores de Fa en función de la clase de sitio .....	75
Tabla N° 10 – Valores de Fv en función de la clase de sitio .....	75
Tabla N° 11 – Factores de modificación de respuesta para el método ASD..	76
Tabla N° 12 – Factor de Importancia en función de la clasificación de grupo	76
Tabla N° 13 – Criterios de Anclaje de tanques.....	80
Tabla N° 14 - Condiciones del sistema .....	85
Tabla N° 15 - Condiciones Ambientales.....	86
Tabla N° 16 - Condiciones Ambientales.....	86

## LISTA DE FUENTES

Fuente 1 - <a href="https://www.google.com.pe/maps/place/Refinería+Conchan/">https://www.google.com.pe/maps/place/Refinería+Conchan/</a> .....	15
Fuente 2 - Aboveground Storage Tanks - Philip E. Myers .....	22
Fuente 3 - Aboveground Storage Tanks - Philip E. Myers .....	23
Fuente 4 - Aboveground Storage Tanks - Philip E. Myers .....	25
Fuente 5 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	29
Fuente 6 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	31
Fuente 7 - Manual del soldador.....	35
Fuente 8 - Manual del soldador.....	36
Fuente 9 - Manual del soldador.....	37
Fuente 10 - Manual del soldador.....	38
Fuente 11 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	39
Fuente 12 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	39
Fuente 13 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	40
Fuente 14 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	40
Fuente 15 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	41
Fuente 16 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	41
Fuente 17- Manual de PEMEX.....	45
Fuente 18 - Manual de PEMEX.....	46
Fuente 19 - <a href="http://www.ibertest.es/producto/cabezales-traccion-ib154-maquinas-ensayo-electromecanica/">http://www.ibertest.es/producto/cabezales-traccion-ib154-maquinas-ensayo-electromecanica/</a> .....	48
Fuente 20 - <a href="http://www.thefabricator.com/article/plasmacutting/biselado-con-plasma--aqua-pueden-dar-las--maquinas-de-la-actualidadr">http://www.thefabricator.com/article/plasmacutting/biselado-con-plasma--aqua-pueden-dar-las--maquinas-de-la-actualidadr</a> .....	52
Fuente 21 - Manual del Soldador .....	54
Fuente 22 - Fundamentos de manufactura moderna .....	55
Fuente 23 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	57
Fuente 24 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	58
Fuente 25 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	59

Fuente 26 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	61
Fuente 27 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	62
Fuente 28 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	64
Fuente 29 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	65
Fuente 30 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	66
Fuente 31 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	67
Fuente 32 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	68
Fuente 33 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	68
Fuente 34 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	69
Fuente 35 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	69
Fuente 36 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	70
Fuente 37 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	70
Fuente 38 - Aboveground Storage Tanks - Philip E.Myers .....	74
Fuente 39 - Aboveground Storage Tanks - Philip E.Myers .....	74
Fuente 40 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	75
Fuente 41 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	75
Fuente 42 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	76
Fuente 43 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	80
Fuente 44 - API 650 12va Edición de marzo del 2013 .....	81
Fuente 45 - PETROPERU S.A.....	85
Fuente 46 -PETROPERU S.A. / SENAMHI.....	86
Fuente 47 - PETROPERU S.A. / SENAMHI.....	86

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto consiste en la elaboración del diseño mecánico y fabricación de un tanque de 160 miles de barriles para almacenamiento de crudo en la refinería Conchan para PETROPERU S.A., utilizando la norma del API 650 y los procesos de fabricación propios de la industria.

Se describirá los conceptos y criterios necesarios para la elaboración de los cálculos, dimensionamientos y selección de los componentes del tanque asimismo se detalla el proceso constructivo del tanque.

El presente proyecto de ingeniería se divide en tres capítulos.

El primero consiste en el planteamiento de problema, descripción de la realidad, justificación técnica, económica y social, también incluye el objetivo principal y los objetivos secundarios.

El segundo capítulo consiste en la definición de los términos necesarios y la metodología que se va a realizar el presente proyecto.

El tercer capítulo consiste en realizar la selección de las boquillas y anillo de rigidez, cálculos de los espesores del fondo central, fondo anular y cilindro y cálculo de la flotabilidad del techo flotante de doble cubierta.



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

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

PETROPERÚ es una empresa de propiedad del Estado y de derecho privado, perteneciente al sector de hidrocarburos. La empresa se dedica principalmente al transporte, refinación, distribución y comercialización de combustibles y otros productos derivados del petróleo.

Su misión es satisfacer las necesidades del mercado de hidrocarburos con productos de calidad internacional y servicios competitivos, para constituirse como una empresa capaz de generar una rentabilidad adecuada, propiciar el desarrollo de sus trabajadores y actuar con responsabilidad social y ambiental.

Su visión es ser una empresa de hidrocarburos y energía, integrada y competitiva, líder en el mercado nacional y con participación creciente en el mercado internacional.

Actualmente PETROPERÚ se encuentra en la ejecución del proyecto de modernización de la refinería talara, la cual tiene como principal objetivo aumentar la capacidad de refinación de 60 mil a 90 mil barriles por día.

La refinería Conchan actualmente tiene una capacidad de almacenamiento de crudo de 395 Miles de barriles pero se requiere una capacidad de 595 Miles de barriles por lo que existe un déficit de 200 miles de barriles.

Colocar cuánto es lo que se almacena, para de ahí pasar a decir que existe la necesidad de aumentar capacidad, por lo que existe la necesidad de aumentar la capacidad de almacenamiento de crudo en la refinería Conchan, la cual se ubica el Km 26.5 de la antigua panamericana sur – Lurín – Lima.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. TECNICA**

Ante la falta de capacidad de almacenamiento de Petroperú, específicamente en la Refinería Conchán, resulta relevante proporcionar la información necesaria para que se pueda realizar el adecuado diseño y fabricación del tanque de almacenamiento de crudo de petróleo, basado en normas y estándares de diseño nacional e internacional.

### **1.2.2. ECONÓMICA**

El desarrollo de este proyecto permite que la refinería Conchán pueda recibir lotes completos de buques PANAMAX (aprox. 440 Miles Barriles) por lo que reduce el tiempo de estadía de buques tanque y reducir costos de descarga.

### 1.2.3. SOCIAL

El presente proyecto tiene dos fases muy importantes la fase de diseño y la de fabricación en las etapas del proyecto se incluirá personal capacitado y no capacitado para el desarrollo del mismo.

## 1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.3.1. ESPACIAL

Este proyecto consiste en realizar el diseño y fabricación de un tanque de almacenamiento de crudo con techo flotante de 160 miles de barriles en la zona norte de la refinería Conchán, la cual se ubica en el km 26.5 de la Antigua Panamericana Sur, Distrito de Lurín.

Ilustración 1 - Ubicación del Refinería Conchán



Fuente 1 -  
<https://www.google.com.pe/maps/place/Refinería+Conchan/>

### **1.3.2. TEMPORAL**

El presente proyecto se realiza en el lapso desde el 02 de febrero del 2015 hasta el 31 de diciembre del 2016

## **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo diseñar y fabricar un tanque de almacenamiento de crudo de 160MB bajo la norma API 650?

### **1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cómo dimensionar los espesores de los componentes del tanque bajo la norma API 650?
- ¿Cómo dimensionar la escalera helicoidal y la plataforma perimétrica del tanque?
- ¿Cómo seleccionar las boquillas del tanque?
- ¿Cómo dimensionar el techo flotante?
- ¿Cómo elaborar la fabricación de los componentes metalmecánicos del tanque y techo flotante?
- ¿Cómo determinar el tiempo de fabricación y montaje del tanque?
- ¿Cuál es el costo de fabricación, montaje y mantenimiento de pintura?

- ¿Cómo realizar el procedimiento de montaje y soldeo del tanque?

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVOS GENERALES**

Realizar el diseño y fabricación de un tanque de 160 miles de barriles para almacenamiento de crudo en la refinería Conchán.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los criterios basados en la norma API 650 para dimensionar los espesores de componentes del tanque de almacenamiento.
- Selección y dimensionamiento de accesorios del tanque de almacenamiento.
- Calcular los espesores para el fondo central, fondo anular y cilindro.
- Calculo de la estabilidad del techo flotante de doble cubierta.
- Elaborar un cronograma de fabricación del tanque.
- Determinar los costos de fabricación, montaje y mantenimiento del tanque.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

**Salomé Ordoñez, Edward Aníbal** realizo una tesis para optar el título profesional de ingeniero químico. Análisis de las capacidades de almacenamiento de hidrocarburos líquidos en la refinería Conchán, en la cual concluye que se la refinería Conchan requiere una capacidad de 200 miles de barriles adicionales para almacenamiento de crudo.

**Gonza Sánchez, Víctor Hugo** realizo una tesis para optar el título profesional de ingeniero mecánico. Diseño y cálculo de un tanque para almacenamiento de petróleo para 3000 barriles, en el cual determina

**Petróleos del Perú** con el plan de modernización de la gestión corporativa requiere aumentar su capacidad de almacenaje para mejorar la distribución de sus derivados dentro de lima.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. PROPIEDADES DEL PRODUCTO ALMACENADO**

Para el diseño de tanque de almacenamiento de hidrocarburos se tiene que considerar las principales propiedades del producto como son las siguientes:

#### **2.2.1.1. PRESIÓN DE VAPOR RAID**

Es la medida de la presión de vapor de las gasolinas en presencia de aire a una temperatura de 37.8 °C (100 °F).

#### **2.2.1.2. PUNTO DE EBULLICIÓN**

La temperatura a la que un líquido ejerce una presión de vapor de 1.033 Kg/cm<sup>2</sup> abs (14.7 psia).

#### **2.2.1.3. GRAVEDAD ESPECÍFICA**

Es una relación adimensional de la densidad de un fluido a la de un fluido de referencia, para los sólidos y los líquidos se usa el agua como fluido de referencia y para los gases se usa el aire.

### **2.2.2. TIPOS DE TANQUES**

Los líquidos podrán ser almacenados en diversos sistemas, clasificándose de manera general en "sistemas convencionales" y "sistemas no convencionales".

Los sistemas convencionales consisten en tanques superficiales y tanques enterrados. Los tanques superficiales son aquellos cuyas paredes laterales y techo están en contacto directo con la atmósfera, se sub clasifican en

tanques atmosféricos, tanques a presión, tanques refrigerados y tanque térmicos. Los tanques enterrados son aquellos cubiertos con material sólido y expuesto a presiones ocasionadas por el empuje o peso del material que los rodea.

El almacenamiento "no convencional" es todo sistema que no está descrito en el Reglamento, requiriendo especiales consideraciones en su proyecto, construcción y mantenimiento. Los almacenamientos "no convencionales" pueden ser:

- Almacenamiento en pozas abiertas
- Almacenamiento flotante
- Almacenamiento en cavernas
- Almacenamiento en tanques de concreto pretensado
- Almacenamiento en plataformas marinas.

### **2.2.3. TANQUES ATMOSFÉRICOS**

Los tanques atmosféricos serán usados para líquidos que tienen hasta una máxima presión de vapor de 0.914 Kg/cm<sup>2</sup> abs (13 psia) a nivel del mar. Por cada 300 metros de elevación la máxima presión de vapor deberá ser reducida en 0.035 Kg/cm<sup>2</sup> abs (0.5 psia). Los principales tanques atmosféricos son de techo flotante y de techo fijo.



### **2.2.3.1. TANQUES DE TECHO FLOTANTE**

Son aquellos en que el techo flota sobre la superficie del líquido, eliminándose el espacio entre los vapores. Los techos flotantes se dividen en externos e internos.

#### **2.2.3.1.1. TECHO FLOTANTE INTERNO DE CUBIERTA**

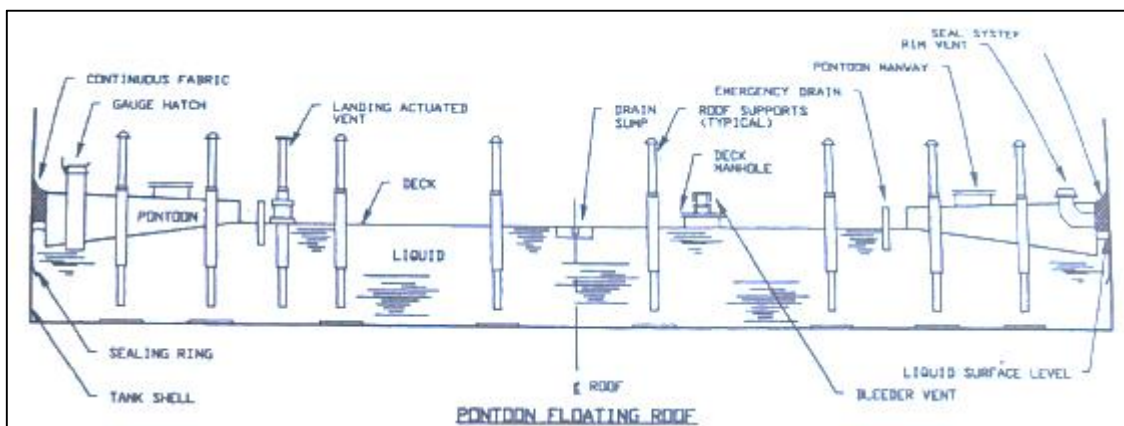
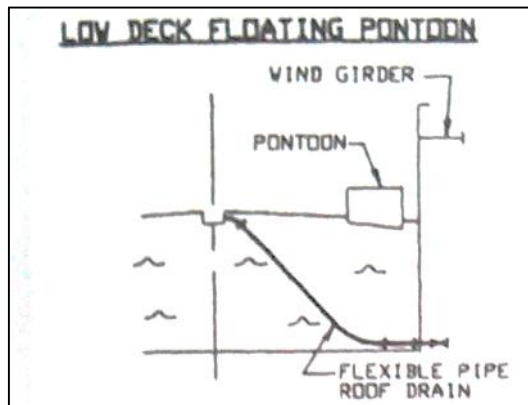
##### **SIMPLE CON PONTONES**

Está equipado con flotadores herméticos al fluido o pontones, se caracteriza por que su techo está integrado por una cámara de aire anular, dividida en compartimentos que actúan como un flotador en el perímetro, y una cubierta simple en el centro, lo que hace que todo el conjunto del techo se mantenga a flote en la superficie del producto, la superficie superior del pontón está inclinada hacia abajo y hacia el centro para facilitar el drenaje, mientras que la superficie interior está inclinada hacia arriba y hacia el centro del techo para atrapar los vapores, la cubierta de espesor simple puede expandirse para la acumulación de los vapores que pueden formarse, los vapores atrapados bajo el centro de la cubierta forman una capa aislante hasta que se condensan.

Los techos de pontón están diseñados para flotar aun cuando el centro y los compartimentos estén perforados.

Este tipo de tanque de techo flotante se usa para almacenar aceites ligeros y es de gran utilidad para eliminar las pérdidas por escape y evaporación.

Ilustración 2 - Techo flotante de cubierta simple



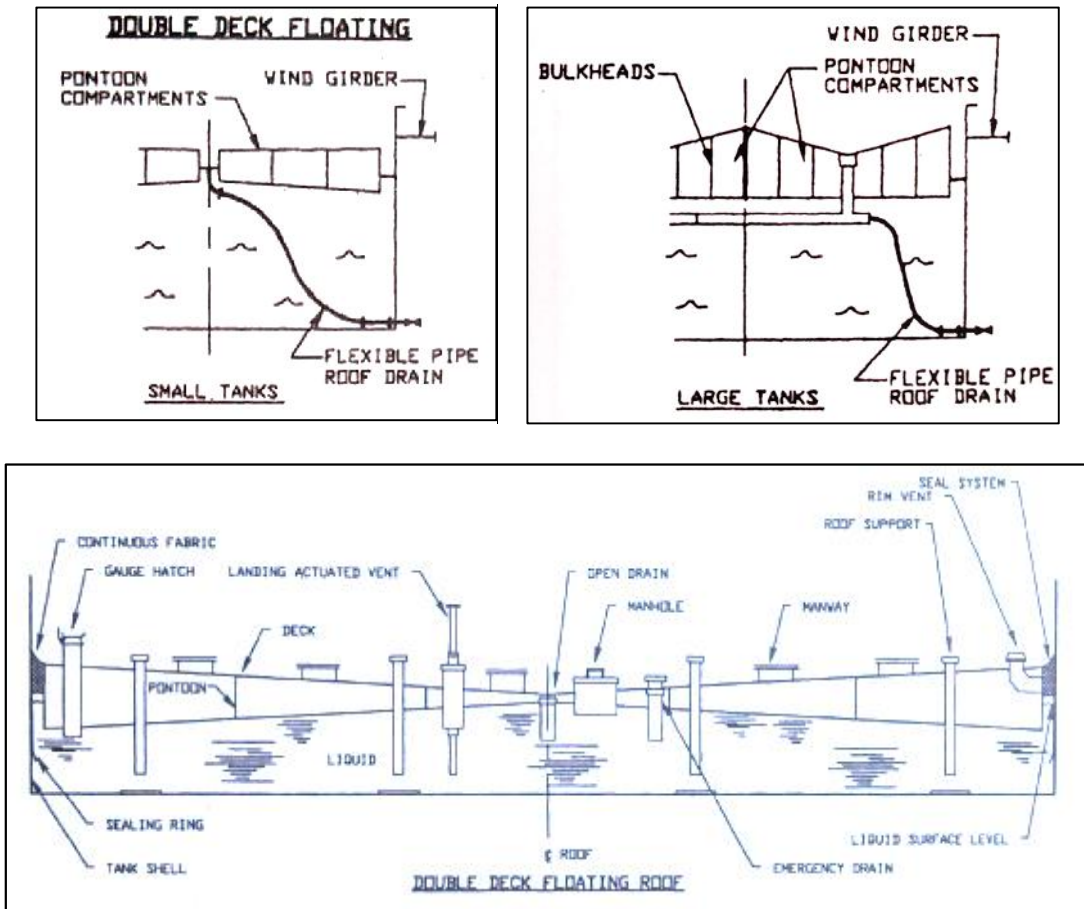
Fuente 2 - Aboveground Storage Tanks - Philip E. Myers

### 2.2.3.1.2. TECHO FLOTANTE INTERNO DE DOBLE CUBIERTA

Constituido por dos niveles de fluido que forman en su intermedio un flotador total, dándole mayores ventajas a este tipo de techo, como una mayor flotabilidad, estructura más robusta, efectivo aislamiento a rayos solares, disminución de niveles de evaporación.

- Techo flotante interno
- Techo flotante interno rígidos

Ilustración 3 - Techo flotante de doble cubierta



Fuente 3 - Aboveground Storage Tanks - Philip E. Myers

- Sabanas flotantes

Su aplicación se utilizan en:

- Almacenamiento de líquidos con Presión de Vapor Reid mayor a 0.281 Kg/cm<sup>2</sup> abs (4 psia).
- Cuando el líquido es almacenado a temperaturas cercanas en 8.3 oC (15 oF) a su punto de inflamación o a temperaturas mayores.

- En tanques cuyo diámetro excede los 45.0 metros y sean destinados a almacenar líquidos de bajo punto de inflamación.
- Almacenamiento de líquidos con alta presión de vapor que son sensitivos a degradación por oxígeno.

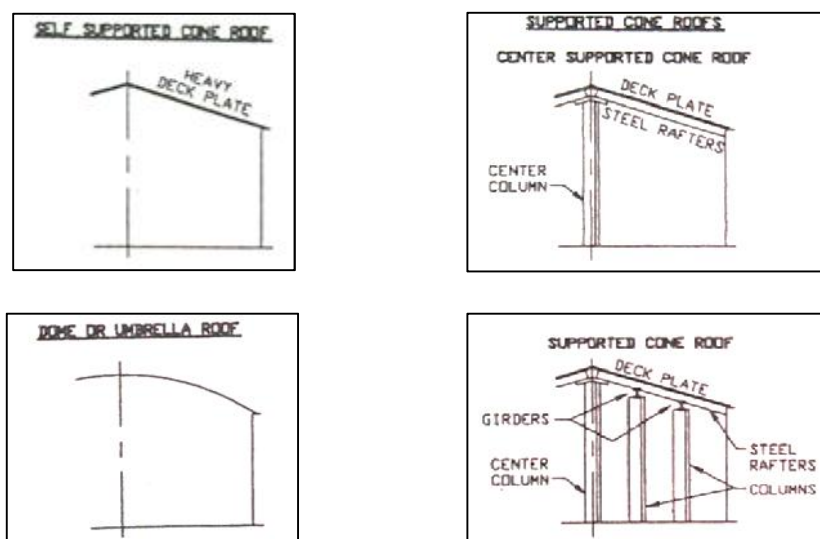
### 2.2.3.2. TANQUES DE TECHO FIJO

Pueden tener techo auto soportado o por columnas, la superficie del techo puede tener forma de domo o cono.

El tanque opera con un espacio para los vapores, el cual cambia cuando varía el nivel de los líquidos. Ventilaciones en el techo permiten la emisión de vapores y que el interior se mantenga aproximadamente a la presión atmosférica pero produciéndose pérdidas de respiración.

Los tanques de techo fijo son usados para almacenar líquidos en los cuales los tanques de techo flotante no son exigidos.

Ilustración 4 - Tipos de techos fijos



#### **2.2.4. PARTES DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

Las partes principales que están compuestos los tanques de almacenamiento de hidrocarburos son determinadas por la norma API 650 las cuales son mencionadas a continuación:

##### **2.2.4.1. FONDO ANULAR**

Es un anillo de anular compuesto por planchas de acero soldadas radialmente que soportan el cilindro y está apoyado sobre el anillo de cimentación

Las planchas del fondo anular deberán tener al menos 600 mm (24 in) entre el interior del cilindro y cualquier junta a traslape del fondo.

La proyección del fondo anular deberá ser al menos 50mm (2 in) y también deberá ser circular en el lado exterior y poligonal en el lado interior.

##### **2.2.4.2. FONDO CENTRAL**

Está compuesto por planchas de acero que deberá tener una pendiente como mínimo de 1:120 desde el centro hacia afuera del tanque

##### **2.2.4.3. CILINDRO**

Es la parte principal del tanque está constituido por planchas roladas y soldadas en la juntas verticales y horizontales, donde el espesor mayor va en el fondo del tanque y el menor en la parte superior.

#### **2.2.4.4. ENTRADAS DE HOMBRE**

Son accesos al tanque para la inspección o limpieza del tanque, En la sección 5.7.5 de la norma API 650 se define las medidas estandarizadas.

#### **2.2.4.5. BOQUILLAS**

Son las conexiones que permiten el ingreso y salida de flujo del tanque, son seleccionadas de acuerdo a la sección 5.7.6 de la norma API 650.

#### **2.2.4.6. DRENAJE**

Son componentes de los tanques que permite drenar toda el agua que se encuentra en el crudo debido a su transporte desde los buques hasta los tanques.

#### **2.2.4.7. TECHO DOMO**

Techo geodésico de aluminio auto soportado de acuerdo al API 650 apéndice G que permite una impermeabilidad, evitando que el agua de lluvia no contamina el producto almacenado y reduce emisiones cubriendo el techo flotante contra los elementos como el sol, temperatura altas y el viento.

#### **2.2.4.8. ANILLO DE RIGIDEZ**

Es el elemento rigidizador del tanque que permite mantener la redondez del tanque en el tiempo.

#### **2.2.4.9. CIMENTACIÓN DE TANQUE**

Es un anillo perimetral de concreto armado que soporta todas las cargas del tanque.

#### **2.2.4.10. MEDIDOR DE NIVEL**

Son dispositivos de medición del tanque que permiten monitorear el nivel de llenado del tanque, se debe considerar la utilización de dos medidores de nivel uno manual y el otro automático para validar la medición.

#### **2.2.4.11. MEDIDOR DE TEMPERATURA**

Es el dispositivo de medición del tanque que permite monitorear la temperatura del producto almacenado.

#### **2.2.4.12. SISTEMA CONTRA INCENDIOS**

Es el sistema contra incendios es un sistema de emergencia que proporciona en caso de un activación de emergencia, espuma la cual actúa como aislante entre el combustible y el oxígeno, también proporciona agua el cual actúa como medio de enfriamiento.

#### **2.2.4.13. PLATAFORMAS Y ESCALERA HELICOIDAL**

Son elementos que permite el acceso a la parte superior del cilindro para mantenimiento e inspección. Son diseñados considerando los criterios de la sección 5.8.10 de la norma API 650.

### **2.2.5. MATERIALES**

Los materiales usados en la construcción de tanques deben estar conforme a lo especificado en el capítulo 4 del API 650.

La selección del material depende de la temperatura mínima de diseño (MDMT), disponibilidad de material en el país, Limite de fluencia.

### **2.2.6. NORMA**

Una norma puede ser definida como un conjunto de definiciones y lineamientos para ser tenidos en cuenta por los diseñadores y fabricantes. Las normas pueden partir desde unos pocos párrafos hasta cientos de páginas las cuales están escritas por expertos en la materia. Las normas son consideradas voluntarias debido a que sirven como lineamientos a seguir, pero no están forzadas por la ley. El API (American Petroleum Institute) publica sus normas, facilitando a los usuarios y diseñadores los criterios y consideraciones para la fabricación de tanques [1].

En el diseño de tanques para almacenamiento de hidrocarburos se considera las siguientes normas:

- API 650, Welded Tanks for Oil Storage, 12th Edition, September 2013
- API 2350, Overfill Protection for Petroleum Storage Tanks.
- API 2000, Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks
- API 653, Tanks Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction.

Para el diseño y fabricación de tanques de almacenamiento de hidrocarburos nos basamos en la norma API 650 la cual está dividida en las siguientes secciones:

Tabla N° 1 – Secciones de la Norma API 650



Sección 1	Alcance
Sección 2	Normativa Referencial
Sección 3	Términos y definiciones
Sección 4	Materiales
Sección 5	Diseño
Sección 6	Fabricación
Sección 7	Montaje
Sección 8	Métodos de inspección de juntas
Sección 9	Procedimiento de soldadura y calificación de soldadores
Sección 10	Identificación de Tanque

Fuente 5 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

La norma también cuenta con los siguientes anexos:

Tabla N° 2 - Anexos de la Norma API 650

ANEXO A	Diseño Opcional Para Pequeños Tanques
ANEXO AL	Tanques de Almacenamiento de Aluminio
ANEXO B	Recomendaciones de diseño y construcción de cimentación de tanques de almacenamiento de hidrocarburos.
ANEXO C	Techos flotantes externos

ANEXO D	Relacionado con posibles consultas que se pueda hacer sobre aspectos técnicos.
ANEXO E	Diseño sísmico de tanques de almacenamiento
ANEXO EC	Comentarios del Anexo E
ANEXO F	Diseño de tanques bajo pequeñas presiones
ANEXO G	Techo domo de aluminio soportados estructuralmente
ANEXO H	Techo flotantes interno
ANEXO I	Detección de fugas de la parte inferior de tanques y protección de fundaciones
ANEXO J	Ensamble en taller de tanques de almacenamiento
ANEXO K	Ejemplo de aplicación para determinar el espesor de un anillo de un tanque por el método del punto variable.
ANEXO L	Hojas de datos para tanques atmosféricos según el API 650
ANEXO M	Requerimiento para tanques que operan a elevadas temperaturas.
ANEXO N	Uso de materiales que no hayan sido perfectamente identificados.
ANEXO O	Recomendaciones para conexiones ubicadas en el fondo

ANEXO P	Cargas externas permisibles en las aberturas del cuerpo del tanque.
ANEXO S	Tanques de acero inoxidable austenítico
ANEXO SC	Tanques de almacenamiento con materiales mixtos, en acero al carbono y acero inoxidable.
ANEXO T	Resumen de requerimientos END (Ensayos No Destructivos)
ANEXO U	Prueba de ultrasonido en lugar de pruebas radiográficas para cordones de soldadura.
ANEXO V	Diseño de tanques de almacenamiento para presión externa
ANEXO W	Recomendaciones comerciales y documentación
ANEXO X	Tanques de almacenamiento de acero inoxidable dobles
ANEXO Y	Tipos de monografía API 650

Fuente 6 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

### 2.2.7. CÓDIGO

Un código o una reglamentación son una norma que ha sido adoptada por uno o más cuerpos gubernamentales y posee la fuerza de la ley. También se da este caso cuando una norma ha sido incorporada dentro de un contrato comercial [1].

Para el diseño del tanque tenemos los siguientes códigos:

- Código ASME IX – Welding, Brazing, and Fusing Qualifications
- DS-052-93 Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos

### **2.2.8. CARGAS**

Los metales pueden estar sometidos a cargas de tres tipos: estáticas, dinámicas y cíclicas o alternantes

#### **2.2.8.1. CARGA ESTÁTICA.**

Es cuando es invariable o su magnitud crece de forma lenta.

#### **2.2.8.2. CARGA DINÁMICA**

Es cuando actúa de forma instantánea o aumenta su magnitud de forma rápida.

#### **2.2.8.3. CARGA CÍCLICAS**

Es cuando cambia de magnitud o dirección de formas cíclicas o alternadas.

### **2.2.9. TIPO DE CARGAS**

#### **2.2.9.1. CARGA MUERTA**

Es el peso del tanque incluyendo cualquier margen de corrosión.

#### **2.2.9.2. PRESIÓN EXTERNA DE DISEÑO**

No deberá ser menor que 0.25 KPa. (1 in H<sub>2</sub>O)

#### **2.2.9.3. PRESIÓN INTERNA DE DISEÑO**

No debe exceder a 18KPa.

#### **2.2.9.4. CARGAS DE TECHO FLOTANTE INTERNO**

##### **2.2.9.4.1. CARGA MUERTA DE TECHO FLOTANTE INTERNO (DF)**

La carga muerta del techo flotante incluyendo el peso de los compartimientos flotantes, sello y todo lo demás techo flotante y adjunta componentes.

##### **2.2.9.4.2. CARGA VIVA UNIFORME DEL TECHO FLOTANTE (LF1)**

Se considera 0.6KPa [12.5 lbs/ft<sup>2</sup>] si no se proporciona de drenajes automáticos.

Se considera 0.24KPa [5 lbs/ft<sup>2</sup>] si se proporciona drenajes automáticos.

##### **2.2.9.4.3. CARGA PUNTUAL DE TECHO FLOTANTE INTERNO (LF2)**

Se considerara la aplicación de al menos dos hombre que caminan en cualquier lugar del techo. Uno aplicando 2.2KN [500 lbf] sobre 0.1 m<sup>2</sup> y el otro en la otra dirección.

##### **2.2.9.4.4. TECHO FLOTANTE INTERNO CON PRESIÓN EXTERNA (PFE)**

Se considera 0.24 KPa [5 lbs/ft<sup>2</sup>] minimo.

##### **2.2.9.4.5. CARGA VIVA MÍNIMA DEL TECHO**

1.0 KPa (20 lbs/ft<sup>2</sup>) en la proyección horizontal del área del techo. La carga viva mínima del techo debe ser determinada por ASCE 7, pero no debe ser

menor que 0.72 KPa (15 lbs/ft). La carga viva mínima del techo debe ser reportada por el propietario.

#### **2.2.9.5. CARGA DE SISMO**

La carga de sismo debe estar acorde con el ASCE 7.

#### **2.2.9.6. CARGA DE NIEVE**

La carga de nieve debe ser determinada por la ASCE 7

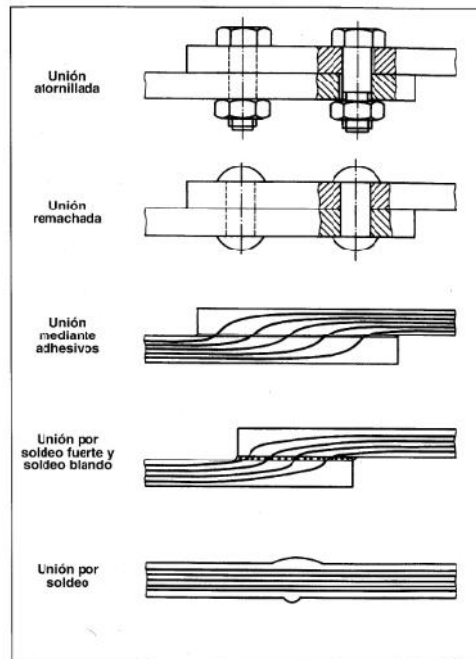
#### **2.2.9.7. FUERZA DEL LÍQUIDO**

La carga de diseño del nivel del líquido, la gravedad específica debe ser especificada por el comprador

#### **2.2.10. SOLDADURA**

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

Ilustración 5 - Tipos de uniones



Fuente 7 - Manual del soldador

### 2.2.11. METAL BASE

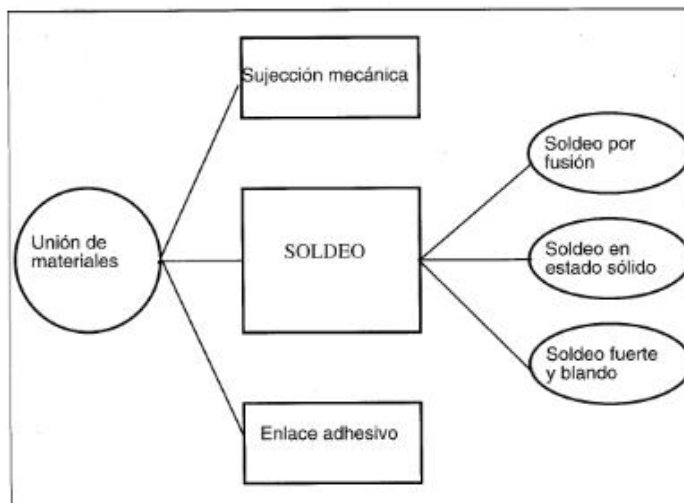
Se denominara metal base al material que va a ser sometido a cualquier operación de soldeo o corte y metal de operación al material que se aporta en cualquier operación o proceso de soldeo

### 2.2.12. PROCESO DE SOLDEO

Según la AWS (American Welding Society), los diferentes métodos de unión de materiales, diferenciándolo los de soldeo en tres grandes grupos:

- Soldeo por fusión
- Soldeo en estado solido
- Soldeo fuerte y blando

Ilustración 6 - Métodos de unión



Fuente 8 - Manual del soldador

### **2.2.12.1. SOLDEO POR FUSIÓN**

Son aquellos en los que se produce la fusión del metal base y la del de aportación cuando este se emplea. Es decir, siempre existe una fase líquida formada solo por metal base, o por metal base y de aportación.

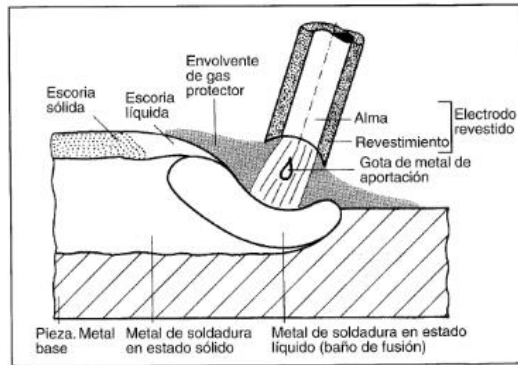
### **2.2.12.2. SOLDEO POR ARCO CON ELECTRODO REVESTIDO**

El soldeo por arco con electrodo revestido es un proceso en el que la fusión del metal se produce gracias al calor generado por un arco eléctrico establecido entre el extremo de un electrodo revestido y el metal base de una unión a soldar.

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

Ilustración 7 - Proceso de soldeo SMAW





Fuente 9 - Manual del soldador

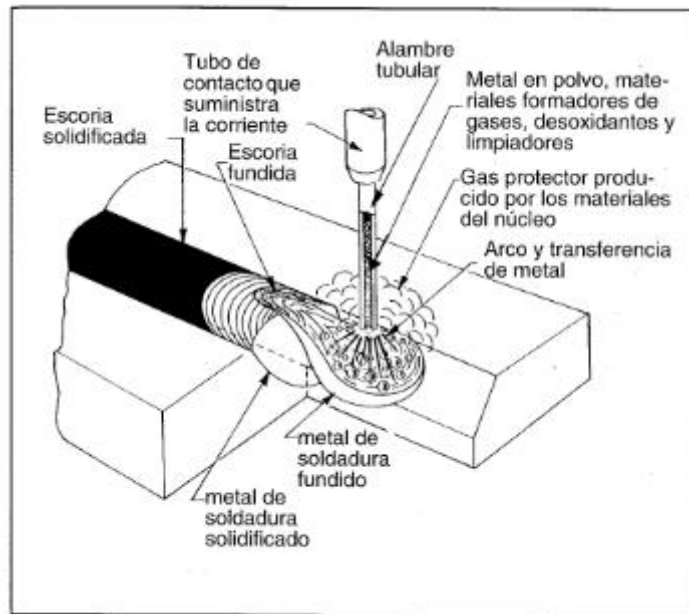
### 2.2.12.2.1. SOLDEO POR ALAMBRE TUBULAR

El proceso de soldeo por arco con electrodo tubular se consigue con el calor de un arco eléctrico establecido entre un alambre-electrodo consumible continuo y la pieza que se suelda. La protección se obtiene del fundente contenido dentro de un alambre tubular pudiéndose utilizar con o sin gas de protección adicional.

Es un proceso semiautomático, aunque también puede utilizar en el soldeo mecanizado y automatizado.

El proceso de soldeo por arco con alambre tubular con protección gaseosa se le conoce como FCAW

Ilustración 8 - Proceso de soldeo FCAW



Fuente 10 - Manual del soldador

### 2.2.13. SOLDADURA EN TANQUES

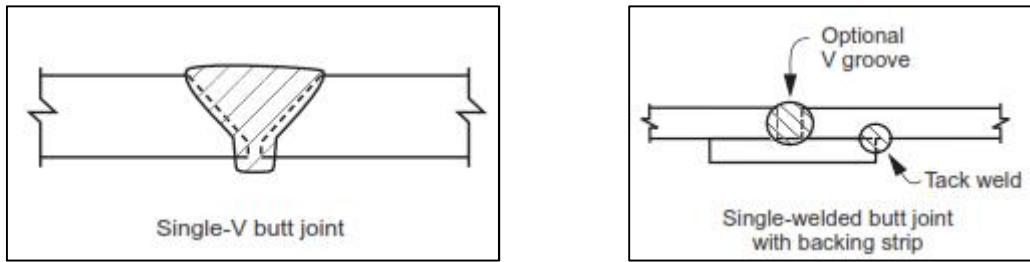
La soldadura en los tanques de almacenamiento es de vital importancia debido a que estos van a ser sometidos a las cargas que se generan por el almacenamiento de producto.

Durante el proceso de fabricación se debe presentar los procedimientos de soldadura (WPS) para su aprobación donde indican todas las variables esenciales, no esenciales y suplementarias de acuerdo al proceso de soldeo seleccionado. Los procesos de soldadura pueden ser semiautomático o automático y el diseño de la junta dependerán que componentes se unirán.

#### 2.2.13.1. JUNTAS EN EL FONDO ANULAR

Las juntas de fondo anular son radiales, soldadas a tope, deberá tener penetración completa.

Ilustración 9 - Tipos de juntas para fondo anular

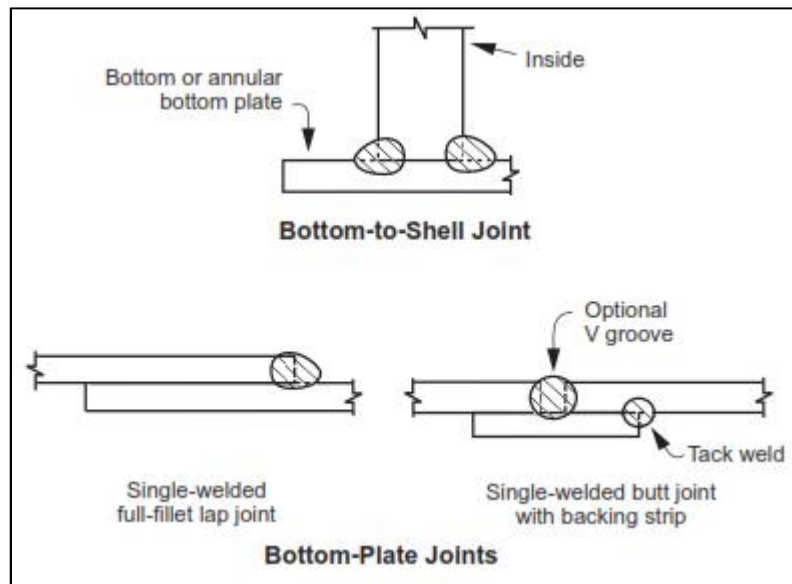


Fuente 11 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

### 2.2.13.2. JUNTAS EN EL FONDO CENTRAL

Las juntas en el fondo central deberá ser traslapadas, el traslape de la planchas deber ser como mínimo 32 mm y las planchas deberán rectangulares y escuadradas.

Ilustración 10 - Tipos de juntas para fondo central



Fuente 12 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

### 2.2.13.3. JUNTAS EN LA UNIÓN CILINDRO FONDO

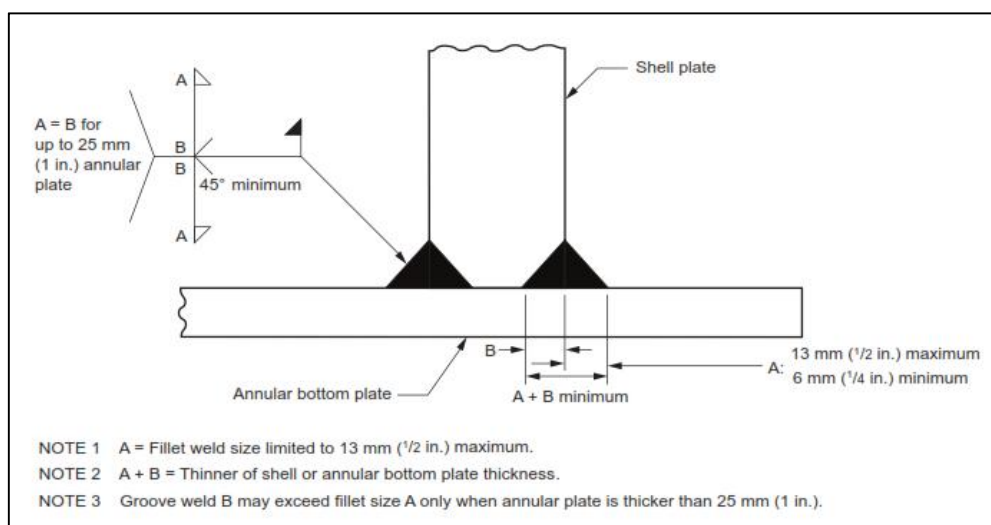
La unión cilindro fondo con el fondo anular, la soldadura debe ser de penetración completa, de tal forma que la longitud de los filetas de las juntas o el espacio en la ranura no debe exceder el espesor de la placas del cuerpo. El tamaño de la soldadura en filete no deberá ser menor de los que se muestra en la tabla.

Ilustración 11 - Espesor mínimo de filete de unión cilindro fondo

Nominal Thickness of Shell Plate		Minimum Size of Fillet Weld	
(mm)	(in.)	(mm)	(in.)
5	0.1875	5	3/16
> 5 to 20	> 0.1875 to 0.75	6	1/4
> 20 to 32	> 0.75 to 1.25	8	5/16
> 32 to 45	> 1.25 to 1.75	10	3/8

Fuente 13 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

Ilustración 12 - Junta de cilindro fondo

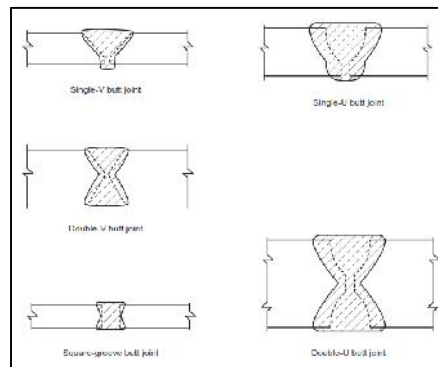


Fuente 14 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

#### 2.2.13.4. JUNTAS EN EL CILINDRO

Las uniones verticales deben de ser de penetración completa y fusión completa esto se logra realizando soldadura doble tal como se muestra en la figura

Ilustración 13 - Juntas para la unión del cilindro

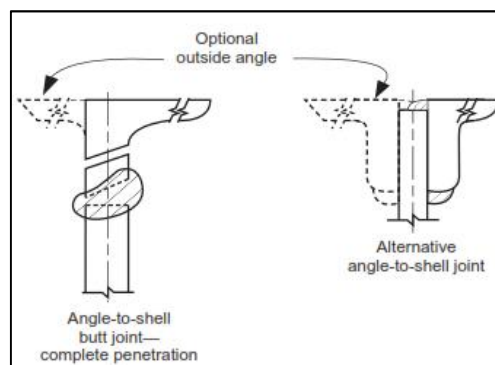


Fuente 15 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

#### 2.2.13.5. JUNTAS EN EL ANILLO DE RIGIDEZ

La soldadura del anillo de rigidez tiene que ser penetración completa y deber ser soldada alrededor del cilindro como se muestra en la figura

Ilustración 14 - Tipo de juntas del anillo de rigidez



Fuente 16 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

#### **2.2.14. GRADO DE CORROSIÓN**

Es el espesor de desgaste máximo debido a la reacción química entre el fluido y el tanque de almacenamiento.

#### **2.2.15. PRESIÓN**

Se define como la capacidad de fuerza que se ejerce sobre una unidad de área de una sustancia, o sobre una superficie. Se enuncia por medio de la ecuación

$$P = \frac{F}{A}$$

Dónde:

P: Presión (Pa)

F: Fuerza ejercida (N)

A: Área de contacto (m<sup>2</sup>)

#### **2.2.16. FLOTACIÓN**

La ley de la flotación conocida como principio de Arquímedes se remonta a unos 2200 años, a los tiempos del gran filósofo griego Arquímedes. La leyenda cuenta que hiero, rey de Siracusa, sospechaba que su nueva corona de oro podría haber sido construida de materiales diferentes al oro puro, así que le pidió a Arquímedes que la sometiera a una prueba. Arquímedes probablemente hizo una bola de oro puro que pesaba lo mismo que la corona. Descubrió que la bola pesaba más en agua que lo que la corona no era de oro puro. El material falso poseía un volumen más grande

que pesaba lo mismo que el oro, por lo que desplazaba más agua. El principio de Arquímedes es: Un objeto recibe una fuerza de flotación igual al peso del líquido desplazado.

$$F_B = \gamma_f * V_d$$

Donde

$F_B$ : Fuerza de flotación

$\gamma_f$ : Peso específico del fluido

$V_d$ : Volumen desplazado del fluido

## **2.2.17. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

Se denomina ensayo no destructivo (también llamado END, o en inglés NDT de nondestructive testing) a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los ensayos no destructivos implican un daño imperceptible o nulo. Los diferentes métodos de ensayos no destructivos se basan en la aplicación de fenómenos físicos tales como ondas electromagnéticas, acústicas, elásticas, emisión de partículas subatómicas, capilaridad, absorción y cualquier tipo de prueba que no implique un daño considerable a la muestra examinada.

### **2.2.17.1. ENSAYO DE INSPECCIÓN VISUAL (VT)**

Es uno de los métodos más rápidos, fácil de aplicar, barato y que normalmente no requiere ningún equipo especial.

Con la finalidad de determinar si el estado superficial de una soldadura es adecuado puede ser necesario el uso de herramientas tales como boroscopios, espejos de dentista, galgas de medición, etc.

#### **2.2.17.2. ENSAYO DE LÍQUIDOS PENETRANTES (PT)**

Sirve para detectar discontinuidades que afloran a la superficie en sólidos no porosos. Se utiliza un líquido que al aplicarlo sobre la superficie de la muestra, penetra por la capilaridad en las discontinuidades o grietas. Posteriormente y una vez eliminado el exceso de penetrante de la superficie de la muestra el líquido contenido en las discontinuidades exuda y puede ser observado en la superficie aplicando un revelador.

#### **2.2.17.3. ENSAYO DE ULTRASONIDO (UT)**

Este ensayo consiste en aportar vibraciones sónicas de baja energía y alta frecuencia al interior de la pieza a ensayar. Estas vibraciones son alteradas o modificadas por la pieza. Detectando estos cambios en el equipo podremos detectar, localizar, identificar y medir discontinuidades en la soldadura

#### **2.2.17.4. ENSAYO DE RADIOGRAFÍA (RT)**

Tanto la radiografía como la gammagrafía son métodos de control no destructivo de materiales que consiste en poner de manifiesto sobre una película la sombra producida por los defectos de una pieza. El objetivo de la radiografía en general es obtener un registro con mayor información posible.

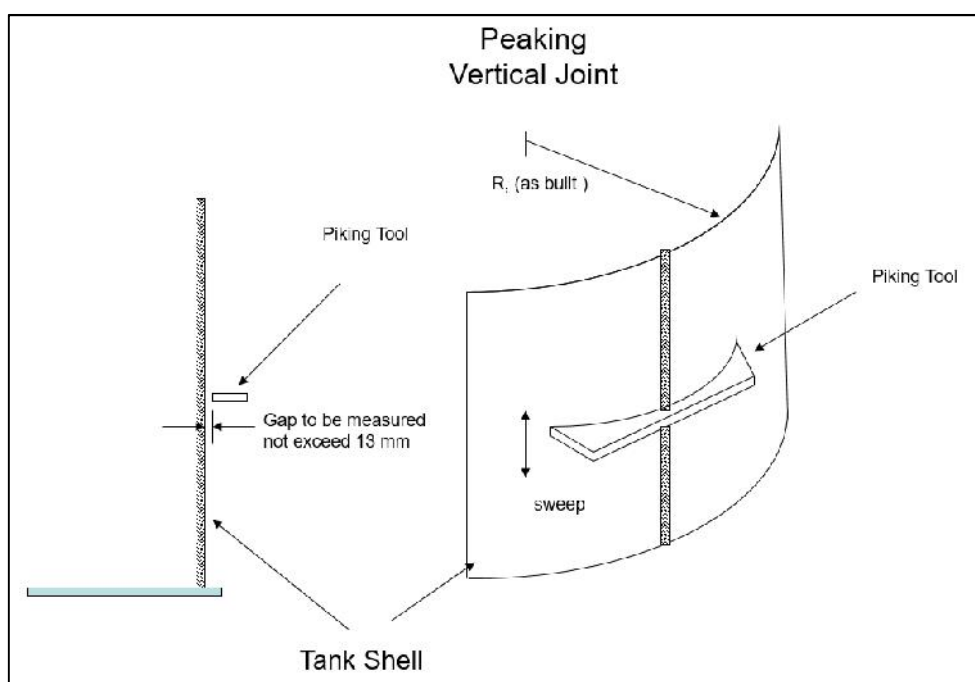


### 2.2.17.5. ENSAYO DE PEAKING

Consiste en realizar la medición de las deformaciones sobre la envolvente (hundimiento y/o protuberancias), a lo largo de la línea vertical en la soldadura.

La tolerancia por distorsión vertical en la envolvente será de 13mm (1/2") medida en la unión soldada, con una madera recta de 900mm (36") de longitud según la sección 5.4.3 del API 650.

Ilustración 15 - Ensayo de Peaking



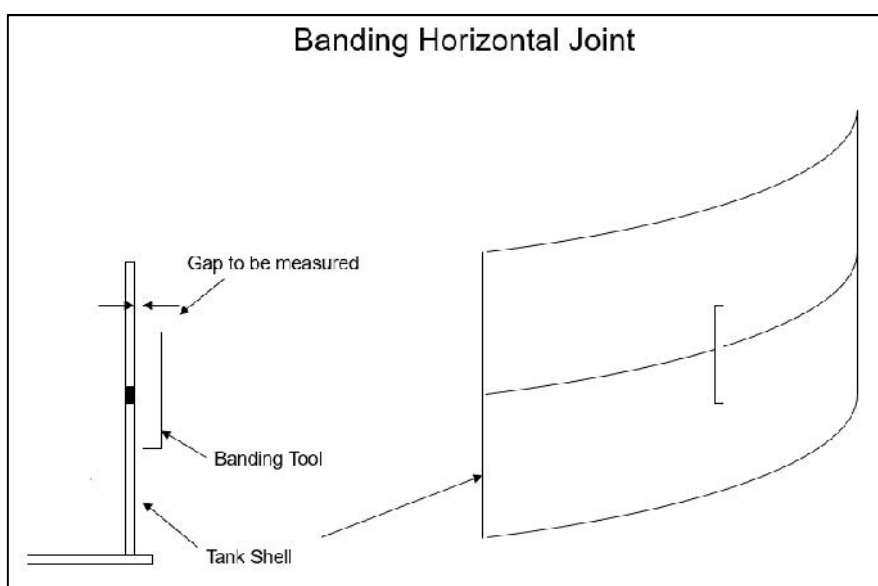
Fuente 17- Manual de PEMEX

### 2.2.17.6. ENSAYO DE BANDING

Consiste en realizar la medición de las deformaciones sobre la envolvente (hundimiento y/o protuberancias), a lo largo de la línea horizontal (perímetro) en la soldadura.

La tolerancia por distorsión horizontal en la envolvente será de 13mm (1/2") medida en la unión soldada, con una madera recta de 900mm (36") de longitud según la sección 5.4.4 del API 650.

Ilustración 16 - Ensayo de Banding



Fuente 18 - Manual de PEMEX

### 2.2.17.7. ENSAYO DE DIÉSEL CALIENTE

Consiste en aplicar diésel 02 calentado a una temperatura de 30°C a 45°C a fin de aumentar su fluidez.

Luego las juntas serán pintadas con este líquido por dentro del tanque mediante brochas y luego de 3 horas se examinara cuidadosamente el exterior aplicando cal en polvo como medio de contraste que facilite la detección de posibles fugas.

#### **2.2.17.8. PRUEBA HIDROSTÁTICA**

Esta prueba se debe efectuar con agua y llenarse de acuerdo los siguientes criterios:

- a) Para tanques fijos a 2 pulgadas debajo de las soldaduras que une las placas de techo con el anillo de rigidez.
- b) A una altura menor cuando exista alguna restricción como podrá ser los techos flotantes internos.

La envolvente deberá revisarse frecuentemente durante el llenado y todas las juntas soldadas abajo del nivel del agua deberán examinarse en busca de evidencias de fugas.

Una vez llenado el tanque se debe dejar que se estabilice para iniciar el conteo del tiempo de prueba. El tiempo de prueba después de alcanzar su máximo nivel de llenado debe ser de 24 horas, durante el proceso de llenado se deben inspeccionar válvulas, secciones bridadas, unión fondo cilindro. Las cuales se deben inspeccionar visualmente cada 2 horas durante el llenado y registrar lecturas. En caso se detecte alguna anomalía se debe de reparar y probar nuevamente hasta quedar 100% la reparación.

### **2.2.17.9. PRUEBA NEUMÁTICA**

A las soldaduras de las planchas de refuerzo de los accesorios del tanque se les realiza una prueba neumática con una presión de prueba de 0.3 y 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>, la cual debe mantenerse durante la aplicación de la solución jabonosa y la inspección realizada a la soldadura, si presenta fugas (burbujeo) debe marcarse con pintura roja y se informa al área correspondiente para su reparación.

### **2.2.18. ENSAYOS DESTRUCTIVOS**

#### **2.2.18.1. ENSAYO DE TRACCIÓN**

En el ensayo de tracción se somete una probeta del material en estudio, de una forma, sección y longitud normalizada a una fuerza de tracción en la dirección del eje de la probeta, que crece lenta y gradualmente hasta su rotura.

Ilustración 17 - Equipo de ensayo de tracción



Fuente 19 - <http://www.ibertest.es/producto/cabezales-traccion-ib154-maquinas-ensayo-electromecanica/>

En este ensayo se pueden determinar las siguientes propiedades:

### **Limite elástico**

El valor de la tensión al que corresponde la máxima deformación exclusivamente elástica se denomina limite elástico (Kg/mm<sup>2</sup>)

### **Tensión de rotura**

Es la máxima tensión que aguanta el material antes de romper

### **Porcentaje de Alargamiento**

Indica el cambio de longitud que experimenta la probeta. Se expresa en porcentaje de la longitud de la probeta

$$\text{Alargamiento (\%)} = \frac{\text{longitud final} - \text{longitud inicial}}{\text{longitud inicial}} \cdot 100$$

### **Límite de fluencia**

Es el valor de la tensión que soporta la probeta en el momento de producirse el fenómeno de la cedencia o fluencia. Este fenómeno tiene lugar en la zona de transición entre las deformaciones elásticas y plásticas y se caracteriza por un rápido incremento de la deformación sin aumento apreciable de la carga aplicada.

## **Módulo de Young**

Es el resultado de dividir la tensión por la deformación unitaria, dentro de la región elástica de un diagrama esfuerzo-deformación

### **2.2.19. PROCESOS DE MANUFACTURA PARA LA HABILITACIÓN Y MONTAJE DE TANQUES.**

La manufactura, como campo de estudio en el contexto moderno, puede definirse de dos maneras: tecnológica y económica. Tecnológicamente es la aplicación de procesos químicos y físicos que alteran la geometría, las propiedades, o el aspecto de un determinado material para elaborar partes o productos terminados. Los procesos para realizar la manufactura se realiza casi siempre como una sucesión de operaciones. Cada una de ellas lleva al material cada vez más cerca del estado final deseado.

Económicamente, la manufactura es la transformación de materiales en artículos de mayor valor, a través de una o más operaciones o procesos de ensambles, como se muestra en la **figura**. El punto clave es que la manufactura agrega valor al material original. Pág. 15-532

#### **2.2.19.1. CORTE CON FLAMA**

Es un proceso de corte térmico de uso muy difundido, conocido también como oxicorte, usa el calor de combustión de ciertos gases combinado con la reacción exotérmica del metal con el oxígeno. El soplete de corte que se usa en estos procesos está diseñado para proporcionar una mezcla de gas de combustible y oxígeno en las cantidades correctas y dirigir una corriente de oxígeno a la región de corte. El mecanismo principal de la remoción de

material en el corte con oxígeno y gas combustible es la reacción química del oxígeno con el metal base. El propósito de la combustión del oxígeno y el gas es elevar la temperatura en la región de corte para soportar la reacción. Por lo general, estos procesos se usan para cortar placas metálicas ferrosas.

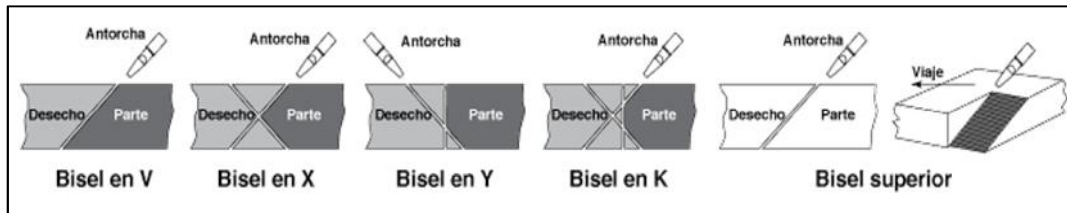
Equipo de oxicorte

- Oxígeno
- Gas combustible
- Regulador de presión
- Mangueras
- Sopletes
- Boquillas
- Equipo accesorios ( Mechero y limpiadores para las boquillas)
- Ropa y equipos de seguridad personal adecuado

#### **2.2.19.2. RESANADO Y BISELADO**

Se puede utilizar el corte con gas combustible para resanar, preparar piezas con bisel o preparar chaflanes en V o en J.

Ilustración 18 - Tipos de corte para planchas



Fuente 20 - <http://www.thefabricator.com/article/plasmacutting/biselado-con-plasma--aqua-pueden-dar-las--maquinas-de-la-actualidadr>

### 2.2.19.3. MAQUINADO POR ABRASIVO

El maquinado por abrasivo implica la eliminación de material por la acción de partículas abrasivas duras que están por lo general adheridas a una rueda. El esmerilado es el proceso abrasivo más importante. En términos de número de máquinas herramientas en uso, el esmerilado es el más común de todas las operaciones de trabajo con máquinas herramientas.

Las razones por las que los procesos abrasivos son importantes comercial y tecnológicamente en la actualidad son las siguientes

- Pueden usarse en todos los tipos de materiales, desde metales suaves hasta aceros endurecidos, y en materiales no metálicos, como cerámicos y silicio.
- Alguno de estos procesos pueden usarse para producir acabados superficiales extremadamente finos de hasta 0.025  $\mu\text{m}$  (1 $\mu$ -in).



➤ Para ciertos procesos abrasivos, las dimensiones pueden sujetarse a tolerancias extremadamente estrechas.

➤ Esmerilado

El esmerilado es un proceso de remoción de material en el cual las partículas abrasivas están contenidas en una rueda de esmeril aglutinado que opera a velocidades periféricas muy altas. Por lo general la rueda de esmeril tiene una forma de disco, balanceada con toda precisión para soportar altas velocidades de rotación. Pág. 612-1038

#### **2.2.19.4. FORMADO DE METALES**

Incluye varios procesos de manufactura en los cuales se usa la deformación plástica para cambiar la forma de las piezas metálicas. La deformación es el resultado del uso de una herramienta que generalmente es un troquel para formar metales, el cual aplica esfuerzos que exceden la resistencia a la fluencia del metal.

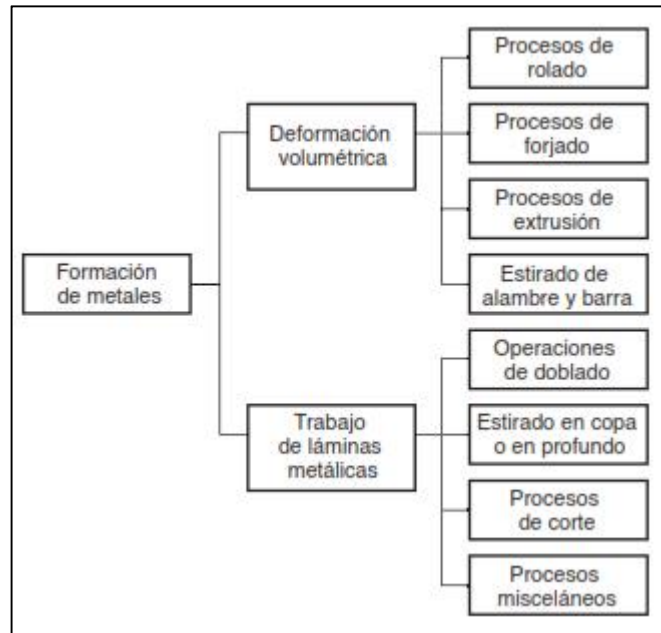
En general, se aplica el esfuerzo de compresión para deformar plásticamente el metal. Sin embargo, algunos procesos de formado estiran el metal, mientras que otros lo doblan y otros lo cortan.

Los procesos de formado se pueden clasificar en

1) Procesos de deformación volumétrica

2) Procesos de trabajo de láminas metálicas

Ilustración 19 - Proceso de formación de metales



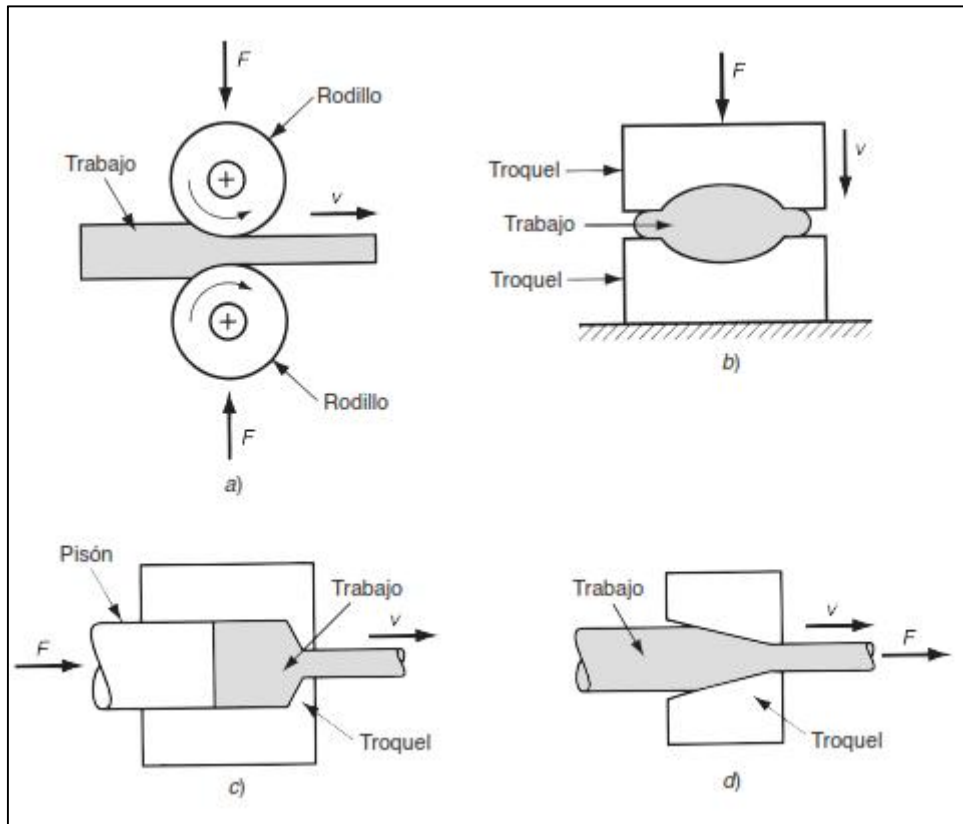
Fuente 21 - Manual del Soldador

#### **2.2.19.4.1. LOS PROCESOS DE DEFORMACIÓN VOLUMÉTRICA**

Los procesos de deformación volumétrica se caracterizan por deformaciones significativas y grandes cambios de forma, y la relación entre área superficial y el volumen de trabajo relativamente pequeña.

Las operaciones básicas en deformación volumétrica se muestran en la figura

## Ilustración 20 - Proceso de formación de metales



Fuente 22 - Fundamentos de manufactura moderna

### a) Rolado

Es un proceso de deformación por compresión en el cual el espesor de una plancha o placa se reduce por medio de dos herramientas cilíndricas opuestas llamadas rodillos. Los rodillos giran para estirar y realizar el trabajo dentro de la abertura entre ellos y comprimirla.

### b) Forjado

En el forjado se comprime una pieza de trabajo entre dos troqueles opuestos, de manera que la forma de troquel se imprima para obtener el

trabajo requerido. El forjado es un proceso tradicional de trabajo en caliente, pero muchos tipos de forjados se hacen en frío.

#### c) Extrusión

Es un proceso de compresión en el cual se fuerza el metal de trabajo a fluir a través de la abertura de un troquel para que tome la forma de la abertura de este en su sección transversal.

#### d) Estirado

En este proceso de formado, el diámetro de un alambre o barra se reduce cuando se tira del alambre a través de la abertura del troquel.

### **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

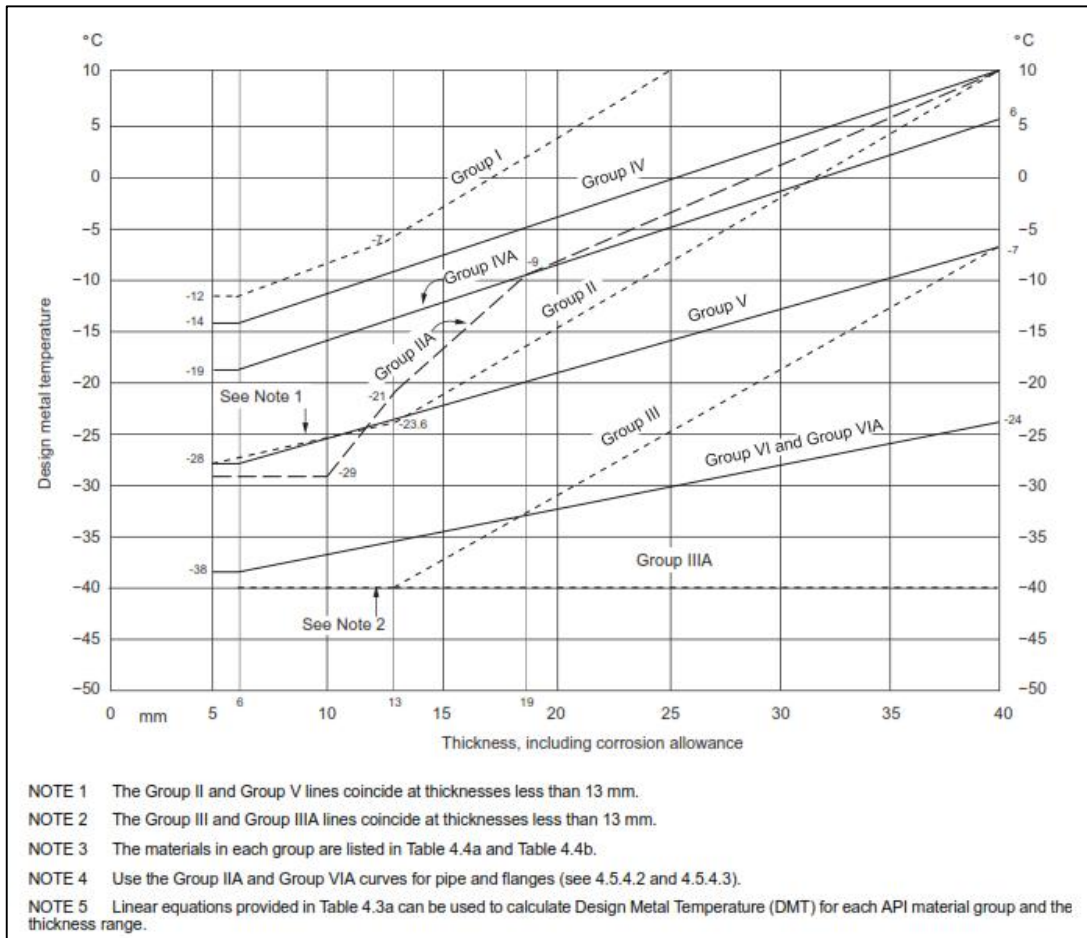
#### **2.3.1. SELECCIÓN DE MATERIALES**

Los criterios para la selección de los materiales para la construcción de tanques son las siguientes:

1. Propiedades mecánicas
2. Propiedades físicas
3. Soldabilidad
4. Disponibilidad en el mercado

La selección del grupo de las planchas de cilindro según la norma API 650 se realiza mediante la utilización del MDMT (Temperatura mínima de diseño) y el espesor mínimo de la plancha del cilindro.

## Ilustración 21 - Selección de grupo de material



Fuente 23 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

Luego de la selección del grupo de planchas se selecciona el material como se muestra en la tabla N° 3 – Grupo de materiales

Tabla N° 3 - Grupo de materiales

Group I As Rolled, Semi-Killed		Group II As Rolled, Killed or Semi-Killed		Group III As Rolled, Killed Fine-Grain Practice		Group IIIA Normalized, Killed Fine-Grain Practice	
Material	Notes	Material	Notes	Material	Notes	Material	Notes
A283M C	2	A131M B	6	A573M-400		A573M-400	9
A285M C	2	A36M	2, 5	A516M-380		A516M-380	9
A131M A	2	G40.21-260W		A516M-415		A516M-415	9
A36M	2, 3	Grade 250	7	G40.21-260W	8	G40.21-260W	8, 9
Grade 235	3			Grade 250	8	Grade 250	8, 9
Grade 250	5						
Group IV As Rolled, Killed Fine-Grain Practice		Group IVA As Rolled, Killed Fine-Grain Practice		Group V Normalized, Killed Fine-Grain Practice		Group VI Normalized or Quenched and Tempered, Killed Fine-Grain Practice Reduced Carbon	
Material	Notes	Material	Notes	Material	Notes	Material	Notes
A573M-450		A662M C		A573M-485	9	A131M EH 36	
A573M-485		A573M-485	10	A516M-450	9	A633M C	
A516M-450		G40.21-300W	8, 10	A516M-485	9	A633M D	
A516M-485		G40.21-350W	8, 10	G40.21-300W	8, 9	A537M Class 1	
A662M B		E275 D		G40.21-350W	8, 9	A537M Class 2	12
G40.21-300W	8	E355 D				A678M A	
G40.21-350W	8	S275 J2	8			A678M B	12
E275 C	8	S355 (J2 or K2)	8			A737M B	
E355 C	8					A841M, Grade A, Class 1	11, 12, 13
S275 J0	8					A841M, Grade B, Class 2	11, 12, 13
S355 J0	8						
Grade 275	8						

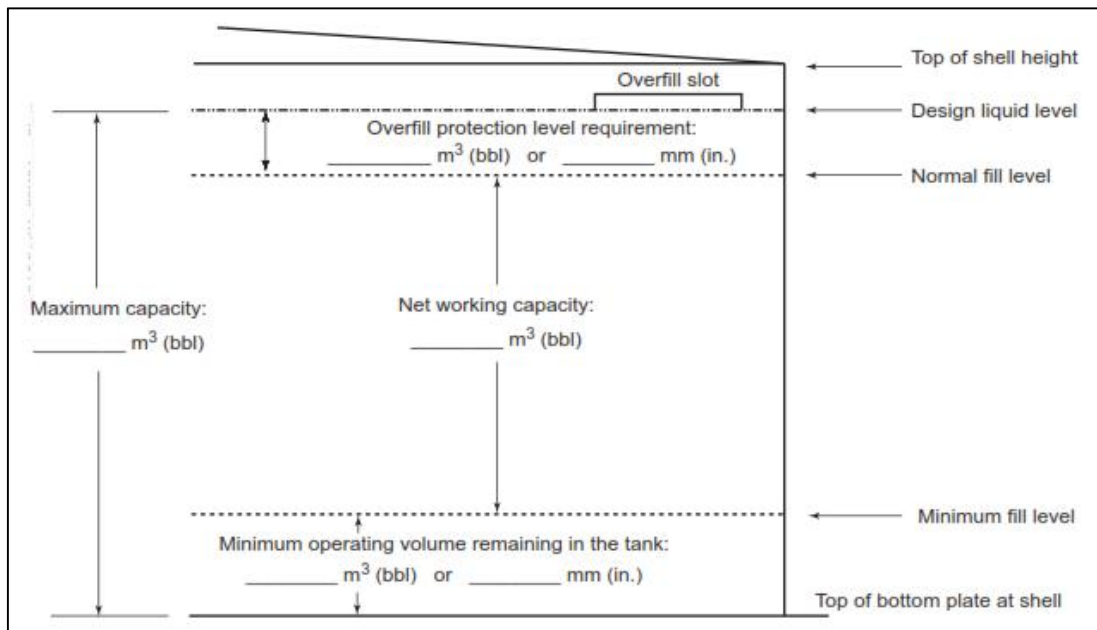
Fuente 24 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

### 2.3.2. DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE

Para el dimensionamiento de un tanque con techo flotante externo de doble cubierta se debe considerar que el techo tiene una altura 970mm más 610mm para el sello dando como resultado una altura de 1580mm de volumen muerto. Sumado a esto se debe considerar la altura mínima de operación del techo para que no interfiera con los accesorios internos del tanque.

Se debe de considerar los niveles de los tanques Nivel Bajo (LS) Nivel Alto (LH) Nivel Alto-Alto (LHH) tal como se muestra en la figura – Niveles de tanque.

## Ilustración 22 - Volúmenes de tanque



Fuente 25 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

### 2.3.2.1. CALCULO DEL VOLUMEN NOMINAL DEL TANQUE

El volumen nominal del tanque es determinado por las condiciones de operación de la refinería.

La altura del volumen nominal del tanque se calcula mediante la fórmula

$$H = \frac{C}{0,14 * D^2}$$

Dónde:

C: Capacidad nominal del tanque en barriles (bbl)

D: Diámetro del tanque (ft)

H: Altura del tanque (ft)

### 2.3.2.2. NIVEL DE SEGURIDAD

En la norma API 2350 – (Overfill Protection for Storage Tanks In Petroleum Facilities) proporciona la ecuación para calcular la altura en proporción al tanque para cubrir la respuesta al cierre de flujo de producto en el tanque.

$$h_m = T * F * H / 5C$$

Donde

T: Tiempo de respuesta (min)

C: Caudal del tanque (BBLs)

F: Caudal de ingreso (BBLs/h)

HT: Altura del cuerpo cilindro (m)

Hm: Altura mínima requerida (in)

### 2.3.3. PLANCHAS DE FONDO ANULAR

El ancho radial deberá ser calculado con la siguiente formula:

$$\frac{215 * t_b}{\sqrt{H * G}}$$

Dónde:

$t_b$ : Espesor de la plancha anular (Ver tabla 5.1a)

H: Máximo nivel de diseño del líquido.

G: Gravedad específica del producto.

Para la selección del espesor de la plancha de fondo anular se determina con la tabla N° 4 – espesores de fondo anular, se ingresa con el mayor valor de las siguientes formulas.



Esfuerzo producto:

$$S_p = \frac{t_d - C}{t_c} * S_d$$

Esfuerzo prueba hidrostática:

$$S_h = \frac{t_t}{t_n m} * S_t$$

Tabla N° 4 - Espesores de fondo anular

Plate Thickness <sup>a</sup> of First Shell Course (mm)	Stress <sup>b</sup> in First Shell Course (MPa)			
	≤ 190	≤ 210	≤ 220	≤ 250
$t \leq 19$	6	6	7	9
$19 < t \leq 25$	6	7	10	11
$25 < t \leq 32$	6	9	12	14
$32 < t \leq 40$	8	11	14	17
$40 < t \leq 45$	9	13	16	19

<sup>a</sup> Plate thickness refers to the corroded shell plate thickness for product design and nominal thickness for hydrostatic test design.

<sup>b</sup> The stress to be used is the maximum stress in the first shell course (greater of product or hydrostatic test stress). The stress may be determined using the required thickness divided by the thickness from "a" then multiplied by the applicable allowable stress:

Product Stress =  $(t_d - C / \text{corroded } t) (S_d)$

Hydrostatic Test Stress =  $(t_t / \text{nominal } t) (S_t)$

NOTE The thicknesses specified in the table, as well as the width specified in 5.5.2, are based on the foundation providing uniform support under the full width of the annular plate. Unless the foundation is properly compacted, particularly at the inside of a concrete ringwall, settlement will produce additional stresses in the annular plate.

Fuente 26 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

### 2.3.4. DISEÑO DE CILINDRO

El espesor del cilindro deberá ser mayor que el espesor de diseño, incluyendo cualquier tolerancia a la corrosión o el espesor de la prueba hidrostática pero no deberá ser menor que lo siguiente:

Ilustración 23 - Espesor mínimo para rangos de diámetros

Nominal Tank Diameter		Nominal Plate Thickness	
(m)	(ft)	(mm)	(in.)
< 15	< 50	5	3/16
15 to < 36	50 to < 120	6	1/4
36 to 60	120 to 200	8	5/16
> 60	> 200	10	3/8

Fuente 27 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

Para el cálculo de los anillos del cilindro existen dos métodos:

### Método de un pie

Se considera que el punto de análisis se encuentra a 0.3m (1 ft) del anillo a analizar, este método solo aplica en tanque cuyo diámetro sea menor a 61m (200ft)

### Espesor de diseño

$$t_d = \frac{4.9 * D * (H - 0.3) * G}{S_d} + C$$

Dónde:

Td: Espesor del cilindro, (mm)

D: Diámetro nominal del tanque, (mm)

H: Máximo nivel de diseño del líquido.

G: Gravedad específica de diseño

CA: Toleración a la corrosión

Sd: Esfuerzo para la condición de diseño (MPa)

### **Espesor de prueba hidrostática**

$$t_t = \frac{4.9 * D * (H - 0.3)}{S_t}$$

Dónde:

Tt: Espesor de la prueba hidrostática, (mm)

D: Diámetro nominal del tanque, (mm)

H: Máximo nivel de diseño del líquido.

G: Gravedad específica de diseño

CA: Toleración a la corrosión

St: Esfuerzo para la condición de prueba hidrostática (MPa)

### **Método de punto variable**

Este método calcula los espesores donde el esfuerzo circunferencial real está muy cerca al admisible. Este método solo se utiliza en tanque de gran diámetro mayor a 61 m (200ft).

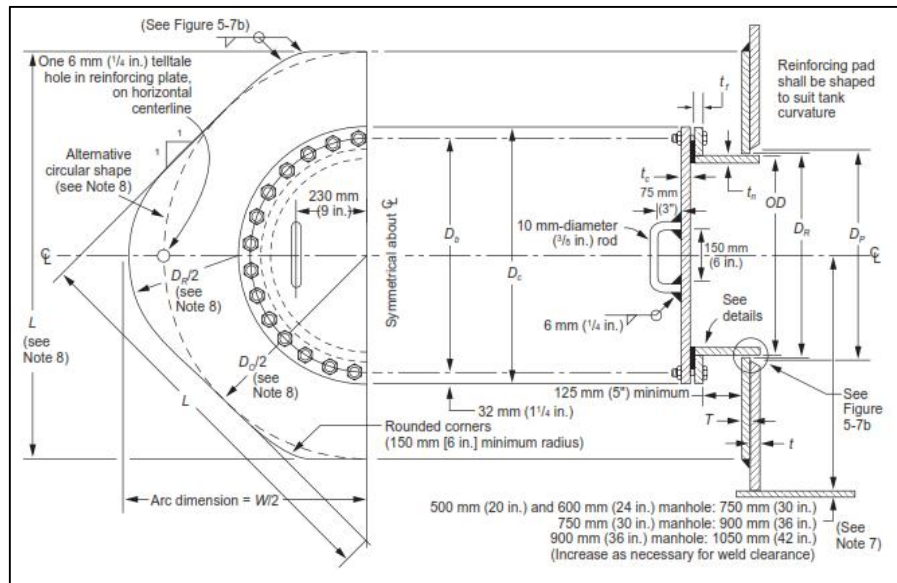
### **2.3.5. ACCESORIOS AL CILINDRO**

Los accesorios al cilindro son los componentes que operan y mantienen el tanque. Los principales accesorios son los siguientes:

### 2.3.5.1. MANHOLE:

Es el acceso de ingreso del personal operativo hacia el interior del tanque para realizar funciones de inspección y mantenimiento. Estos componentes son estandarizados y sus dimensiones se muestra en la figura

Ilustración 24 - Diseño de Manhole



Fuente 28 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

Los detalles de las boquillas son listadas en la tabla 5

Tabla N° 5 - Espesores de Manhole

Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6	Column 7	Column 8	Column 9	Column 10
Max. Design Liquid Level m H	Equivalent Pressure <sup>a</sup> kPa	Minimum Thickness of Cover Plate <sup>b</sup> ( $t_c$ ), mm				Minimum Thickness of Bolting Flange After Finishing <sup>b</sup> ( $t_f$ ), mm			
		500 mm Manhole	600 mm Manhole	750 mm Manhole	900 mm Manhole	500 mm Manhole	600 mm Manhole	750 mm Manhole	900 mm Manhole
5.2	51	8	10	11	13	6	6	8	10
6.7	66	10	11	13	14	6	8	10	11
8.0	78	10	11	14	16	6	8	11	13
9.9	97	11	13	16	18	8	10	13	14
11.1	109	13	14	16	19	10	11	13	16
13.4	131	13	14	18	21	10	11	14	18
16.1	158	14	16	19	22	11	13	16	19
18.6	182	16	18	21	24	13	14	18	21
22.9	224	18	19	24	25	13	14	18	24

<sup>a</sup> Equivalent pressure is based on water loading.  
<sup>b</sup> For addition of corrosion allowance, see 5.7.5.2.  
<sup>c</sup> Cover Plate and Flange thickness given can be used on Manholes dimensioned to ID or OD.  
 NOTE See Figure 5.7a.

Fuente 29 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

Para la selección del espesor del cuello del Manhole se debe de ingresar a la tabla 5.4a con el espesor del primer anillo y el Manhole seleccionado.

Tabla N° 6 - Espesores de cuello de Manhole

Thickness of Shell (t) <sup>a</sup>	Minimum Neck Thickness (t <sub>n</sub> ) <sup>b</sup>			
	For Manhole Diameter 500 mm	For Manhole Diameter 600 mm	For Manhole Diameter 750 mm	For Manhole Diameter 900 mm
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
8	6	6	8	8
10	6	6	8	10
11	6	6	8	10
12.5	6	6	8	10
14	6	6	8	10
16	6	6	8	10
18	6	6	8	10
19	6	6	8	10
21	8	6	8	10
22	10	8	8	10
24	11	11	11	11
25	11	11	11	11
27	11	11	11	11
28	13	13	13	13
30	14	14	14	14
32	16	14	14	14
33	16	16	16	16
35	17	16	16	16
36	17	17	17	17
38	20	20	20	20
40	21	21	21	21
41	21	21	21	21
43	22	22	22	22
45	22	22	22	22

<sup>a</sup> If a shell plate thicker than required is used for the product and hydrostatic loading (see 5.6), the excess shell-plate thickness, within a vertical distance both above and below the centerline of the hole in the tank shell plate equal to the vertical dimension of the hole in the tank shell plate, may be considered as reinforcement, and the thickness T of the manhole reinforcing plate may be decreased accordingly. In such cases, the reinforcement and the attachment welding shall conform to the design limits for reinforcement of shell openings specified in 5.7.2.

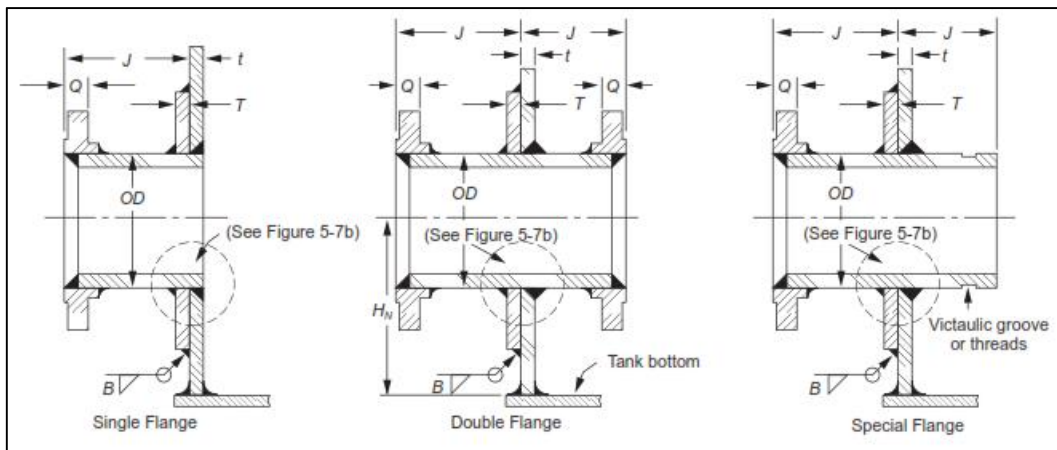
<sup>b</sup> The minimum neck thickness shall be the required corroded thickness of the shell plate or the minimum flange thickness of the bolting flange (see Table 5.3a), whichever is thinner. If the neck thickness is greater than the required minimum, the manhole reinforcing plate thickness may be decreased accordingly. In such cases the reinforcement and the attachment welding shall conform to the design limits of the reinforcement of the shell opening in 5.7.2.

Fuente 30 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

### 2.3.5.2. BOQUILLAS

Son los elementos que permiten el flujo de entrada y salida del tanque, los cuales se conectan por medio de bridas, estas se dividen en tres tipos brida simple, brida doble y brida especial como se muestra en la figura.

Ilustración 25 - Tipo de bridas

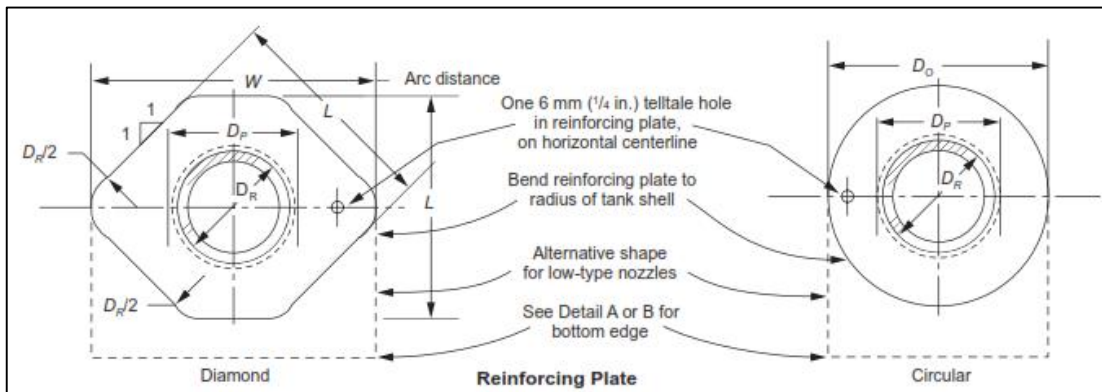


Fuente 31 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

Y las dimensiones de cada tipo de brida se especifican en la tabla 5.6a – Dimensiones de boquillas

Las boquillas en los tanques deberán ser reforzadas por lo tanto se utiliza placas de acero del mismo espesor del primer anillo y la forma del refuerzo puede ser de diamante o circular tal como se muestra en la figura

Ilustración 26 - Tipos de planchas de refuerzo

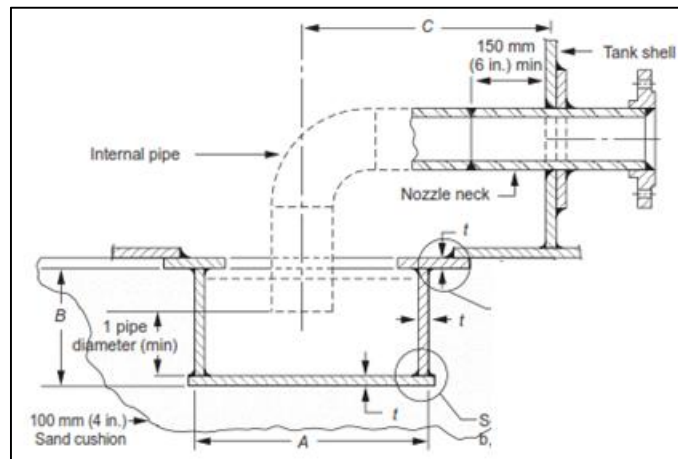


Fuente 32 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

### 2.3.5.3. SUMIDERO DE FONDO

Es el componente que permite drenar todo el tanque en caso se requiera realizar un mantenimiento o inspección. El diseño del sumidero es estandarizado y se muestran en la figura y las dimensiones se muestra en la tabla N° 7.

Ilustración 27 - Diseño de sumidero



Fuente 33 - API 650 12va Edición de marzo del 2013



Tabla N° 7 - Dimensiones estandarizadas de sumidero

NPS	Diameter of Sump mm <i>A</i>	Depth of Sump mm <i>B</i>	Distance from Center Pipe to Shell m <i>C</i>	Thickness of Plates in Sump mm <i>t</i>	Minimum Internal Pipe Thickness mm	Minimum Nozzle Neck Thickness mm
2	610	300	1.1	8	5.54	5.54
3	910	450	1.5	10	6.35	7.62
4	1220	600	2.1	10	6.35	8.56
6	1520	900	2.6	11	6.35	10.97

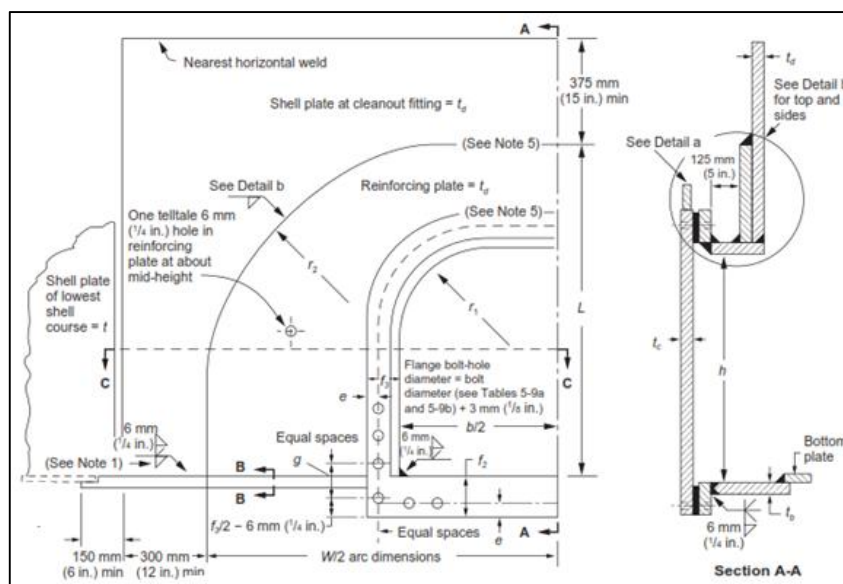
NOTE See Figure 5.19.

Fuente 34 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

### 2.3.5.4. ENTRADA DE LIMPIEZA

Es un accesorio que permite el ingreso del personal y equipos para el mantenimiento.

Ilustración 28 - Diseño de entrada de limpieza



Fuente 35 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

Las dimensiones de la entrada de limpieza se muestran en la tabla

Tabla N° 8 - Dimensiones de entrada de limpieza

Class 150 Nominal Height of Flange Size	Height of Opening <i>h</i>	Width of Opening <i>b</i>	Arc Width of Shell Reinforcing Plate <i>W</i>	Upper Corner Radius of Opening <i>r</i> <sub>1</sub>	Lower Corner Radius of Shell Reinforcing Plate <i>r</i> <sub>2</sub>
8	200	200	950	OD of 8 NPS <sup>a</sup>	350
12	300	300	1300	OD of 12 NPS <sup>a</sup>	450
16	300	500	1600	150	450
18	300	550	1650	150	450
20	300	625	1725	150	450
24	300	900	2225	150	450

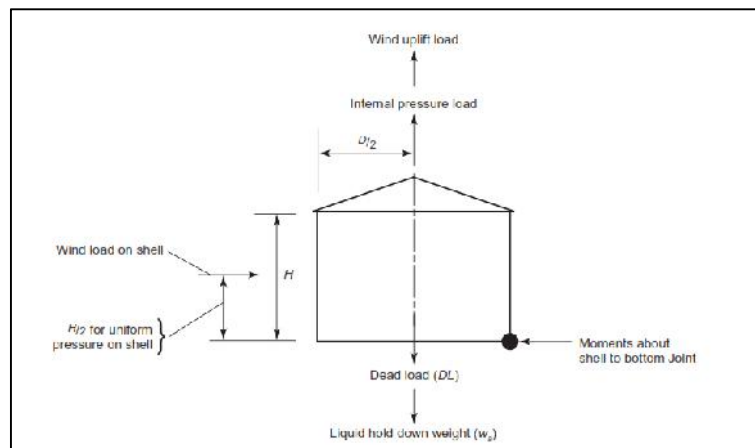
<sup>a</sup> For circular openings, this value will be 1/2 of the *ID* based on the nozzle neck specified.  
NOTE See Figure 5.14.

Fuente 36 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

### 2.3.6. DISEÑO POR CARGA DE VIENTO

La carga de viento provoca inestabilidad en el tanque por lo que se debe de calcular y verificar si cumple los criterios de estabilidad:

Ilustración 29 - Esquema de cargas de viento



Fuente 37 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

*V*: Velocidad viento (mph)

Los siguientes criterios deben satisfacer los tanques sin anclaje:

$$1) 0.6 * M_w + M_p < \frac{M_D}{1.5} + M_D$$

$$2) M_w + F_p * (M_p) < \frac{M_D + M_F}{2} + M_D$$

$$3) M_w + F_p * (M_p) < \frac{M_D}{1.5} + M_D$$

Donde

$F_p$ : Factor de combinación de presión en la sección 5.2.2  $F_p=0.4$

$M_p$ : Momento sobre la unión cilindro-fondo para la presión de diseño interno.

$M_w$ : Momento de volteo sobre la unión casco fondo para presión del viento vertical y horizontal.

$M_D$ : Momento sobre la unión cilindro-fondo por peso del cilindro

$M_F$ : Momento sobre la unión cilindro-fondo por peso del líquido

$M_D$ : Momento sobre la unión cilindro-fondo por el peso nominal de los techos más cualquier estructura.

$M_w$ : Momento de volteo sobre la unión casco fondo para presión del viento horizontal.

Según la sección 5.2.1-k se calcula la presión del viento en base a la norma ASCE7 sección 6.5.10

$$P = 0.00256 * K_z * K_z * K_d * V^2 * I * G$$

Donde

$P$ : Presión del viento (lb/ft<sup>2</sup>)

$K_z$ : Coeficiente de exposición de presión igual a 1.04

$K_z$ : Es igual a 1 para todas las estructuras

$K_d$ : Factor de direccionalidad igual a 0.95 para tanques circulares

$V$ : Velocidad del viento (mph)

$I$ : Factor de importancia igual a 1 para categoría II.

$G$ : Factor de ráfaga =0.85

La presión básica del viento se calcula

$$P_w = P * \left(\frac{V}{120}\right)^2$$

Donde

$P$ : Presión del viento (lb/ft<sup>2</sup>)

$V$ : Velocidad del viento (mph)

La fuerza total del viento se calcula mediante la siguiente formula

$$F_w = P_w * A_r + P_w * A_s$$

Donde

$F_w$ : Fuerza total del viento

$P_w$ : Presión básica del viento

$A_r$ : Área proyectada del techo

$A_s$ : Área proyectada del cilindro

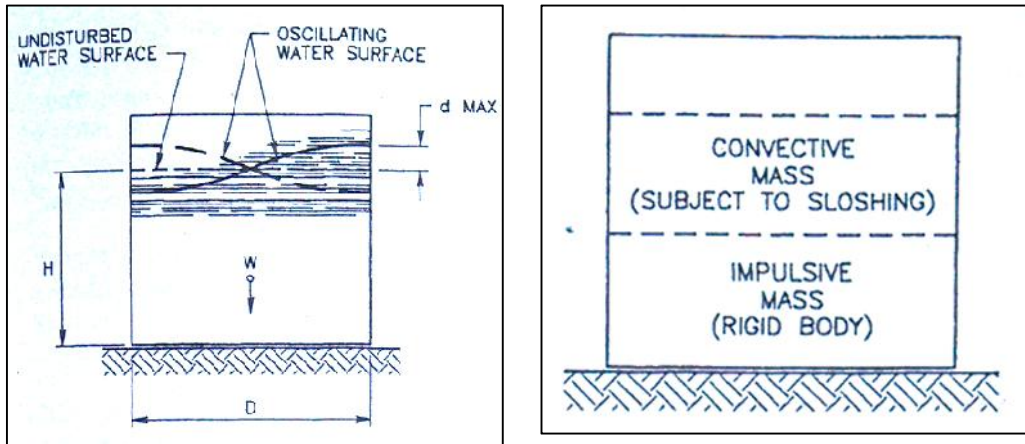
En la sección 5.2.1.c la presión de diseño interna no debe exceder 18KPa (2.5 lbf/in<sup>2</sup>) y la presión mayor de diseño por viento no debe sobrepasar 1.6 la presión interna de diseño.

### **2.3.7. DISEÑO POR CARGA DE SISMO**

El código incluye los requerimientos para asegurar la estabilidad del tanque frente al máximo momento de volteo que se pueda generar. Este procedimiento que propone el código consiste en evaluar cuatro componentes:

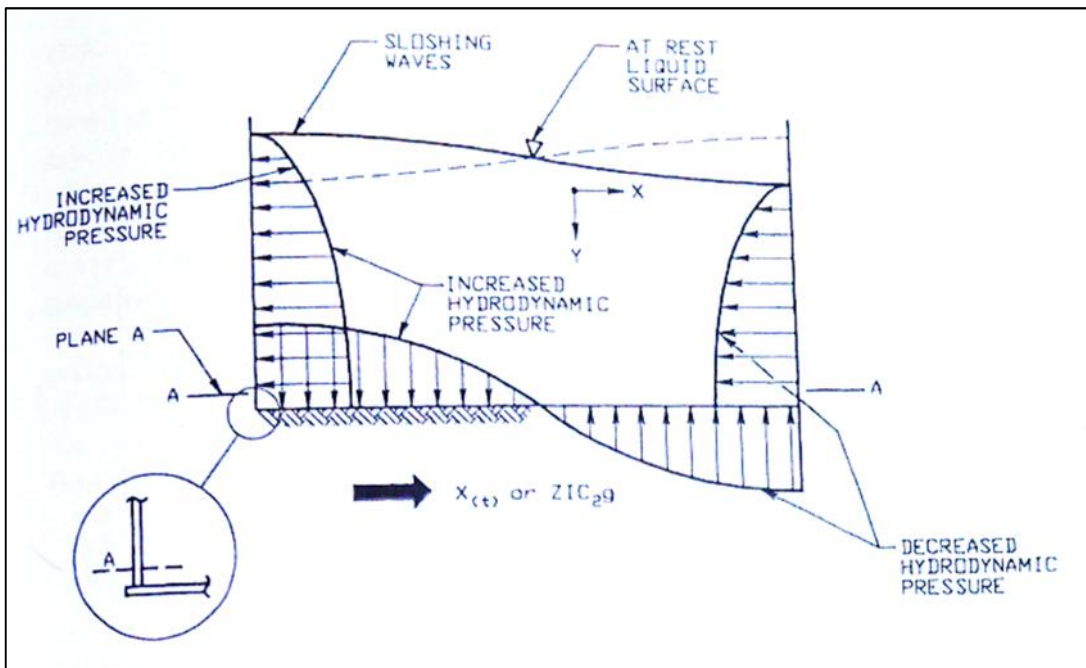
1. Fuerza sísmica donde interviene el peso total de las paredes del tanque  
 $W_s$
2. Fuerza sísmica generada por la cubierta del tanque  $W_r$
3. Fuerza sísmica debido al peso efectivo del líquido que se considera adherido a las paredes del tanque  $W_1$ .
4. Fuerza sísmica debida al peso efectivo del líquido que se mueve en el primer modo de chapoteo

Ilustración 30 - Masa convectiva e impulsiva



Fuente 38 - Aboveground Storage Tanks - Philip E.Myers

Ilustración 31 - Cargas generadas por el sismo



Fuente 39 - Aboveground Storage Tanks - Philip E.Myers

En la norma API 650 E.4.3 indica que para lugares fuera de los estados unidos se debe considerar lo siguiente

- Si no hay forma de espectros de respuesta se prescribe y solo la aceleración máxima, “Sp” es definido con la siguiente sustitución

$$S_y = 2,5S_p$$

$$S_1 = 1,25S_p$$

- El periodo de transición de dependencia regional TL se toma 8 segundos.
- El factor de escala Q es igual a 1.

### Coefficiente de aceleración de sitio Fa

Tabla N° 9 – Valores de Fa en función de la clase de sitio

Site Class	Mapped Maximum Considered Earthquake Spectral Response Accelerations at Short Periods				
	$S_y \leq 0.25$	$S_y = 0.50$	$S_y = 0.75$	$S_y = 1.0$	$S_y \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	a	a	a	a	a

<sup>a</sup> Site-specific geotechnical investigation and dynamic site response analysis is required.

Fuente 40 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

### Coefficiente de velocidad en sitio base Fv

Tabla N° 10 – Valores de Fv en función de la clase de sitio

Site Class	Mapped Maximum Considered Earthquake Spectral Response Accelerations at 1 Sec Periods				
	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	a	a	a	a	a

<sup>a</sup> Site-specific geotechnical investigation and dynamic site response analysis is required.

Fuente 41 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

## Factor de modificación de respuesta

Tabla N° 11 – Factores de modificación de respuesta para el método ASD

Anchorage system	$R_{wi}$ (impulsive)	$R_{wc}$ (convective)
Self-anchored	3.5	2
Mechanically-anchored	4	2

## Factor de importancia

Según E.5.1.2 el comprador especifica el SUG (Seismic Use Group)

Tabla N° 12 – Factor de Importancia en función de la clasificación de grupo

Seismic Use Group	$I$
I	1.0
II	1.25
III	1.5

Fuente 42 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

## Calculo del momento de volteo

$$M = \sqrt{[A_i(W_i X_i + W_s X_s + W_r X_r)]^2 + [A_c(W_c X_c)]^2}$$

Donde

$M$ : Momento de volteo

$A_i$ : Coeficiente de aceleración de espectro para respuesta impulsiva, %g

$A_c$ : Coeficiente de aceleración de espectro para respuesta convectiva,

%g

$W_i$ : Impulso efectivo por peso del líquido (N)

$W_s$ : Peso total del tanque y sus accesorios (N)

$W_c$ : Peso del líquido por efecto de convección (N)



$X_i$ : Altura desde fondo del tanque, al centro de acción de la fuerza sísmica lateral relacionada con la fuerza impulsiva del líquido.

$X_s$ : Altura desde fondo hasta el centro de gravedad de tanque

$X_T$ : Altura desde el fondo hasta el centro de gravedad del techo

$X_c$ : Altura desde el fondo del tanque al centro de acción de la fuerza lateral sísmica relacionada con la fuerza del líquido por convección

### Periodo convectivo

$$T_c = 1,8 * K_s * \sqrt{D}$$

Donde

$$k = \frac{0.578}{\sqrt{\tanh\left(\frac{3.6}{H}\right)}}$$

### Aceleración espectral impulsiva $A_i$

$$A_i = S_D \left( \frac{I}{R_w} \right) = Q F_a S_1 \left( \frac{I}{R_w} \right)$$

Sin embargo  $A_i \geq 0,007$  y para  $S_1 \geq 0,6$

$$A_i \geq 0,5 S_1 \left( \frac{I}{R_w} \right) = 0,625 S_p \left( \frac{I}{R_w} \right)$$

### Parámetro de aceleración convectiva espectral $A_c$

Cuando

$$T_c \leq T_L \quad A_c = K S_{D1} \left( \frac{1}{T_c} \right) \left( \frac{1}{R_w} \right) = 2,5 K F_a S_0 \left( \frac{T_s}{T_c} \right) \left( \frac{I}{R_w} \right) \leq A_i$$

Cuando

$$T_c > T_L \quad A_c = K S_{D1} \left( \frac{T_L}{T_c^2} \right) \left( \frac{1}{R_w} \right) = 2,5K \quad F_u S_0 \left( \frac{T_s T_L}{T_c^2} \right) \left( \frac{1}{R_w} \right) \leq A_i$$

Donde

$K$ : Coeficiente para ajustar la amortiguación del espectro.  $K=1,5$

### Porción de masa efectiva que es impulsivo o convectivo

$$\frac{W_1}{W} = \frac{t_i \cdot h(0,8 \cdot \frac{D}{H})}{0,8 \cdot \frac{D}{H}} \quad \text{Para tanques pequeños (H/D < 3/4)}$$

$$\frac{W_1}{W} = 1 - 0,22 \cdot \frac{D}{H} \quad \text{Para tanques altos (H/D > 3/4)}$$

Donde

$W$ : Peso total del líquido contenido en el tanque

### Peso de convección eficaz para todo H/D

$$W_c = 0,23 \left( \frac{H}{D} \right) T \quad h \left( \frac{3,67H}{D} \right) W_p$$

### Distancias de centroide de la fuerza impulsiva

$$\frac{X_1}{H} = \frac{3}{8} \quad \text{Para tanques pequeños (H/D < 3/4)}$$

$$\frac{X_1}{H} = 0,5 - \frac{3}{3} \cdot \frac{D}{H} \quad \text{Para tanques altos (H/D > 3/4)}$$

### Distancia centroide de la fuerza convectiva para todo H/D

$$\frac{X_2}{H} = 1 - \frac{\cosh \left( \frac{3,6}{\frac{D}{H}} \right) - 1}{\frac{3,6}{\frac{D}{H}} \sinh \left( \frac{3,6}{\frac{D}{H}} \right)}$$

### Fuerza cortante en la base

$$V = \sqrt{V_i^2 + V_c^2}$$

Donde

$$V_i = A_i(W_s + W_r + W_f + W_i)$$

$$V_c = A_c W_c$$

Donde

$W_s$ : Peso total de la carcasa del tanque y sus accesorios

$W_r$ : Peso total del techo

$W_f$ : Peso del fondo del tanque

$W_i$ : Peso impulsivo eficaz del líquido

$W_c$ : Peso convectivo eficaz

$V_c$ : Fuerza convectiva

$V_i$ : Fuerza impulsiva

### La relación de estabilidad de vuelco

$$J = \frac{M}{D^2 [W_t * (1 - 0,4A_v) + W_a - 0,4 * W_{i_i} ]}$$

Donde

$M$  : Momento de volteo

$D$ : Diámetro de tanque

$W_t$ : Peso del cuerpo del tanque y el techo

$A_v$ : Coeficiente de aceleración vertical para terremotos

$W_a$ : Fuerza de resistencia del anillo

$W_{i_i}$  : Elevación debido a la presión del producto

Peso del tanque y el techo soportado en el cuerpo

$$W_t = \frac{W_s}{\pi * D} + W_r$$

Fuerza de levantamiento

$$W_a = 7.9 * t_a * \sqrt{F_y * G_e * H} \leq 1.28 * H * D * G_e$$

Donde

$t_a$ : Espesor del fondo anular (ft)

$F_y$ : Esfuerzo mínimo de fluencia

$H$ : Nivel de líquido de diseño (ft)

$G$ : Gravedad específica del producto

Tabla N° 13 – Criterios de Anclaje de tanques

Anchorage Ratio $J$	Criteria
$J \leq 0.785$	No calculated uplift under the design seismic overturning moment. The tank is self-anchored.
$0.785 < J \leq 1.54$	Tank is uplifting, but the tank is stable for the design load providing the shell compression requirements are satisfied. Tank is self-anchored.
$J > 1.54$	Tank is not stable and cannot be self-anchored for the design load. Modify the annular ring if $L < 0.035D$ is not controlling or add mechanical anchorage.

Fuente 43 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

Cuando se encuentra en el tercer caso se puede escoger las siguientes soluciones:

1. Bajar la altura de llenado seguro
2. Anclar el tanque
3. Aumentar el espesor de la plancha anular
4. Aumentar el espesor del cilindro
5. Modificar la cimentación

Cuando se ancla el tanque debe prever la resistencia de la carga por cada anclaje según formula

$$t_b = \frac{U}{N}$$

Donde

$t_b$ : Carga por anclaje

$U$ : Carga por tabla 5.21a

$N$ : Numero de anclaje

El diseño de los pernos de anclaje se debe de realizar con la máxima carga de todos los casos que se muestran en la tabla.

Ilustración 32 - Casos de cargas combinadas (SI)

Uplift Load Case	Net Uplift Formula, $U$ (N)	Allowable Anchor Bolt Stress (MPa)	Allowable Shell Stress at Anchor Attachment (MPa)
Design Pressure	$[(P - 0.08t_h) \times D^2 \times 785] - W_1$	$^{5/12} \times F_y$	$^{2/3} F_{ty}$
Test Pressure	$[(P_t - 0.08t_h) \times D^2 \times 785] - W_1$	$^{5/9} \times F_y$	$^{5/6} F_{ty}$
Failure Pressure <sup>a</sup>	$[(1.5 \times P_f - 0.08t_h) \times D^2 \times 785] - W_3$	$F_y$	$F_{ty}$
Wind Load	$P_{WR} \times D^2 \times 785 + [4 \times M_{WH}/D] - W_2$	$0.8 \times F_y$	$^{5/6} F_{ty}$
Seismic Load	$[4 \times M_{rw}/D] - W_2 (1 - 0.4A_v)$	$0.8 \times F_y$	$^{5/6} F_{ty}$
Design Pressure <sup>b</sup> + Wind	$[(F_p P + P_{WR} - 0.08t_h) \times D^2 \times 785] + [4 M_{WH}/D] - W_1$	$^{5/9} \times F_y$	$^{5/6} F_{ty}$
Design Pressure <sup>b</sup> + Seismic	$[(F_p P - 0.08t_h) \times D^2 \times 785] + [4 M_{rw}/D] - W_1 (1 - 0.4A_v)$	$0.8 \times F_y$	$^{5/6} F_{ty}$
Frangibility Pressure <sup>c</sup>	$[(3 \times P_f - 0.08t_h) \times D^2 \times 785] - W_3$	$F_y$	$F_{ty}$

Fuente 44 - API 650 12va Edición de marzo del 2013

Donde

$A_v$ : Coeficiente de aceleración vertical de terremoto %g

$D$ : Diámetro del tanque (m)

$F_p$ : Factor de combinación de presión

$F_t$  : Esfuerzo mínimo de fluencia entre fondo y casco (MPa)

$H$ : Altura del tanque (m)

$M_W$  : Equivalente  $P_W * D * H^2/2$  (N-m)

$M_r$  : Momento sísmico (N-m)

$P$ : Presión de diseño (KPa) – Anexo F

$P_f$ : Presión de falla (KPa) – Anexo F

$P_t$ : Presión de prueba (KPa) – Anexo F

$P_W$  : Presión de viento en el techo (KPa)

$P_W$  : Presión de viento en el cilindro (KPa)

$t_h$ : Espesor de plancha de viento

$W_1$ : Es la carga muerta del cilindro menos cualquier tolerancia a la corrosión y cualquier otra carga muerta de la placa de techo que actúa sobre el cilindro menos cualquier tolerancia de corrosión (N).

$W_2$ : Es la carga muerta del cilindro menos cualquier tolerancia a la corrosión y cualquier otra carga muerta de la placa de techo que actúa sobre el cilindro menos cualquier tolerancia de corrosión (N).

$W_3$ : Es la carga muerta del cilindro usando espesores nominales y cualquier carga muerta distinta de chapas del techo que actúa sobre el cilindro usando espesores nominales (N).

## **2.3.8. DISEÑO DE TECHO FLOTANTE**

### **2.3.8.1. CRITERIO DE FLOTABILIDAD**

Los requisitos de flotabilidad para el techo se exponen en el API 650, Apéndice H, ítem H.4.2.1 Requisitos de flotabilidad.

Todos los cálculos de diseño de techo flotante interno se basarán en la parte inferior de la gravedad específica del producto o 0.7 (para permitir el funcionamiento en una amplia gama de servicios de hidrocarburos), independientemente de cualquier gravedad específica más alta que puede ser indicada por el Comprador.

Todos los techos flotantes internos incluirán la flotabilidad necesaria para soportar al menos el doble de su peso propio ( incluido el peso de los compartimentos de flotación , el sello y el resto de techo flotante y los componentes conectados ), además de flotabilidad adicional para compensar el cálculo la fricción ejercida por juntas periféricas y la penetración durante el llenado .

Todos los techos flotantes internos con múltiples compartimentos de flotación será capaz de flotar sin daños adicionales después de los dos compartimentos se perforan e inundaron .Diseños que emplean una plataforma de centro abierto en contacto con el líquido será capaz de flotar sin daños adicionales después de dos compartimentos y la cubierta central se perforan y se inundó. Con el acuerdo por el comprador, cualquier techo flotante 6 m (20 pies) de diámetro o menos, con múltiples compartimentos de flotación puede ser diseñado para ser capaz de flotar sin daños adicionales después de cualquiera de los compartimentos se pincha y se inundó.

El techo flotante interno deberá estar diseñado para cumplir para apoyar con seguridad al menos dos hombres que caminaban en cualquier lugar en

el techo mientras está flotando sin dañar el techo flotante y sin permitir producto en el techo. Se aplica una carga de 2,2 kN (500lbf) por encima de 0,1 m<sup>2</sup> (1ft<sup>2</sup>) aplicada en cualquier parte del techo se centra en dos hombres que caminaban. Con el acuerdo por el Comprador.



## CAPÍTULO III: DISEÑO DEL TANQUE

### 3.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA

#### 3.1.1. CONDICIONES DEL SISTEMA

Tabla N° 14 - Condiciones del sistema

CAPACIDAD DEL TANQUE	160 MB
PRODUCTO ALMACENADO	CRUDO
GRAVEDAD ESPECIFICA	0,908 G/CM3
SOBRE ESPESOR DE CORROSIÓN	0,125 IN
DIÁMETRO NOMINAL DE INGRESO (RECEPCIÓN)	24 PULG
DIÁMETRO NOMINAL DE SALIDA (DESPACHO)	18 PULG
DIÁMETRO DE MANHOLE	36"
CANTIDAD DE MANHOLE	03

Fuente 45 - PETROPERU S.A.

### 3.1.2. CONDICIONES AMBIENTALES

Tabla N° 15 - Condiciones Ambientales

LA TEMPERATURA AMBIENTE PROMEDIO	13°C (TEMPERATURA EN INVIERNO) HASTA 32°C (TEMPERATURA EN VERANO)
LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN	14°C hasta 28°C
TEMPERATURA DE DISEÑO	-10.5°C hasta 93°C
VELOCIDAD DE VIENTO	12 m/s

Fuente 46 -PETROPERU S.A. / SENAMHI

### 3.1.3. DATOS SÍSMICOS

Tabla N° 16 - Condiciones Ambientales

CLASIFICACIÓN DE GRUPO SÍSMICO (SUG):	Grupo III
CLASIFICACIÓN DEL SITIO	CLASE D
ACELERACIÓN SÍSMICA PICO EN LA TIERRA	Sp=0,23g
COEFICIENTE DE ACCELERACIÓN VERTICAL AV	Av=0,7

Fuente 47 - PETROPERU S.A. / SENAMHI

## 3.2. CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DEL TANQUE

### 3.2.1. SELECCIÓN DEL MATERIAL

Según la tabla N° 11 - Condiciones ambientales obtenidas de la ubicación de la refinería Conchán la temperatura promedio de operación es 21°C con

este dato ingresamos a la tabla N° 3 – Grupo de material donde observamos que grupo tiene mayor rango de temperatura por lo que se selecciona el grupo N° 1 luego en la tabla N° 3 grupo de materiales se escoge el ASTM A-36.

### 3.2.2. DETERMINACIÓN DE LA ALTURA TOTAL

Con el volumen nominal se calcula la altura correspondiente

$$H_1 = \frac{V}{A}$$

$$H_1 = \frac{160,000 b}{\pi * \frac{D^2}{4}} * \frac{0,1589m^3}{b}$$

$$H_1 = \frac{160,000 b}{\pi * \frac{4,8^2}{4}} * \frac{0,1589m^3}{b}$$

$$H_1 = 15,402 m$$

Ítem	Descripción	Altura (mm)	Concepto
01	Diferencia de nivel de fondo y eje de boquilla de recepción y despacho (HN)	734	Acorde con la Tabla 5-6a del API 650 considerando una boquilla de 24"Ø.
02	Radio externo de tubería de 24"Ø de recepción.	305	Acorde con la tabla 5-6a del API 650
03	Altura neta operativa	15,405	Según calculo H1
04	Altura saliente de techo	862	Ver detalle

	flotante		
05	Altura de escalera pivotante	1720	Ver detalle
06	Altura total del cilindro (HT)	19,002	
07	Altura total del cilindro comercial	19200	

Fuente - Elaboración propia

Por las alturas de las planchas seleccionadas son las siguientes

Anillo	Ancho (mm)
1	2.400,00
2	2.400,00
3	2.400,00
4	3.000,00
5	3.000,00
6	3.000,00
7	3.000,00
<b>Altura</b>	<b>19,200.00</b>

Fuente - Elaboración propia

Por lo tanque el tanque las siguientes características:

Característica	Unidad (m)	Unidad (ft)
Diámetro	45,84	150,39
Altura	19,20	62,99

Fuente - Elaboración propia

### 3.2.3. SELECCIÓN DE ACCESORIOS

Para la selección de los accesorios del tanque requerimos los datos de ingreso de la N° 10 – Condiciones del sistema

El primer accesorio que se dimensionara es el manhole de 36” con la tabla 5.3a (tc y tf) tabla 5.4a (tn) tabla 5.5 (Db) tabla 5.6 (tn, Dr, L, W, Hn)

Manhole	tc (mm)	tf (mm)	tn (mm)	Db (mm)	Dr (mm)	L (mm)	W (mm)	Hn (mm)
36”	24	21	14	1073	918	1850	2235	1035

El segundo accesorio que se dimensiona es el sumidero el cliente determina el diámetro de los accesorios, por lo que se seleccionó el de 6” y se dimensiona los valores que se muestra en la ilustración N° 24 con los valores de la tabla N° 7.

Sumidero	A (mm)	B (mm)	C (m)	t (mm)	Sch (mm)
6”	1520	900	2,6	11	80

El tercer accesorio son las boquillas de recepción y despacho, con los datos de ingreso de la N° 10 – Condiciones del sistema se obtiene que el diámetro de ingreso y salida del tanque son 24” y 18” respectivamente. Para la boquilla de recepción se utiliza el diámetro de 24” y será de brida simple y

para la boquilla de despacho se utiliza el diámetro de 18" y será boquilla simple pero se considera dos unidades para toma alta y la toma baja.

Boquilla	OD (mm)	DR (mm)	L (m)	W (mm)	J (mm)	H (mm)	T (mm)
18"	457,2	460	950	1160	250	581	32
24"	609,6	613	1255	1525	300	734	32

El cuarto accesorio es la entrada de limpieza, se selecciona con la tabla 5.9a, tabla 5.10a, tabla 5.11a

Entrada de limpieza	W	R1	R2	e	F3	F2	g	# perno	Diámetro de perno
36"x48"	2700	610	1040	38	114	121	108	46	24

Entrada de limpieza	H máximo nivel de líquido de diseño	Presión equivalente (KPa)	tc (mm)	tb (mm)	h (mm)
36"x48"	19,5	191	27	35	1372

### 3.2.4. CALCULO DEL ESPESOR DEL CILINDRO

Para el cálculo del cilindro se eligió el método de pie, luego se procede a realizar los cálculos de los espesores de cada anillo.

➤ Para el séptimo anillo

$$t_d = \frac{4.9 * 45.84 * (19.2 - 0.3) * 0.908}{160} + 3.175$$

$$t_d = 27.26 \text{ m}$$

$$t_t = \frac{4.9 * 45.84 * (19.2 - 0.3)}{171}$$

$$t_t = 24.82 \text{ m}$$

Por lo tanto se escoge un espesor comercial de 32mm (1 ½").

➤ Para el sexto anillo

$$t_d = \frac{4.9 * 45.84 * (16.2 - 0.3) * 0.908}{160} + 3.175$$

$$t_d = 23.44 \text{ m}$$

$$t_t = \frac{4.9 * 45.84 * (16.2 - 0.3)}{171}$$

$$t_t = 20.88 \text{ m}$$

Por lo tanto se escoge un espesor comercial de 25mm (1").

➤ Para el quinto anillo

$$t_d = \frac{4.9 * 45.84 * (13.2 - 0.3) * 0.908}{160} + 3.175$$

$$t_d = 19.61 \text{ m}$$

$$t_t = \frac{4.9 * 45.84 * (13.2 - 0.3)}{171}$$

$$t_t = 16.95 \text{ m}$$

Por lo tanto se escoge un espesor comercial de 19 mm (3/4").

➤ Para el cuarto anillo

$$t_d = \frac{4.9 * 45.84 * (10.2 - 0.3) * 0.908}{160} + 3.175$$

$$t_d = 15.79 \text{ m}$$

$$t_t = \frac{4.9 * 45.84 * (10.2 - 0.3)}{171}$$

$$t_t = 13.01 \text{ m}$$

Por lo tanto se escoge un espesor comercial de 16 mm (5/8").

➤ Para el tercer anillo

$$t_d = \frac{4.9 * 45.84 * (7.8 - 0.3) * 0.908}{160} + 3.175$$

$$t_d = 12.74 \text{ m}$$

$$t_t = \frac{4.9 * 45.84 * (7.8 - 0.3)}{171}$$

$$t_t = 9.85 \text{ m}$$

Por lo tanto se escoge un espesor comercial de 12 mm (1/2").

➤ Para el segundo anillo

$$t_d = \frac{4.9 * 45.84 * (5.4 - 0.3) * 0.908}{160} + 3.175$$

$$t_d = 9.68 \text{ m}$$

$$t_t = \frac{4.9 * 45.84 * (5.4 - 0.3)}{171}$$

$$t_t = 6.70 \text{ m}$$

Por lo tanto se escoge un espesor comercial de 9.5 mm (3/8").



➤ Para el primer anillo

$$t_d = \frac{4.9 * 45.84 * (3 - 0.3) * 0.908}{160} + 3.175$$

$$t_d = 6.62 \text{ m}$$

$$t_t = \frac{4.9 * 45.84 * (3 - 0.3)}{171}$$

$$t_t = 3.55 \text{ m}$$

Por lo tanto se escoge un espesor comercial de 8 mm (5/16").

Tabla de resumen del Tanque

Anillo	Espesor de diseño $t_d$ (mm)	Espesor de prueba hidrostática $t_t$ (mm)	Espesor comercial (mm)
1	6,62	3,55	8,00
2	9,68	6,77	9,00
3	12,74	9,85	12,00
4	15,79	13,01	16,00
5	19,61	16,95	19,00
6	23,44	20,88	25,00
7	27,26	24,82	32,00

Fuente - Elaboración propia

Tabla de Pesos de Tanque

Anillo	Dimensión (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso x Plancha (Kg)	Cantidad	Peso Parcial (Kg)
1	8x2400x6000	7.850,00	904,32	24,00	21.703,68
2	9x2400x6000	7.850,00	1.017,36	24,00	24.416,64
3	12x2400x6000	7.850,00	1.356,48	24,00	32.555,52
4	16x3000x6000	7.850,00	2.260,80	24,00	54.259,20
5	19x3000x6000	7.850,00	2.684,70	24,00	64.432,80
6	25x3000x6000	7.850,00	3.532,50	24,00	84.780,00
7	32x3000x6000	7.850,00	4.521,60	24,00	108.518,40
					<b>390.666,24</b>

Fuente - Elaboración propia

El peso total del tanque (Ws) es 390,666.24 Kg (861,271.63 Lbf)

Table 5.2a—Permissible Plate Materials and Allowable Stresses (SI)

Plate Specification	Grade	Nominal Plate Thickness <i>t</i> mm	Minimum Yield Strength MPa	Minimum Tensile Strength MPa	Product Design Stress $S_d$ MPa	Hydrostatic Test Stress $S_t$ MPa
<b>ASTM Specifications</b>						
A283M	C		205	380	137	154
A285M	C		205	380	137	154
A131M	A, B		235	400	157	171
A36M	—		250	400	160	171
A131M	EH 36		360	490 <sup>a</sup>	196	210
A573M	400		220	400	147	165
A573M	450		240	450	160	180
A573M	485		290	485 <sup>a</sup>	193	208
A516M	380		205	380	137	154
A516M	415		220	415	147	165
A516M	450		240	450	160	180
A516M	485		260	485	173	195
A662M	B		275	450	180	193
A662M	C		295	485 <sup>a</sup>	194	208
A537M	1	$t \leq 65$	345	485 <sup>a</sup>	194	208
		$65 < t \leq 100$	310	450 <sup>b</sup>	180	193
A537M	2	$t \leq 65$	415	550 <sup>a</sup>	220	236
		$65 < t \leq 100$	380	515 <sup>b</sup>	206	221
A633M	C, D	$t \leq 65$	345	485 <sup>a</sup>	194	208
		$65 < t \leq 100$	315	450 <sup>b</sup>	180	193
A678M	A		345	485 <sup>a</sup>	194	208
A678M	B		415	550 <sup>a</sup>	220	236
A737M	B		345	485 <sup>a</sup>	194	208
A841M	Class 1		345	485 <sup>a</sup>	194	208
A841M	Class 2		415	550 <sup>a</sup>	220	236

Fuente - Elaboración propia

### 3.2.5. CALCULO DEL ESPESOR DEL FONDO ANULAR

Esfuerzo producto:

$$S_p = \frac{27,26 - 3,175}{32} * 160M$$

$$S_p = 120,43 M$$

Esfuerzo prueba hidrostática:

$$S_h = \frac{24,82}{32} * 171 M$$

$$S_h = 132,63 M$$

Por lo tanto según la tabla N° 4 – Espesores de fondo anular, se selecciona un espesor de 9 mm.

### 3.2.6. CALCULO DEL ANCHO DEL FONDO ANULAR

El cálculo del espesor del tanque s determinar con la fórmula 1

$$w = \frac{215 * t_b}{\sqrt{H * G}}$$

Dónde:

$t_b$ : Espesor de la placa anular (ver tabla 5.1 a)

$H$ : Nivel de líquido de diseño (m)

$G$ : Gravedad especifica del producto

Calculando

$$w = \frac{215 * 9}{\sqrt{19.2 * 0.908}}$$

$$w = 463.43 m$$

Por lo tanto según el API 650 5.5.2 las planchas del fondo anular debe proporcionar al menos 600mm (24in) entre el diámetro interior del tanque y cualquier junta a traslape del fondo.

Área de fondo central

$$A_c = \frac{\pi}{4} * (O - 2 * w)^2$$

$$A_c = \frac{\pi}{4} * (45.84 - 2 * 0.032 - 2 * 0.6)^2$$

$$A_c = 1,565.09 \text{ m}^2$$

Peso del fondo central es 98,287.41 Kg

Área del fondo anular

$$A_{fa} = \frac{\pi}{4} * ((O + 2 * t_1 + 2 * 0.05)^2 - A_c)$$

$$A_{fa} = \frac{\pi}{4} * ((45.84 + 2 * 0.032 + 2 * 0.05)^2 - 1,565.09^2)$$

$$A_{fa} = 97.11 \text{ m}^2$$

Peso del fondo central es 6,860.50 Kg

Tabla de Resumen				
Peso fondo central	98.287,41	Kg	216.686,65	Lbf
Peso de fondo anular	6.860,50	Kg	15.124,80	Lbf
Peso total del fondo (Wf)	105.147,91	Kg	231.811,45	Lbf

Fuente - Elaboración propia

### 3.2.7. SELECCIÓN DE ÁNGULO DE RIGIDEZ

El requerimiento mínimo del módulo de sección (Z) se determina con la siguiente formula

$$Z = 0.0001D^2 * H_2 * \left(\frac{V}{120}\right)^2$$

Donde

$D$ : Diámetro nominal del tanque (ft)

$H$ : Nivel de líquido de diseño (ft)

$V$ : Velocidad viento (mph)

$Z$ : Módulo de sección (in<sup>3</sup>)

Reemplazando

$$Z = 0.0001D^2 * H_2 * \left(\frac{V}{120}\right)^2$$

$$Z = 0.0001(150.39)^2 * (62.99) * \left(\frac{12}{120}\right)^2$$

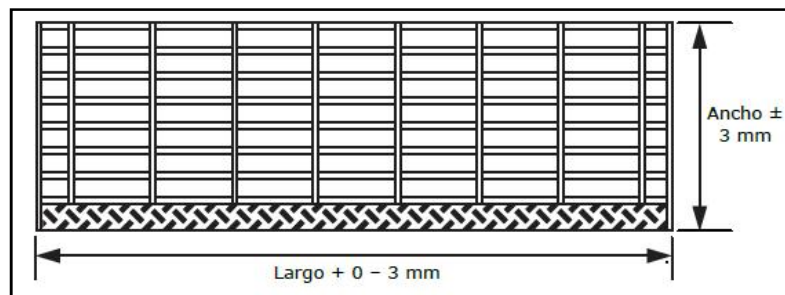
$$Z = 1.42 \text{ in}^3$$

Por lo tanto se escoge un ángulo de 4"x4"x3/8" >>  $Z = 1.52 \text{ in}^3$

### 3.2.8. SELECCION DE PELDAÑO

Los peldaños están contruidos a base de rejillas metálicas con un frente a base de plancha estriada con lo cual se evitará los resbalones y con dos placas o ángulos ubicados a los extremos con los cuales se fijarán a la estructura de la escalera mediante pernos.

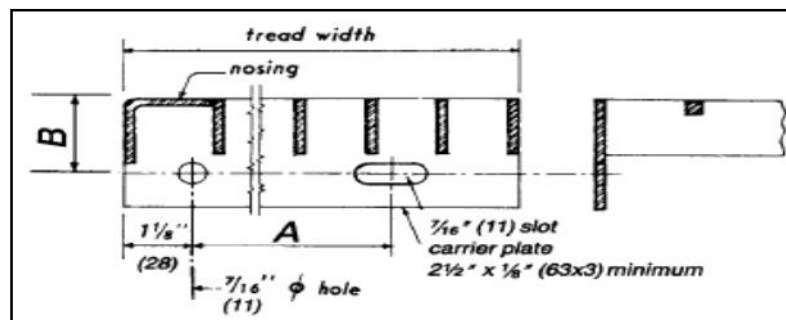
Dimensiones y tolerancias de peldaños



Longitud máxima de peldaño

Longitud máx. De Peldaño W19-4		
Medida de platina	Liso	Dentado
3/4"x3/16	711	584
1/8"x1"	787	686
3/16"x1"	1041	864
1/8"x1-1/4"	1092	882
3/16x1-1/4"	1422	1270
3/16x1-1/2"	1676	1600

### Dimensiones y tolerancias de peldaños



Ancho de peldaño

Ancho de peldaño y espacio entre agujeros			
Cantidad de platinas	Espesor de platina		Medida "A"
	1/8"	3/16"	
	Ancho de peldaño		
5	156 mm	157 mm	65 mm
6	186 mm	187 mm	115 mm
7	216 mm	217 mm	115 mm
8	246 mm	247 mm	180 mm
9	276 mm	277 mm	180 mm
10	306 mm	307 mm	180 mm

Para seleccionar la longitud del ascenso del peldaño se debe cumplir la siguiente relación:

$$610 < 2 \times (\text{ascenso}) + \text{paso} < 660$$

Por lo tanto seleccionamos un ascenso de 200 mm y un paso de longitud 238 mm, con estos datos reemplazamos en la relación la resulta 638 mm que está en el intervalo correspondiente.

Tabla. 6.4 Longitud máxima de peldaño

Medidas de placa lateral		
Peralte rejilla	Medida "B"	Medida "C"
a 1 ¼"	45 mm	64 mm
1 ½"	57 mm	76 mm

Seleccionaremos un peldaño con las siguientes características debido a los requerimientos:

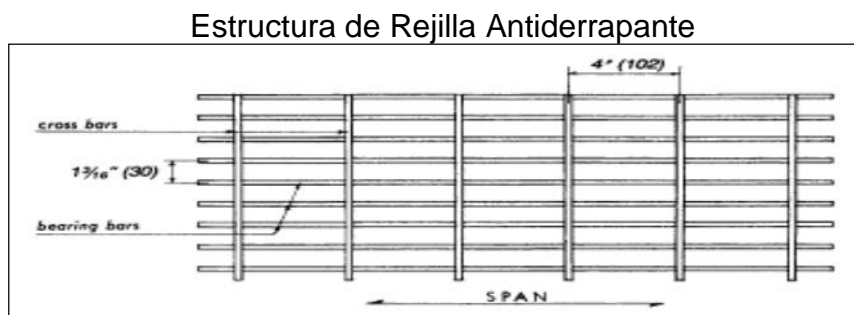
Características del peldaño seleccionado

Dimensiones y características de peldaño	
Longitud	750mm
Platina	3/16"x1-1/4"
Ancho de Peldaño	247mm
Cantidad de platinas	8
Medida B	45mm
Medida C	64mm
Medida A	180mm



### 3.2.9. SELECCIÓN DE REGILLA ANTIDERRAPANTE

Se utilizará rejilla dentada del tipo W19-4 que posee la siguiente estructura como se muestra en el siguiente gráfico



Estructura de Rejilla Antiderrapante

Características de Rejilla	
Platina	1/4"x3/16"
Espacio entre barras	4"
Espacio entre platinas	1 3/16"
Peso (kg/m <sup>2</sup> )	45.62

### 3.2.10. CALCULO DE ESTABILIDAD POR CARGA DE VIENTO

Con el mapa eólico de Perú se observa que lima tiene una máxima velocidad de viento de 12 m/s equivalente a (43,2 Km/h)

Calculando la presión del viento.

$$P = 0.00256 * K_z * K_z * K_d * V^2 * I * G$$

$$P = 0.00256 * 1,04 * 1 * 0,95 * 43,2^2 * 1 * 0,85$$

$$P = 4,01 \text{ ll / f }^2$$

Calculando la presión básica del viento.

$$P_w = P * \left(\frac{V}{120}\right)^2$$

$$P_w = 4,01 * \left(\frac{43,2}{120}\right)^2$$

$$P_w = 0,52 \text{ ll / f }^2$$

Calculando las áreas proyectadas

Área proyectada del techo flotante  $A_r$

Donde las características del domo son

Radio de círculo (m)	Radio de círculo (ft)	Diámetro del tanque (m)	Angulo central del domo	Altura del domo (m)
45,47	149,18	45,84	61	6,198

$$A_r = \frac{R^2}{2} * (\theta - \sin \theta)$$

$$A_r = \frac{149,18^2}{2} * (61 - \sin 61)$$

$$A_r = 1967,62 \text{ f }^2$$

Área proyectada del cuerpo  $A_s$

$$A_s = D * H$$

$$A_s = 150,39 * 62,99$$

$$A_s = 9,473.06 f^2$$

La fuerza total del viento en el tanque.

$$F_w = P_w * A_r + P_w * A_s$$

$$F_w = 0,52 * (1967,62 + 9473,06)$$

$$F_w = 5949,15 ll$$

Presión del viento en el cilindro

$$P_w = 18 \frac{ll}{f^2} * \left(\frac{V}{120}\right)^2$$

$$P_w = 18 \frac{ll}{f^2} * \left(\frac{43,2}{120}\right)^2$$

$$P_w = 2,33$$

Presión del viento en el techo

$$P_w = 30 \frac{ll}{f^2} * \left(\frac{V}{120}\right)^2$$

$$P_w = 30 \frac{ll}{f^2} * \left(\frac{43,2}{120}\right)^2$$

$$P_w = 3,88$$

La presión máxima no debe superar 1,6 la presión interna

$$P_w < 1,6 * P_i$$

$$3,88 < 1,6 * 2,5$$

$$3,88 < 4$$

Por lo tanto el tanque es seguro bajo la carga del viento.

### 3.2.11. CALCULO DE ESTABILIDAD POR CARGA SÍSMICA

Calculando la relación H/D

19,20/45,84=0,42<3/4 por lo tanto es un bajo.

**Calculando el peso total del líquido contenido en el tanque**

$$W_p = 62,4 * S * \pi * \frac{D^2}{4} * H$$

$$W_p = 62,4 * 0,908 * \pi * \frac{152,8^2}{4} * 60$$

$$W_p = 62 338,777.09 L.$$

**Porción de masa efectiva que es impulsivo Para tanques pequeños**

**(H/D<3/4)**

$$\frac{W_1}{W_p} = \frac{t_i h(0.866 * \frac{D}{H})}{0.866 * D/H}$$

$$W_1 = \frac{t_i h(0.866 * \frac{4,8}{1,2})}{0.866 * (\frac{4,8}{1,2})} * 62 338,777.09 L.$$

$$W_1 = 29 201,029.73 L.$$

### Peso de convección eficaz para todo H/D

$$W_C = 0,23 \left(\frac{D}{H}\right) T \quad h \left(\frac{3,67H}{D}\right) W_p$$

$$W_C = 0,23 \left(\frac{45,84}{19,20}\right) T \quad h \left(\frac{3,67 * 19,20}{45,84}\right) * 62 \, 338,777.09 \, L.$$

$$W_C = 31 \, 207,199.97 \, L.$$

### Distancias de centroide de la fuerza impulsiva para (H/D < 3/4)

$$\frac{X_1}{H} = \frac{3}{8}$$

$$X_1 = \frac{3}{8} * 19,2$$

$$X_1 = 7,2 \, m = 23,62 \, f$$

### Distancia de centroide de la fuerza convectiva para todo H/D

$$\frac{X_2}{H} = 1 - \frac{\cosh\left(\frac{3,6}{\frac{D}{H}}\right) - 1}{\frac{3,6}{D/H} \sinh\left(\frac{3,6}{\frac{D}{H}}\right)}$$

$$X_2 = 1 - \frac{\cosh\left(\frac{3,6}{\frac{4,8}{1,2}}\right) - 1}{\frac{3,6}{\frac{4,8}{1,2}} \sinh\left(\frac{3,6}{\frac{4,8}{1,2}}\right)} * 19,20$$

$$X_2 = 11,13 \, m = 36,51 \, ft$$

### Calculando constante

$$k_s = \frac{0.578}{\sqrt{\tanh\left(\frac{3,6}{\frac{D}{H}}\right)}}$$

$$k_s = \frac{0.578}{\sqrt{\tanh\left(\frac{3.6}{1.2}\right)}}$$

$$k_s = 0,605$$

### Periodo convectivo

$$T_c = 1,8 * K_s * \sqrt{D}$$

$$T_c = 1,8 * 0,605 * \sqrt{45,84}$$

$$T_c = 7,37$$

### Determinando los factores

#### Coefficiente de aceleración de sitio Fa

Para ingresar a la tabla se ingresa con el valor clase de sitio E,  $S_p=0,23$  luego el valor de  $S_s=2,5*S_p=2,5*0,23=0,575$  y vemos en la tabla que el valor esta entre dos valores 0,5 y 0,75 por lo que se tiene que interpolar para determinar Fa correcto.

Clase de sitio	$S_s=0,5$	$S_s=0,575$	$S_s=0,75$
E	1,7	X	1,2

Fuente - Elaboración propia

El valor de  $F_a=1,55$

#### Coefficiente de velocidad en sitio base

Para ingresar a la tabla se ingresa con el valor clase de sitio E,  $S_p=0,23$  luego el valor de  $S_1=1,25*S_p=1,25*0,23=0,2875$  y vemos en la tabla que el

valor esta entre dos valores 0,2 y 0,3 por lo que se tiene que interpolar para determinar Fv correcto.

Clase de sitio	S1=0,2	S1=0,2875	S1=0,3
E	3,2	X	2,8

Fuente - Elaboración propia

El valor de Fv=2,85

### Factor de modificación de respuesta

De la tabla se obtiene

$$R_{wi} = 3,5$$

$$R_{wc} = 2$$

### Factor de importancia

En la tabla se ingresa con el grupo sísmico III se obtiene 1,5

### Factor de escala

El factor es igual a Q=1

### Aceleración espectral impulsiva Ai

$$A_i = Q F_u S_s \left( \frac{I}{R_w} \right)$$

$$A_i = 1 * 1,55 * 0,575 \left( \frac{1,5}{3,5} \right)$$

$$A_i = 0,369$$

Luego se compara  $T_c$  y  $T_L$

Donde

$$T_L = 8$$

$$T_c = 7,37$$

$$T_c \leq T_L$$

$$A_c = K S_{D1} \left( \frac{1}{T_c} \right) \left( \frac{I}{R_w} \right) = K F_v S_1 \left( \frac{1}{T_c} \right) \left( \frac{1,5}{R_w} \right) \leq A_i$$

$$A_c = 0,605 * 1 * 2,85 * 0,2875 * \left( \frac{1}{7,37} \right) \left( \frac{1,5}{2} \right) \leq A_i$$

$$A_c = 0,05 \leq A_i$$

Calculando

$$V_i = A_i (W_s + W_r + W_f + W_i)$$

Donde

$$V_i = 0,369 * (861,271.63 L + 0 + 231.811,45 L + 29 201,029.73 L )$$

$$V_i = 11 178,527.63 L$$

$$V_c = A_c W_c$$

$$V_c = 0,05 * 31 207,199.97 L$$

$$V_c = 1 560,359.99 L$$

**Fuerza cortante en la base**

$$V = \sqrt{V_i^2 + V_c^2}$$

$$V = \sqrt{11 178,527.63 L^2 + 1 560,359.99 L^2}$$

$$V = 11 286,904.06 L$$



### Calculando el momento de volteo

$$M_r = \sqrt{[A_i(W_i X_i + W_s X_s + W_r X_r)]^2 + [A_c(W_c X_c)]^2}$$
$$M_r = \sqrt{([0,369 * (29\,201,029.73 L * 23,62 f + 861,271.63 L * 30 f + 0 * 60 f)]^2 + 0,05 * [(31\,207,199.97 L * 36,51 ft)]^2)}$$
$$M_r = 270.119.763,03 \text{ ft-lb}$$

### Peso del tanque y el techo soportado en el cuerpo

$$W_t = \frac{W_s}{\pi * D} + W_r$$
$$W_t = \frac{861,271.63 L}{\pi * 152,8 f} + 0$$
$$W_t = 1,794.18 L$$

### Fuerza de levantamiento

$$W_a = 7.9 * t_a * \sqrt{F_y * G_e * H} \leq 1,28 * H * D * G_e$$
$$W_a = 7.9 * 0,029 * \sqrt{36,000 * 0,908 * 60} \leq 1,28 * 60 * 152,8 * 0,908$$
$$W_a = 320,84 \leq 10,655.42$$

### La relación de estabilidad de vuelco

$$J = \frac{M}{D^2[W_t * (1 - 0,4A_v) + W_a - 0,4 * W_{in}]}$$
$$J = \frac{270.119.763,03 \text{ ft-lb}}{152,8^2[1,794.18 L * (1 - 0,4 * 0,7) + 320,84 - 0,4 * 0]}$$
$$J = 7,17$$

El tanque no es estable se debe de anclar mecánicamente, por lo tanto se debe de evaluar los casos de carga indicados en la tabla.

Para el cálculo se realiza con los siguientes datos.

$$A_v = 0.7$$

$$D = 152.8 \text{ f}$$

$$F_t = 36\,000 \text{ p}$$

$$H = 60 \text{ f}$$

$$M_W : \text{Equivalente } P_W * D * H^2/2$$

$$M_r = 270.119.763,03 \text{ ft-lb}$$

$$P = 0 \text{ p}$$

$$P_f \text{ No aplica}$$

$$P_t = 0 \text{ p}$$

$$P_W = 3,88$$

$$P_W = 2,33$$

$$t_n: \text{Espesor de plancha de viento}$$

Caso 1: Presión de diseño

$$U = [(P - 8t_n) * D^2 * 4.08] - W_1$$

$$U = [(P - 8 * 0,375) * 152,8^2 * 4.08] - 792.787$$

$$U = -1.078.565 \text{ ll}$$

Por lo tanto no aplica la carga.

Caso 2: Presión de prueba

$$U = [(P_t - 8t_n) * D^2 * 4.08] - W_1$$

$$U = [(P - 8 * 0,375) * 152,8^2 * 4,08] - 792.787$$

$$U = -1.078.565 \text{ ll}$$

Por lo tanto no aplica la carga.

Caso 3: Presión de falla

Por lo tanto el caso debido a que es un tanque con techo y no es frágil.

Caso 4: Carga de viento

$$U = P_w * D^2 * 4,08 + \left[ 4 * \frac{M_w}{D} \right] - W_2$$

$$U = 3,88 * 152,8^2 * 4,08 + \left[ 4 * \frac{2,33 * 152,8 * 60^2/2}{152,8} \right] - 729,787$$

$$U = 3,88 * 152,8^2 * 4,08 + \left[ 4 * \frac{2,33 * 152,8 * 60^2/2}{152,8} \right] - 729,787$$

$$U = -343,405.35 \text{ ll}$$

Por lo tanto no aplica la carga.

Caso 5: Carga sísmica

$$U = \left[ 4 * \frac{M_w}{D} \right] - W_2 * (1 - 0,4 * A_v)$$

$$U = \left[ 4 * \frac{2,33 * 152,8 * 60^2/2}{152,8} \right] - 729,787 * (1 - 0,4 * 0,7)$$

$$U = -508,670.64 \text{ ll}$$

Por lo tanto no aplica la carga.

Caso 6: Presión de diseño + Viento

$$U = (F_p * P + P_w - 8 * t_h) * D^2 * 4.08 + \left[ 4 * \frac{M_W}{D} \right] - W_1$$

$$U = (F_p * 0 + 3,88 - 8 * 0,375) * 152,8^2 * 4.08 + \left[ 4 * \frac{2,33 * 152,8 * 60^2/2}{152,8} \right] - 792.787$$

$$U = -725,734.92 \text{ ll}$$

Por lo tanto no aplica la carga.

Caso 7: Presión de diseño + Sismo

$$U = [(F_p * P - 8 * t_h) * D^2 * 4.08] + \left[ 4 * \frac{M_R}{D} \right] - W_1(1 - 0.4 * A_v)$$

$$U = [(F_p * 0 - 8 * 0,375) * 152,8^2 * 4.08] + \left[ 4 * \frac{270.119.763,03 \text{ ft} - \text{lb}}{152,8} \right] - 792.787 * (1 - 0.4 * 0,7)$$

$$U = 5,660,583.14 \text{ ll}$$

Considerando que el número de pernos de anclaje son 72 se calcula la carga unitaria por perno

$$b_t = \frac{U}{N}$$

$$b_t = \frac{5,660,583.14 \text{ ll}}{72}$$

$$b_t = 78,619.21 \text{ ll}$$

Para pernos de anclaje se requiere que se ASTM A-193 Gr7.

El esfuerzo de diseño es  $S_d = 0,8 * 105,000 \text{ p} = 84,000 \text{ p}$

El área requerida es

$$A_R = \frac{b_t}{S_d}$$

$$A_R = \frac{78,619.21 \text{ ll}}{84,000 p}$$

$$A_R = 0,935 \text{ in}^2$$

Caso 8: Presión de fragilidad

$$U = [(3 * P_f - 8 * t_n) * D^2 * 4.08] - W_3$$

No aplica la carga.

Por lo tanto de todos los casos, el caso 7 genera una área requerida del perno de anclaje de  $0,935 \text{ in}^2$ . Se selecciona un perno de anclaje de diámetro de 1,5 in que tiene una área de  $1,293 \text{ in}^2$  que es mayor a la requerida.

### 3.2.12. FLOTABILIDAD Y ESTABILIDAD DEL TECHO

#### FLOTANTE

Volumen desplazado

$$V = W_r / (0.7 * 62.4)$$

$$V = 8284.649438 \text{ ft}^3 \quad 234.60 \text{ m}^3$$

Área de flotación

$$S = \pi * (R/2)^2$$

$$S = 17446.73699 \text{ ft}^2 \quad 1620.85 \text{ m}^2$$

Calado

$$C = V/S$$

$$c = 0.474853805 \text{ ft} \quad 144.74 \text{ mm}$$

Altura del Centro de Gravedad del techo flotante

$$Y_g = (A_1 * Y_{g1} + A_2 * Y_{g2}) / (A_1 + A_2)$$

$$Y_g = 0.853018373 \text{ ft} \quad 0.26 \text{ m}$$

Volumen total de techo flotante

	v	30336.98118	ft <sup>3</sup>	859.05	m <sup>3</sup> .
Momento de inercia $I_{zz} = \pi \times (R^4)$	I <sub>zz</sub>	24222477.68	ft <sup>4</sup>	209063. 60	m <sup>4</sup>
Posición Vertical del metacentro M (centro de rotación). $z(M) = I_{zz} / V$	z(M)	2923.778231	ft	891.17	m
Altura del centro de gravedad del volumen sumergido $y_{cb} = C/2$	Y <sub>cb</sub>	0.237426902	ft	0.07	m
Altura del centro de flotación $Y_{mc} = Y_{cb} + MB$	Y <sub>mc</sub>	2924.015658	ft	891.24	m
Altura del Centro de Gravedad del techo flotante $Y_g = (A_1 \cdot Y_{g1} + A_2 \cdot Y_{g2}) / (A_1 + A_2)$	Y <sub>g</sub>	0.853018373	ft	0.26	m.

Estabilidad

ESTABLE

Todos los techos flotantes internos incluirán la flotabilidad necesaria para soportar al menos el doble de su peso propio (incluido el peso de los compartimentos de flotación, el sello y el resto de techo flotante y los componentes conectados).

Volumen desplazado

$$V = W_r / (0.7 \cdot 62.4) \quad V = \frac{16569.2988}{83} \text{ ft}^3 \quad 469.19 \text{ m}^3$$

Área de flotación

$$S = \pi \times (R^2) \quad s = \frac{17446.7369}{9} \text{ ft}^2 \quad 1620.85 \text{ m}^2$$

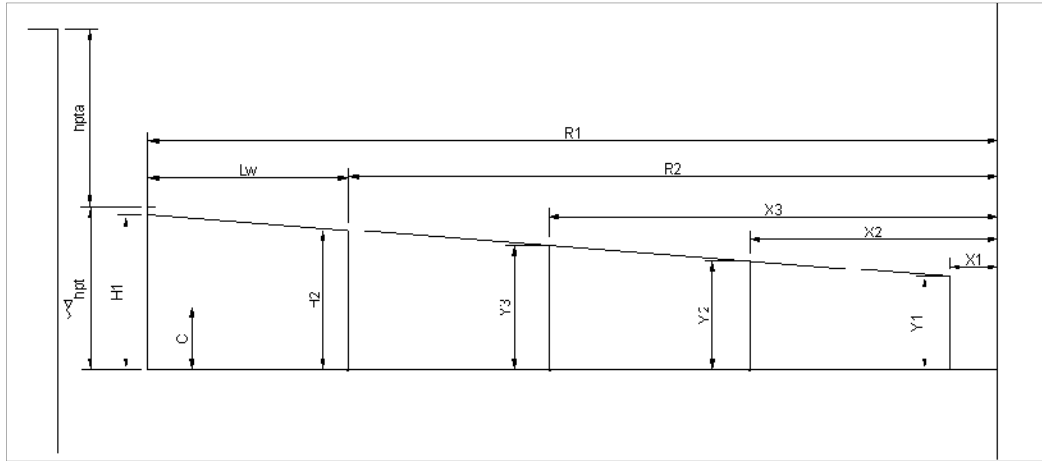
Calado

$$C = V/S \quad c = \frac{0.94970760}{9} \text{ ft} \quad 289.47 \text{ m}$$

Altura del Centro de Gravedad del techo flotante

$Y_g = (A_1 \cdot Y_{g1} + A_2 \cdot Y_{g2}) / (A_1 + A_2)$	$Y_g$	0.85301837 3	ft	0.26	m.
Volumen total de techo flotante	$v$	30336.9811 8	ft 3	859.05	m <sup>3</sup> .
momento de inercia $I_{zz} = \pi \times (R^4)$	$s$	24222477.6 8	ft 4	209063.6 0	m <sup>4</sup>
Posición Vertical del metacentro M (centro de rotación). $z(M) = I_{zz} / V$	$z(M)$	1461.88911 6	ft	445.58	m
Altura del centro de gravedad del volumen sumergido $y_{cb} = C/2$	$y_{cb}$	0.47485380 5	ft	0.14	m
Altura del centro de flotación $Y_{mc} = Y_{cb} + MB$	$y_{mc}$	1462.36396 9	ft	445.73	m
Altura del Centro de Gravedad del techo flotante $Y_g = (A_1 \cdot Y_{g1} + A_2 \cdot Y_{g2}) / (A_1 + A_2)$	$Y_g$	0.85301837 3	ft	0.26	m.
Estabilidad	ESTABLE				

Todos los techos flotantes internos con múltiples compartimentos de flotación será capaz de flotar sin daños adicionales después de los dos compartimentos se perforan e inundaron .Diseños que emplean una plataforma de centro abierto en contacto con el líquido.

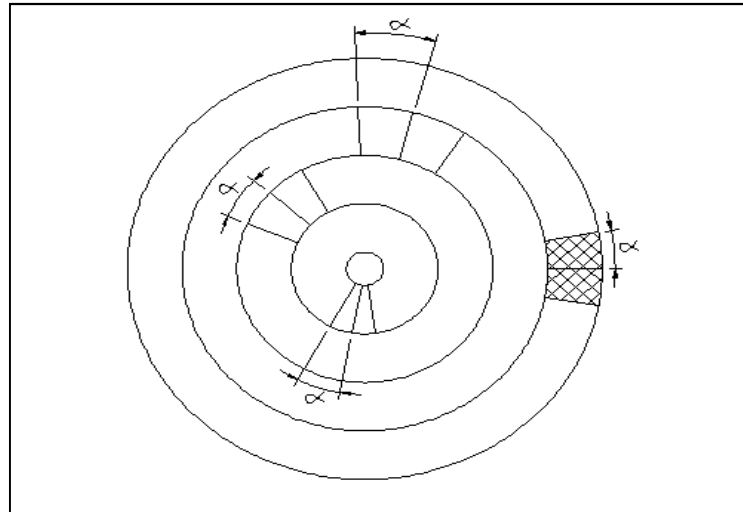


## TECHO FLOTANTE

### 1 - DATOS DE Diseño.

Código de diseño	API 650, 12th Edición.			
Gravedad Específica de diseño.	G =	0.7000		
Gravedad Especifica de Producto		0.9500		
Diámetro interno de Tanque ( at V1 ) -	D =	150.26	Ft.	45.80 m.
Altura de Cilindro	HT =	62.99	Ft.	19.20 m.
Altura de diseño	H =	60334.65	Ft.	18390.00 m.
Distancia entre techo flotante y cilindro		9.84	In.	250.00 mm.
Ancho de pontón	Lw =	219.09	In.	5564.78 mm.
Numero de pontones anulares	n =	32		
Tamaño Externo de pontones	hpt =	31.10	In.	790.00 mm.
Máxima altura entre techo a máxima altura de tope	hpta =	57.09	In.	1450.00 mm.
Peso total de Techo flotante	Wr =	361873.49	lb.	164218.19 kg.





Radio de techo flotante  $R = 74.52$  Ft. 22.71 m.

Radio externo de pontones anulares  $R1 = 74.52$  Ft. 22.71 m.

Radio interno de pontones anulares  $R2 = 56.26$  Ft. 17.15 m.

Ángulo del sector circular de compartimento externo no perforado.

$$= (360 - (720 / n)) = 337.50 \text{ grad}_0 \quad 5.89 \text{ Rad}$$

Angle of the circular sector of non-punctured external compartment.

$$" = (360 / n) = 11.25 \text{ grad}_0 \quad 0.20 \text{ Rad}$$

Área de techo flotante

$$S = \text{PI} \times (R^2) \quad S = 17446.737 \text{ ft}^2 \quad 1620.85 \text{ m}^2$$

Área de dos pontones perforados

$$S_0 = 2 \text{ "} \times (R1^2 - R2^2) \quad S_0 = 937.6557 \text{ ft}^2 \quad 87.1111 \text{ m}^2$$

Área de techo en contacto con el líquido

$$S'' = S - 2 \text{ "} \times (R1^2 - R2^2) \quad S'' = \frac{16509.081}{3} \text{ ft}^2 \quad \frac{1533.743}{8} \text{ m}^2$$

C = El centro de gravedad de la superficie flotante.

Distancia desde C hasta el centro del techo O:

$$d = - (PI * ((2/3) * SIN(\theta) * ((R13) - (R23)))) / S$$

d =	1.8571	Ft.	0.5660	m.
-----	--------	-----	--------	----

Momento de inercia de techo flotante / axis YY.

$$I_{yy} = PI * (R4 / 4)$$

I <sub>yy</sub> =	24222477.68	Ft.	209063.5954	m.
-------------------	-------------	-----	-------------	----

Momento de inercia de la superficie flotante / eje YY

$$I_{yy} = I_{yyt} - (R14 - R24) * (\theta + SIN(\theta) * COS(\theta)) / 4$$

I <sub>yy</sub> =	22204746.77	ft4	191648.61	m4
-------------------	-------------	-----	-----------	----

Momento de inercia de la superficie flotante / eje ZZ centroidal

$$I_{zz} = I_{yy} - S * (d^2)$$

I <sub>zz</sub> =	22147811.51	ft4	191157.2039	m4
-------------------	-------------	-----	-------------	----

Inmersión uniforme  
Gravedad Especifica de diseño (API 650 & H.4.2.1.1).

0.70

Volumen Desplazado  
 $V = W_r / (0.7 * 62.4)$

V =	8284.65	ft3	234.60	m3
-----	---------	-----	--------	----

Calado

$$c = (V) / S$$

c =	0.5018	Ft.	0.1530	m.
-----	--------	-----	--------	----

Posicion Vertical del metacentro M (centro de rotación).

$$z(M) = I_{zz} / V$$

z(M) =	2673.3553	Ft.	814.8387	m.
--------	-----------	-----	----------	----

La inclinación está dada por el equilibrio de momentos entre el peso (aplicado en G) y empuje (aplicada en B).

$$Z(M) * SEN(i) = d$$

SIN(i) =	0.0007	Rad.
i =	0.0398	grado

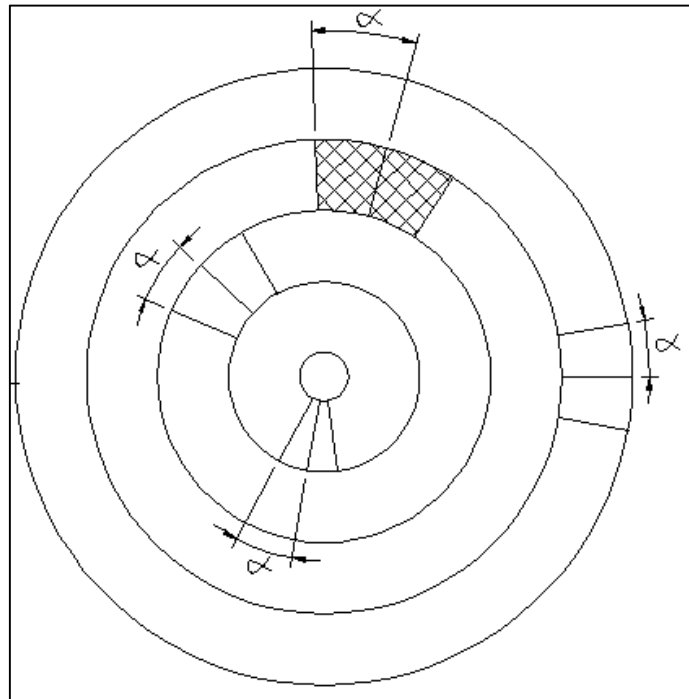
Inmersión máxima de la

cubierta. ( $c + ( R1 \times \text{SIN} (i))$ Sumergir máxima del techo <hpt está bien	0.5536	Ft.	0.1687	m.
Inmersión mínima de la cubierta. (Medida desde la parte inferior del pontón). ( $c - ( R1 \times \text{SIN} (i))$ Mínima Sumergir el techo > 0 es OK	0.4501	Ft.	0.1372	m.
Longitud externa de pontones anulares	14.6320	Ft.	4.4598	m.

#### TECHO FLOTANTE

Código de diseño	API 650, 11th Edición.			
Gravedad Específica de diseño.	G =	0.7000		
Gravedad Especifica de Producto		0.9500		
Diámetro interno de Tanque ( at V1 ) -	D =	150.26	Ft.	45.80 m.
Altura de Cilindro	HT =	62.99	Ft.	19.20 m.
Altura de diseño	H =	60334.65	Ft.	18390.00 m.
Distancia entre techo flotante y cilindro		9.84	In.	250.00 mm.
Ancho de pontón	Lw =	219.09	In.	5564.78 mm.
Numero de pontones anulares	n =	14		
Tamaño Externo de pontones	hpt =	31.10	In.	790.00 mm.
Máxima altura entre techo a máxima altura de tope	hpta =	57.09	In.	1450.00 mm.

Peso total de Techo flotante  $W_r = \frac{361873.4}{9}$  lb.  $\frac{164218.1}{9}$  kg.



Radio de techo flotante  $R = 74.52$  Ft.  $22.71$  m.

Radio externo de pontones anulares  $R_1 = 56.26$  Ft.  $17.15$  m.

Radio interno de pontones anulares  $R_2 = 38.00$  Ft.  $11.58$  m.

Ángulo del sector circular de compartimento externo no perforado.  
 $= (360 - (720 / n)) = 308.57$  grado  $5.39$  Rad.

Angle of the circular sector of non-punctured external compartment.  
 $" = (360 / n) = 25.71$  grado  $0.45$  Rad.

Área de techo flotante  $S = \text{PI} \times (R_2)$   
 $S = \frac{17446.7}{370}$  ft<sup>2</sup>  $\frac{1620.854}{9}$  m<sup>2</sup>

Área de dos pontones perforados

$$SO = 2 \text{ " } x ( R12 - R22 ) \quad So = \frac{1544.73}{90} \quad \text{ft}^2 \quad 143.5109 \quad \text{m}^2$$

Área de techo en contacto con el liquido  
 $S'' = S - 2 \text{ " } x ( R12 - R22 )$

$$S'' = \frac{15901.9980}{0} \quad \text{ft}^2 \quad 1477.344 \quad \text{m}^2$$

C = El centro de gravedad de la superficie flotante.

Distancia desde C hasta el centro del techo O:

$$d = - (PI * (( 2/3 ) * SIN ( \text{ " } ) * (( R13 ) - (R23 )))) / S''$$

$$d = 2.2408 \quad \text{Ft.} \quad 0.6830 \quad \text{m.}$$

Momento de inercia de techo flotante / axis YY.

$$lyyt = PI * (R4 / 4)$$

$$lyyt = \frac{242224}{77.68} \quad \text{Ft.} \quad 209063.5 \quad \text{m.}$$

Momento de inercia de la superficie flotante / eje YY

$$lyy = lyyt - (R14 - R24) * ( \text{ " } + SIN ( \text{ " } ) * COS ( \text{ " } ) ) / 4$$

$$lyy = \frac{225571}{87.45} \quad \text{ft}^4 \quad 194690.5 \quad \text{m}^4$$

Momento de inercia de la superficie flotante / eje ZZcentroidal

$$lzz = lyy - S * ( d^2 )$$

$$lzz = \frac{224773}{40.80} \quad \text{ft}^4 \quad 194001.3 \quad \text{m}^4$$

Inmersión uniforme  
 Gravedad Especifica de diseño (API 650 &H.4.2.1.1).

$$0.70$$

Volumen Desplazado  
 $V = Wr / (0.7 * 62.4)$

$$V = 8284.65 \quad \text{ft}^3 \quad 234.60 \quad \text{m}^3$$

Calado

$$c = ( V ) / S$$

$$c = 0.5210 \quad \text{Ft.} \quad 0.1588 \quad \text{m.}$$

Posicion Vertical del

metacentro M (centro de rotación).

$$z(M) = I_{zz} / V \quad z(M) = \frac{2713.13}{12} \quad \text{Ft.} \quad 826.9624 \quad \text{m.}$$

La inclinación está dada por el equilibrio de momentos entre el peso (aplicado en G) y empuje (aplicada en B).

$$Z(M) * \text{SEN}(i) = d. \quad \begin{array}{l} \text{SIN} \\ (i) = \\ i = \end{array} \quad \begin{array}{l} 0.0008 \\ 0.0473 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Rad.} \\ \text{grado} \end{array}$$

Inmersión máxima de la cubierta.

$$(c + (R1 * \text{SIN}(i))) \quad 0.5674 \quad \text{Ft.} \quad 0.1730 \quad \text{m.}$$

Sumergir máxima del techo < hpt está bien

Inmersión mínima de la cubierta.

(Medida desde la parte inferior del pontón).  
 $(c - (R1 * \text{SIN}(i))) \quad 0.4745 \quad \text{Ft.} \quad 0.1446 \quad \text{m.}$   
 Mínima Sumergir el techo > 0 es OK

Longitud externa de pontones anulares

$$25.2494 \quad \text{Ft.} \quad 7.6960 \quad \text{m.}$$

#### DATOS DE DISEÑO.

Código de diseño API 650, 11th Edición.

Gravedad Específica de diseño.

$$G = 0.7000$$

Gravedad Especifica de Producto

$$0.9500$$

Diámetro interno de Tanque (at V1) -

$$D = 150.26 \quad \text{Ft.} \quad 45.80 \quad \text{m.}$$

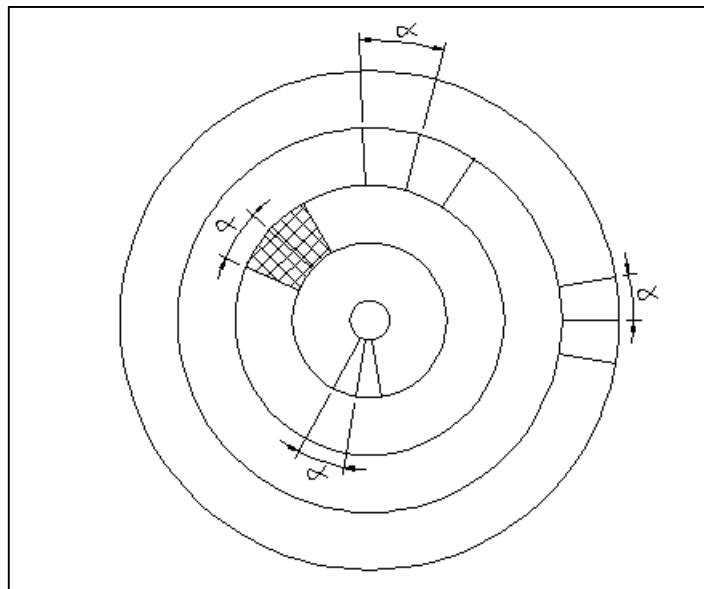
Altura de Cilindro

$$HT = 62.99 \quad \text{Ft.} \quad 19.20 \quad \text{m.}$$

Altura de diseño

$$H = 60334.65 \quad \text{Ft.} \quad 18390.00 \quad \text{m.}$$

Distancia entre techo flotante y cilindro		9.84	In.	250.00	mm.
Ancho de pontón	$L_w =$	219.09	In.	5564.78	mm.
Numero de pontones anulares	$n =$	8			
Tamaño Externo de pontones	$h_{pt} =$	31.10	In.	790.00	mm.
Máxima altura entre techo a máxima altura de tope	$h_{pta} =$	57.09	In.	1450.00	mm.
Peso total de Techo flotante	$W_r =$	$\frac{361873.4}{9}$	lb.	164218.19	kg.



Radio de techo flotante	$R =$	74.52	Ft.	22.71	m.
Radio externo de pontones anulares	$R_1 =$	38.00	Ft.	11.58	m.
Radio interno de pontones anulares	$R_2 =$	19.74	Ft.	6.02	m.
Ángulo del sector circular de compartimento externo no perforado.					
$= (360 - (720 / n))$	$=$	270.00	grado	4.71	Rad.
Angle of the circular sector of					

non-punctured external compartment. " = ( 360 / n )	" = 45.00	grado	0.79	Rad.
Área de techo flotante S = PI x ( R2 )	S = 17446. 7370	ft2	1620. 8549	m2
Área de dos pontones perforados SO = 2 " x ( R12 - R22 )	So = 1655.9 638	ft2	153.8 441	m2
Área de techo en contacto con el liquido S" = S - 2 " x ( R12 - R22 )	S" = 15790. 7732	ft2	1467. 0108	m2
C = El centro de gravedad de la superficie flotante. Distancia desde C hasta el centro del techo O: d = - (PI* (( 2/3 ) * SIN ( " ) * (( R13 ) - (R23 )))) / S"	d = 1.4084	Ft.	0.429 3	m.
Momento de inercia de techo flotante / axis YY. lyyt = PI*(R4 /4)	lyyt = 24222 477.68	Ft.	2090 63.59 54	m.
Momento de inercia de la superficie flotante / eje YY lyy = lyyt - (R14 - R24) * ( " + SIN ( " ) * COS ( " ) ) / 4	lyy = 23601 242.49	ft4	2037 01.73	m4
Momento de inercia de la superficie flotante / eje ZZcentroidal lzz = lyy - S * ( d2 )	lzz = 23569 921.35	ft4	2034 31.39 82	m4
Inmersión uniforme Gravedad Especifica de diseño (API 650 &H.4.2.1.1).	0.70			



Volumen Desplazado  
 $V = W_r / (0.7 * 62.4)$        $V = \frac{8284.6}{5} \text{ ft}^3 = \frac{234.6}{0} \text{ m}^3$

Calado  
 $c = (V) / S$        $c = 0.5247 \text{ Ft.} = \frac{0.159}{9} \text{ m.}$

Posición Vertical del metacentro M (centro de rotación).  
 $z(M) = I_{zz} / V$        $z(M) = \frac{2845.0}{113} \text{ Ft.} = \frac{867.1}{594} \text{ m.}$

La inclinación está dada por el equilibrio de momentos entre el peso (aplicado en G) y empuje (aplicada en B).  
 $Z(M) * \text{SEN}(i) = d.$        $\text{SIN}(i) = 0.0005 \text{ Rad.}$   
 $i = 0.0284 \text{ grado}$

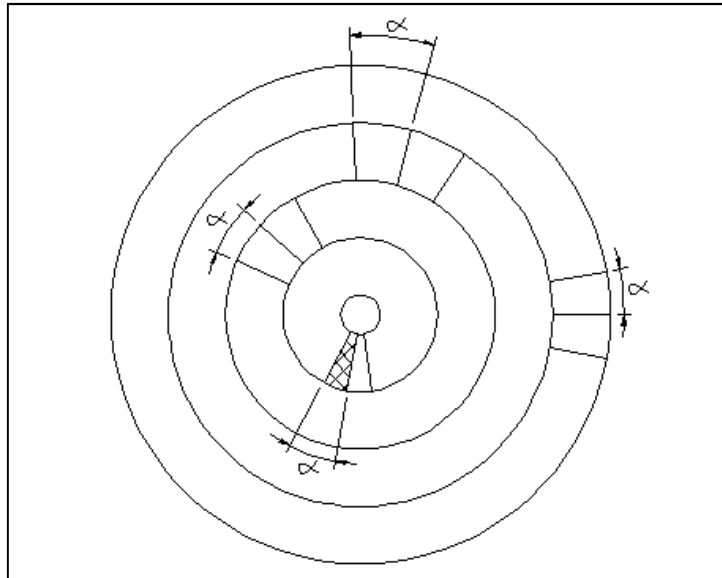
Inmersión máxima de la cubierta.  
 $(c + (R1 * \text{SIN}(i)))$        $0.5435 \text{ Ft.} = \frac{0.165}{6} \text{ m.}$   
 Sumergir máxima del techo <hpt está bien

Inmersión mínima de la cubierta.  
 (Medida desde la parte inferior del pontón).  
 $(c - (R1 * \text{SIN}(i)))$        $0.5058 \text{ Ft.} = \frac{0.154}{2} \text{ m.}$   
 Mínima Sumergir el techo > 0 es OK

Longitud externa de pontones anulares       $29.845_1 \text{ Ft.} = \frac{9.096}{8} \text{ m.}$

DATOS DE DISEÑO.

Código de diseño	API 650, 11th Edición.			
Gravedad Específica de diseño.	G =	0.7000		
Gravedad Específica de Producto		0.9500		
Diámetro interno de Tanque ( at V1 ) -	D =	150.26	Ft.	45.80 m.
Altura de Cilindro	HT =	62.99	Ft.	19.20 m.
Altura de diseño	H =	60334.65	Ft.	18390.00 m.
Distancia entre techo flotante y cilindro		9.84	In.	250.00 mm.
Ancho de pontón	Lw =	219.09	In.	5564.78 mm.
Numero de pontones anulares	n =	4		
Tamaño Externo de pontones	hpt =	31.10	in.	790.00 mm.
Máxima altura entre techo a máxima altura de tope	apta =	57.09	in.	1450.00 mm.
Peso total de Techo flotante	Wr =	361873.49	lb.	164218.19 kg.



Radio de techo flotante	R =	74.52	Ft.	22.71	m.
Radio externo de pontones anulares	R1 =	19.74	Ft.	6.02	m.
Radio interno de pontones anulares	R2 =	1.48	Ft.	0.45	m.
Ángulo del sector circular de compartimento externo no perforado. = (360 - ( 720 / n ))	=	180.00	grado	3.14	Rad.
Angle of the circular sector of non-punctured external compartment. " = ( 360 / n )	" =	90.00	grado	1.57	Rad.
Área de techo flotante S = PI x (R2 )	S =	17446.7 370	ft2	1620. 8549	m2
Área de dos pontones perforados SO = 2 " x ( R12 - R22 )	So =	1217.26 89	ft2	113.0 880	m2
Área de techo en contacto con el liquido S" = S - 2 " x ( R12 - R22 )	S " =	16229.4 681	ft2	1507. 7669	m2

C = El centro de gravedad de la superficie flotante.

Distancia desde C hasta el centro del techo O:

$$d = - \left( \frac{\pi}{3} \right) \cdot \frac{\sin(\theta) \cdot (R_{13} - R_{23})}{S}$$

d =	0.3158	Ft.	$\frac{0.096}{3}$	m.
-----	--------	-----	-------------------	----

Momento de inercia de techo flotante / axis YY.

$$I_{yyt} = \frac{\pi R^4}{4}$$

$I_{yyt}$	242224	Ft.	2090	
=	77.68		$\frac{63.59}{54}$	m.

Momento de inercia de la superficie flotante / eje YY

$$I_{yy} = I_{yyt} - \frac{(R_{14} - R_{24})^2}{4} \cdot \left( \frac{\pi}{4} + \sin(\theta) \cdot \cos(\theta) \right)$$

$I_{yy}$ =	241628	ft4	2085	m4
	51.82		48.97	

Momento de inercia de la superficie flotante / eje ZZcentroidal

$$I_{zz} = I_{yy} - S \cdot (d^2)$$

$I_{zz}$ =	241612	ft4	2085	m4
	32.89		$\frac{34.99}{32}$	

Inmersión uniforme  
Gravedad Especifica de diseño (API 650 &H.4.2.1.1).

0.70

Volumen Desplazado

$$V = \frac{W_r}{0.7 \cdot 62.4}$$

V =	8284.65	ft3	$\frac{234.6}{0}$	m3
-----	---------	-----	-------------------	----

Calado

$$c = \frac{V}{S}$$

c =	0.5105	Ft.	$\frac{0.155}{6}$	m.
-----	--------	-----	-------------------	----

Posición Vertical del metacentro M (centro de rotación).

$$z(M) = l_{zz} / V \qquad z(M) = \frac{2916.38}{57} \text{ Ft.} = \frac{888.9}{144} \text{ m.}$$

La inclinación está dada por el equilibrio de momentos entre el peso (aplicado en G) y empuje (aplicada en B).

$$Z(M) * \text{SEN} \theta (i) = d. \qquad \begin{aligned} \text{SIN} (i) &= 0.0001 \text{ Rad.} \\ i &= 0.0062 \text{ grado} \end{aligned}$$

Inmersión máxima de la cubierta.

$$(c + (R1 \times \text{SIN} (i))) \qquad 0.5126 \text{ Ft.} = \frac{0.156}{2} \text{ m.}$$

Sumergir máxima del techo < hpt está bien

Inmersión mínima de la cubierta.

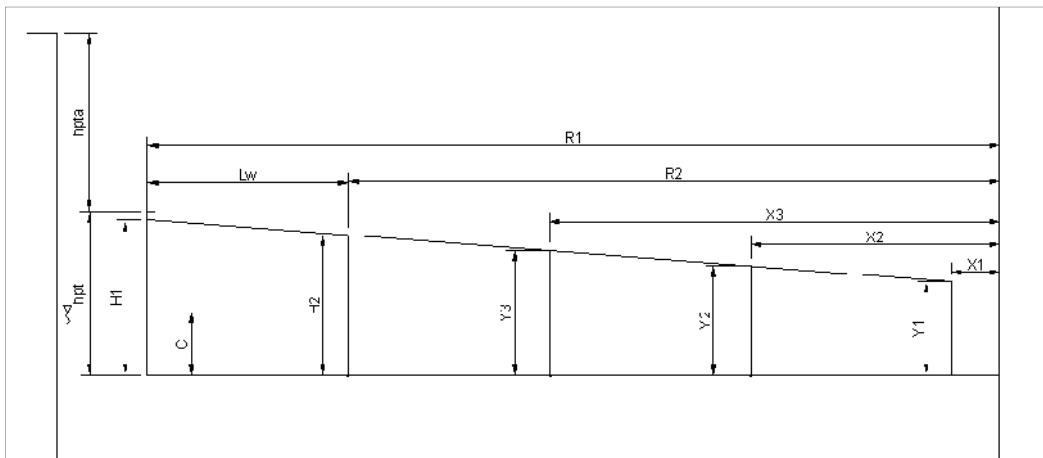
(Medida desde la parte inferior del pontón).

$$(c - (R1 \times \text{SIN} (i))) \qquad 0.5083 \text{ Ft.} = \frac{0.154}{9} \text{ m.}$$

Mínima Sumergir el techo > 0 es OK

$$\text{Longitud externa de pontones anulares} \qquad 31.0075 \text{ Ft.} = \frac{9.451}{1} \text{ m.}$$

### CÁLCULO ESTRUCTURAL DE SOPORTES DE TECHO



Resultados de cargas de soportes

Wr	1642								
(kg)	18.19	X1		X2		X3		R2	R1
S	1621	0.45		6.02		11.5		17.1	22.7
(m2)		39				8		5	1
Radio de soportes		r1		r2		r3		r4	
		3.24	m	8.80	m	14.37	m	19.93	m
Cantidad de pontones		4		8		14		32	
Área de Sección		Sección 1		Sección 2		Sección 3		Sección 4	
		A1	114	A2	308	A3	502	A4	697
Carga muerta	0.993								
(Kpa)	9078		113		306		499		693
	6								
Carga Viva									
Lf2			2.2		2.2		2.2		2.2
(kN)									
Carga total sección			115		308		501		695
Carga de Cada soporte			29		39		36		22
Carga de Cada soporte			6480		8656		8052		4881
									lbs

Columna		PIPE4XS	
Diámetro Externo	O.D. =	4.5	in.
Diámetro interno	I.D. =	3.83	In.
Espesor	t =	0.337	In.
Peso lineal	Wt. /ft. =	15.00	plf.
Área	A =	4.41	in.^2
Momento de inercia	I =	9.61	in.^4
Módulo de Sección	S =	4.27	in.^3
Radio de Giro	r =	1.480	in.
Momento de inercia Polar	J =	19.20	in.^4

Relación de Esbeltez		167.588849	
Constante de columna	Cc	127.446259	
Esfuerzos Admisibles			
Si Relación de Esbeltez < Cc		2527.05737	lb/in2
Si Cc < Relación de Esbeltez < 200		5280.26122	lb/in2

Esfuerzo de trabajo  
Factor de seguridad

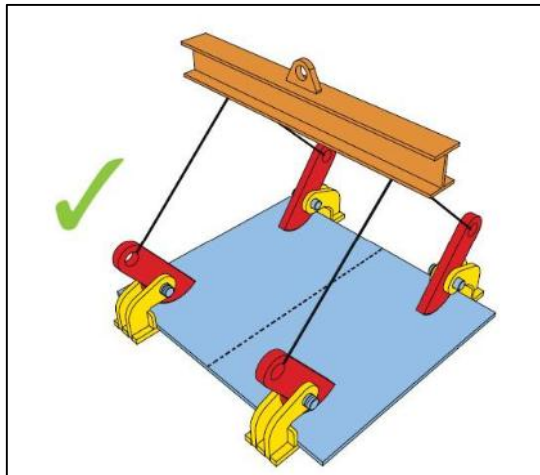
1962.85928 lb/in<sup>2</sup>  
2.69008649

### 3.2.13. PROCESO CONSTRUCTIVO

#### 3.2.13.1. MANIPULACIÓN DE PLANCHAS

Las planchas de fondo se encuentran apiladas una sobre otra, para cuando se manipulen se contará con mordazas de izaje diseñadas para maniobras horizontales.

Cuando se requiera instalar las mordazas en posición horizontal se utilizará un barrenado para palanquear un extremo de la plancha haciendo que esta se levante en no más de 1" lo suficiente para colocar la mordaza horizontal. Si se requiere centrar las mordazas se levantará un extremo de la plancha a una altura suficiente para colocar tacos de madera y poder colocar mordazas con seguridad, esta acción se puede repetir las veces que sea necesario.



### **3.2.13.2. MONTAJE DE ANILLO ANULAR**

En terreno, se realizará el trazo correspondiente y se distribuirá las planchas anulares sobre la obra civil mediante grúa siguiendo la secuencia del plano de montaje, se tomarán en cuenta los planos de montaje para evitar que las juntas verticales del cilindro coincidan con las juntas de la corona.

### **3.2.13.3. MONTAJE DEL FONDO DEL TANQUE**

Una vez terminado el montaje y soldeo de la corona, usando la grúa se procede al montaje de la primera fila de planchas de 8 mm correspondiente al fondo de acuerdo al plano de montaje ilustración 33.

Para el encuadre de las planchas durante el armado se usarán barretillas, barrenos y/o combas cuando se requiera levantar o mover considerando que son distancias mínimas (menores de 4”), cuando se requiera arrastrar las planchas se usará tecles o ratchet con capacidad mayor a 1.5 ton. Y todas las operaciones de manipuleo de planchas se deberán realizar con por lo menos tres personas y nunca se deberá poner por ningún motivo los dedos o manos debajo de las planchas.

La primera fila de planchas se irá montando de acuerdo a los planos de montaje hacia el centro del tanque. Se dejará la tira de planchas del centro para el final. Luego se montarán las planchas desde el otro extremo hacia el centro tal como se aprecia en la ilustración 33.

Finalmente se montarán las planchas del eje central.



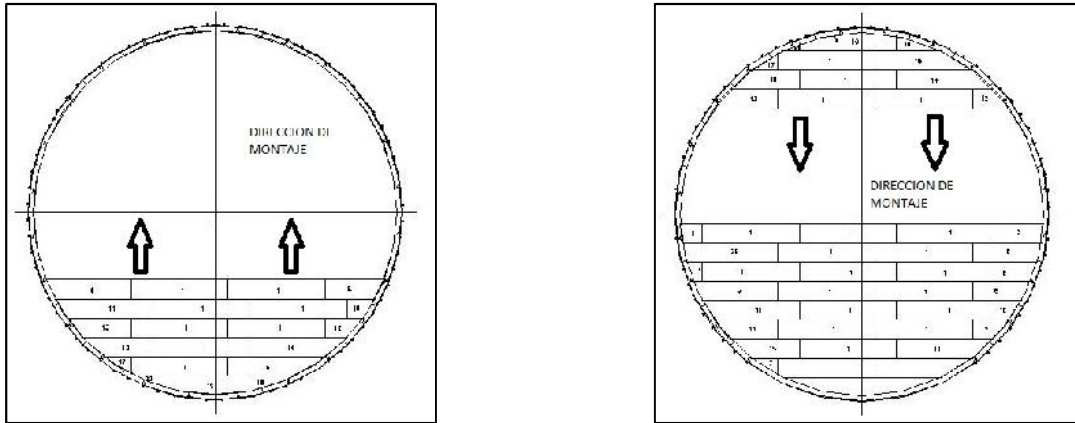


Ilustración 33 - Montaje de Fondo Central

Se tomará en cuenta para el montaje de las planchas de fondo que la unión soldada es a traslape. Las planchas se traslaparán 40 mm con las otras planchas según plano de montaje.

Puntear las planchas entre si no más de lo requerido para asegurarlas en su lugar.

#### 3.2.13.4. SOLDADURA DE PLANCHAS DE PISO DEL TANQUE

Se procede al soldeo con soldadura de alambre tubular (FCAW/SMAW) del fondo tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se procederá con la soldadura de las juntas de las planchas anular siguiendo los procedimientos de soldadura aprobado.
- La secuencia de soldeo de las planchas de fondo será del centro hacia afuera, soldando verticales y luego las horizontales, esto para evitar distorsiones en alineamiento y se mantenga la uniformidad en la pendiente de fondo. (Ilustración 34)

- Al final se soldarán las planchas de fondo en traslape con las del fondo anular.
- La soldadura se realizará de acuerdo al procedimiento del paso “Peregrino”

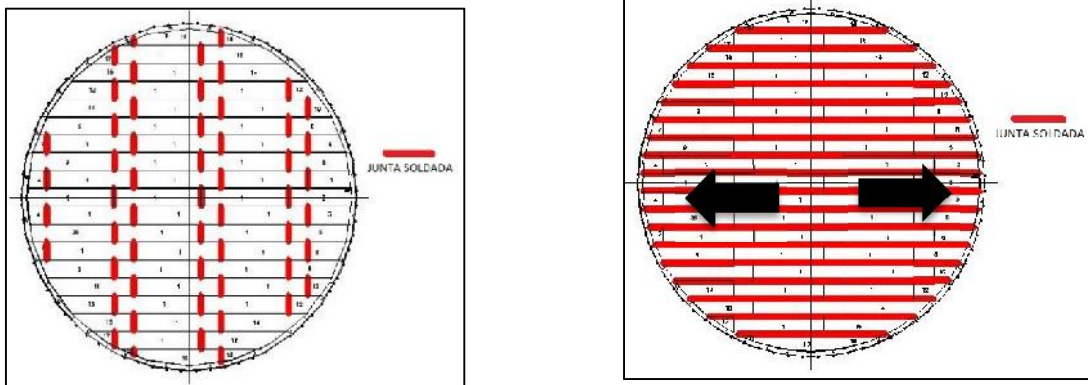


Ilustración 34 - Soldeo de Fondo Central

- Durante el desarrollo de los trabajos se dispondrá de supervisores QC encargados de llevar el control y coordinar la realización de las pruebas- ensayos NDT aplicables.

### 3.2.13.5. INSTALACIÓN DE EQUIPO DE IZAJE Y

#### ARRIOSTRAMIENTO

Previo a la erección del casco primero se debe instalar el equipo de izaje para el gateo y tecleo. El equipo de izaje cuenta con los siguientes elementos:

- Columnas
- Tubos de izamiento

- Planchas de izamiento
- Punzones
- Separadores
- Guías
- Gatas hidráulicas 20 ton.

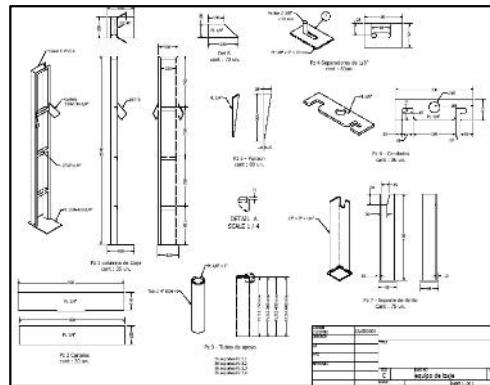


Ilustración 35 - Accesorios de Montaje

La pared externa de la columna de izamiento estará verticalmente orientada al perímetro interior del tanque, separadas cada 3 metros una de la otra, esta distancia puede variar en caso alguna de las columnas coincida con una unión vertical y dificulte la soldadura de la misma, las columnas se arriostraran hacia el piso del tanque convenientemente. (fig03)

Los elementos restantes se van utilizando durante el montaje e izamiento de cada uno de los anillos según sea conveniente.



Ilustración 36 - Instalación de columnas de gateo

### **Armado de Anillos**

Se armara sobre los soportes de anillo distanciados entre ellos 60 cm, en cuyo extremo hay una muesca de 4 cm de profundidad y un ancho variable según espesor del anillo que se va armar. Se colocan planchas mediante el camión grúa; y se va armando a medida que se retiran las gatas. Se emplean dos grupos de armado partiendo de la plancha adyacente a la plancha de cierre.

Se procederá al montaje de las planchas del primer anillo (contado desde el de arriba), el acercamiento de las planchas se efectuará con el apoyo de la grúa, se apoyarán sobre los soportes de anillo, luego se verificará que las planchas estén pegadas a las columnas de izamiento. (fig 04)



Ilustración 37 - Montaje de Primer Anillo

Se procederá armar las juntas verticales con ayuda de cartelas con el perfil del diámetro interior del tanque. Ajustar la luz entre bordes de la unión vertical primero y de la horizontal después. La luz y alineamiento de la junta horizontal se logra mediante el separador y los punzones.

Las cartelas tienen la ventaja de permitir terminar la soldadura de la costura y mantienen con mayor seguridad el control de deformaciones por contracción transversal de la soldadura, siempre y cuando tengan las dimensiones indicadas y el contorno según el radio interior del anillo para las juntas verticales. (fig. 05)

Terminado el montaje y soldado de la junta vertical del primer anillo se procede a montar, Armar y soldar el anillo de rigidez, los montantes, boquillas, las escaleras, barandas de acceso al techo y la estructura del techo.



Ilustración 38 - Colocación de Cartelas y aseguramiento de la luz en la junta vertical

### **3.2.13.6. SOLDEO DE LAS JUNTAS VERTICALES Y HORIZONTALES**

Soldar las juntas verticales de acuerdo con el procedimiento de soldadura aprobado. Cada junta deberá permanecer centrada. Las cartelas se colocarán por el lado interior por ser siempre el lado opuesto al primer lado soldado. Soldar completo el lado exterior de las juntas para que las cartelas puedan ser retiradas.

Si la curvatura deseada no se adquiere, cuando se ha terminado el soldeo, se deberá corregir la junta, pudiéndose aplicar 3 métodos.

- I. Corregir aplicando calor mediante el retiro de parte del cordón de soldadura y realizar nuevamente el proceso de soldado para que las contracciones por calor se uniformicen la plancha.



II. Mediante la aplicación de calor y el uso de arriostres o templadores que “fuerzan” la plancha, lo cual debe corregir la deformación.

III. En caso que las deformaciones sean localizadas, se puede utilizar el plantillado utilizando con comba de 4 lb á 10 lb y colocando un respaldo sobre el cordón de soldadura para evitar abolladuras.

Para el soldeo de las juntas por el lado interior del tanque, se armaran andamios en todo el perímetro y se utilizaran plataformas para el soldeo de los tramos pendientes.

Para el soldeo de las juntas de soldadura se utilizarán equipos semiautomáticos.



Ilustración 39 - Procesos de Soldeo

### **3.2.13.7. IZAJE DE TANQUE POR SISTEMA “GATEADO”**

Terminada la soldadura de la unión vertical el izaje se realiza con el siguiente procedimiento y secuencia:

- I. Se preparan los elementos de calzado y sujeción (barretillas, separadores, punzones)
- II. Se colocan las gatas en posición.
- III. Se colocan los candados con 2 puntos de soldadura. Sin socavar los biseles.
- IV. Se inicia el gateado, cuidando de que el izaje sea lo más uniforme posible en todas las columnas.
- V. Al levantar entre 40 y 45 cm que es la carrera del pistón de las gatas, se calza provisionalmente a un lado de la columna, mediante los soportes auxiliares y los suples cortos, para volver a colocar las gatas con el pistón retraído, cambiando o combinando las cápsulas de base con los suples y luego iniciar simultáneamente el siguiente gateado y así sucesivamente.
- VI. Al llegar a la máxima altura de gateado se procede a una nivelación general para alistar el armado del siguiente anillo.
- VII. Durante el montaje y soldado de cada anillo se proceden a instalar los montantes y las escaleras de acceso al techo.





Ilustración 40 - Izaje de Tanque

Este proceso se repite hasta gatear el antepenúltimo anillo, que se levanta a una altura máxima que es igual al ancho de las planchas, más la altura de los soportes “burritos”. En cambio cuando se levanta el penúltimo anillo, solo se izará a una altura igual al ancho de la plancha más una distancia entre 10 a 80 mm, para permitir las maniobras de colocación y ajuste de las planchas del último anillo.

### **Armado del último anillo**

Para ayudar al armado del último anillo se soldarán topes de 5 x 5 cm alrededor de la circunferencia interior del tanque. Una vez culminado el gateado del penúltimo anillo, se van retirando los soportes de anillo “burritos”. Las gatas se van retirando de las columnas a medida que se vayan armando las planchas.

### **Retiro de elementos y equipos de izaje**

Los elementos del equipo de izaje del estanque se van retirando según ya no se necesiten. Es así, el caso:

- I. Las cartelas de armado de juntas verticales y horizontales se retiran antes de iniciar la soldadura interior desbastando los puntos de soldadura con amoladora y realizando un efecto de bisagra con una palanca con muesca.
- II. Los Soportes de anillo se retiran antes de colocar el último anillo que va directamente al piso y esto es desbastando los puntos de soldadura con amoladora y golpeando para realizar un efecto de bisagra con una comba de 10 lb con mango de fibra.
- III. Las columnas de izaje y sus arriostres se retiran después de armar el último anillo que va directamente al piso y esto se logra desbastando los puntos de soldadura con amoladora, golpeando en forma lateral para romper los residuos del punto de soldadura o que realice un efecto de bisagra y con una comba de 10 lb con mango de fibra.

### **Controles durante la erección del tanque**

- Banding
- Peaking
- Redondez

- Perímetro
- Niveles
- Verticalidad general.

### 3.2.13.8. PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Para la soldadura del tanque se utilizara la siguiente WPS y PQR que se encuentran en el Anexo N° A y B.

N° WPS	PQR SOPORTE	PROCESO	TIPO	POSICIÓN	JUNTA
<b>CMI-WPS-C-001</b>	CMI-PQR-C-001	FCAW-G	MECANIZADO	3G	BUTT JOINT, DOUBLE V GROOVE
<b>CMI-WPS-C-002</b>	CMI-PQR-C-001	FCAW-G	SEMI AUTOMÁTICO	2G	BUTT JOINT, DOUBLE V, GROOVE
<b>CMI-WPS-C-003</b>	CMI-PQR-C-003	FCAW-G	MECANIZADO	3G	
<b>CMI-WPS-C-004</b>	CMI-PQR-C-004	FCAW-G	MECANIZADO	2G	BUTT JOINT., SINGLE BEVEL, GROOVE
<b>CMI-WPS-C-005</b>	CMI-PQR-C-002	FCAW-G	MECANIZADO	2G	DOUBLE BEVEL, GROOVE WELD
<b>CMI-WPS-C-006</b>	CMI-PQR-C-004	FCAW-G	SEMI AUTOMÁTICA	2G	BUTT JOINT, SINGLE, V GROOVE
<b>CMI-WPS-C-007</b>	CMI-PQR-C-002	FCAW-G	SEMI AUTOMÁTICA	2G	DOUBLE BEVEL, GROOVE, WELD
<b>CMI-WPS-C-</b>	CMI-PQR-C-002	FCAW-G	SEMI AUTOMÁTICA	3G	BUTT JOINT.

008			TICA		DOUBLE V, GROOVE
<b>CMI- WPS-C- 009</b>	CMI-PQR- C-002	FCAW-G	MECANIZ ADO	TODAS LAS POSICIO NES	DOUBLE BEVEL, GROOVE, WELD

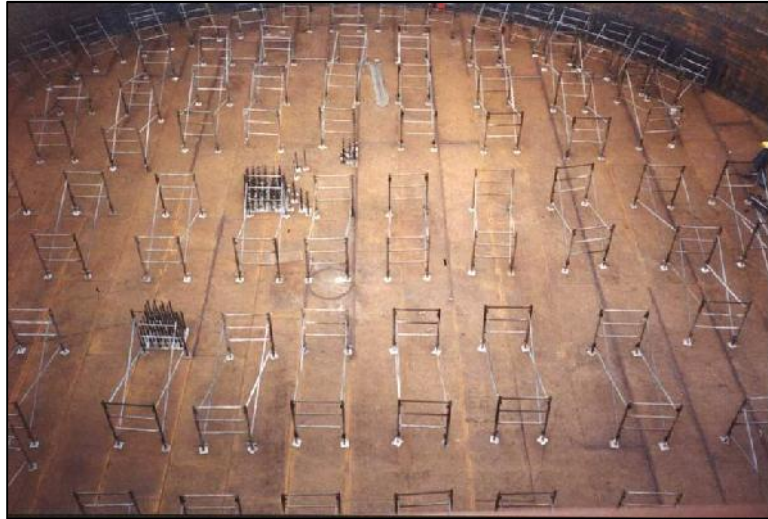
### 3.2.13.9. MONTAJE DE ACCESORIOS Y TECHO FLOTANTE

Las instalaciones de conexión (rebose, descarga y carga, etc.) se realizará cuando se tenga al menos un lado soldado de la junta cilindro-fondo.

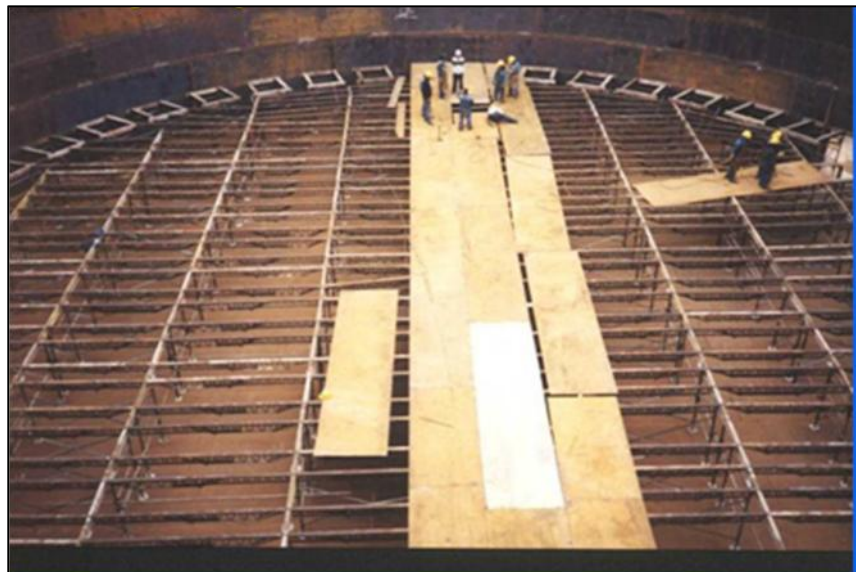
Después se procederá a realizar las diferentes pruebas y ensayos para cada tipo de conexión, según indica la Norma API 650 11va Edición (Prueba Neumática, etc.)

Se continuará con el armado del techo flotante en el interior del tanque; para esto se considera dejar libre en el primer anillo la plancha de cierre con la finalidad de tener acceso para el ingreso de planchas de techo y las estructuras.

- I. Se trazarán los centros de las tuberías de medición (temperatura y nivel).
- II. Se instalará soleras para soportar las planchas de techo flotante



III. Se armará y soldará la cobertura del techo inferior respetando las indicaciones del plano.



IV. Se continuará con el armado del estructurado y trasladará todos los puntos trazados inicialmente.

V. Se finalizará con el armado de la cubierta superior de techo flotante y en paralelo considerar el armado y soldeo de accesorios, soportes, tubos guías y de venteo.

VI. Finalmente se instalará la escalera pivotante, considerando las guías del techo y utilizando tecles de 3Ton para alinearlos con la plataforma del techo.



#### **Preparación de superficies afectadas durante el montaje y pintura**

#### **Reparación de cordones de soldadura y zonas dañadas**

Mediante herramientas manuales (cincel, picotas, etc.) y/o equipos de poder (amoladoras con discos de esmeril), se deberá eliminar toda imperfección en el acero (salpicadura de soldadura, rebabas, filos cortantes, restos de montaje, de laminación de acero, etc.)

#### **Rectificación cordones de soldadura y zonas dañadas**

Sobre la superficie limpia, debidamente preparada y si las condiciones ambientales son favorables, se procede a la aplicación de pintura.

Verificar que no existan zonas sin cubrir ni defectos de aplicación.

## **Reforzamiento en zonas críticas**

Una vez se haya culminado con la preparación de la superficie y pintado de la primera capa de pintura, se deberá reforzar los cordones de soldadura, bordes, pernos, tuercas y zonas de difícil acceso, con brocha, por ser estas zonas puntos críticos de fallas prematuras del sistema de pintura.

## **PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS**

Son utilizadas durante la fase de montaje en terreno y conforme a lo establecido en el plan de gestión de calidad.

Las pruebas a llevarse a cabo, para cada tanque son:

### **Cilindro, Techo:**

- Pruebas radiográficas de uniones de soldadura.
- Prueba de líquidos penetrantes.
- Prueba neumática a planchas de refuerzo

### **Tanque:**

- Prueba hidrostática
- Verticalidad
- Verificación topográfica de asentamiento

➤ Control dimensional.

### 3.2.14. CRONOGRAMA DE FABRICACION

En el cronograma se divide en las siguientes fases.

<b>PROYECTO DE FABRICACIÓN DE UN TANQUE DE 160 MB</b>	<b>88 días</b>	<b>lun 2/23/15</b>	<b>mié 6/24/15</b>
<b>SUMINISTRO DE MATERIALES</b>	8 días	mar 3/3/15	vie 3/13/15
<b>HABILITACIÓN</b>	34 días	lun 2/23/15	jue 4/9/15
CORTE Y ESMERILADO	22 días	mié 3/4/15	jue 4/2/15
BISELADO	15 días	mié 3/18/15	mar 4/7/15
ROLADO	22 días	mié 3/11/15	jue 4/9/15
REFRENTADO	3 días	vie 3/13/15	mar 3/17/15
PERFORADO	5 días	mié 3/11/15	mar 3/17/15
ARMADO	6 días	jue 3/12/15	jue 3/19/15
SOLDEO	7 días	lun 3/16/15	mar 3/24/15
<b>MONTAJE</b>	45 días	jue 3/19/15	mié 5/20/15
ARMADO	42 días	jue 3/19/15	vie 5/15/15
SOLDEO	43 días	lun 3/23/15	mié 5/20/15
<b>PRUEBA END</b>	42 días	mar 3/24/15	mié 5/20/15
<b>PINTURA</b>	20 días	vie 5/22/15	jue 6/18/15
<b>PRUEBA FINALES</b>	25 días	jue 5/21/15	mié 6/24/15

El detalle del cronograma de la fabricación y ejecución se muestra en el anexo D.



### 3.2.15. EVALUACIÓN DE COSTOS

COSTO DIRECTO DE INSTALACIÓN		PRESUPUESTO			
CÓDIGO	PARTIDA	UND	METRAD O	P. UNITARIO (US\$)	P. PARCIAL (US\$)
<b>1</b>	<b>TRABAJOS METALMECÁNICOS</b>				<b>1,259,196.47</b>
<b>1.01</b>	<b>FABRICACION Y MONTAJE DEL TANQUE T-68</b>				<b>735,418.46</b>
<b>01.01.02</b>	<b>FABRICACION Y MONTAJE PLANCHAS DE FONDO Y CILINDRO TANQUE T-68</b>				
01.01.02.01	INSTALACIÓN DE NUEVAS PLANCHAS DEL FONDO (CORTE, BISELADO, ALINEAMIENTO, INSTALACIÓN Y SOLDEO)	kg	113,040.00	0.59	66,693.60
01.01.02.02	INSTALACIÓN DE NUEVAS PLANCHAS DEL CILINDRO (CORTE, BISELADO, ALINEAMIENTO, ROLADO Y SOLDEO)	kg	390,666.24	1.18	460,986.16
<b>01.02.02</b>	<b>FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE TANQUE T-68 ( CILINDRO Y FONDO )</b>				

01.02.02.01	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE SUMIDERO DE FONDO (INCLUYE LÍNEAS DE TUBERÍAS DE DRENAJE DE 6")	u	1.00	1,332.42	1,332.42
01.02.02.02	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE ENTRADA DE LIMPIEZA 24" x 24" ( M2, M 4)	u	2.00	6,801.69	13,603.38
01.02.02.03	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE ENTRADA HOMBRE CILINDRO 36" ( M1/M3/M 5)	u	3.00	1,649.66	4,948.98
01.02.02.04	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE BOQUILLA BRIDADA 24" EN CILINDRO DE TANQUE (N1)	u	1.00	1,417.02	1,417.02
01.02.02.05	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE BOQUILLA BRIDADA 18" EN CILINDRO DE TANQUE (N2/N3)	u	2.00	1,258.40	2,516.80
01.02.02.06	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE BOQUILLA BRIDADA 6" EN CILINDRO DE TANQUE (N4)	u	1.00	207.27	207.27
01.02.02.07	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE BOQUILLA BRIDADA 1" EN CILINDRO DE TANQUE (N5)	u	1.00	88.83	88.83
01.02.02.08	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE BOQUILLA 3" PARA MEDICIÓN DE NIVEL EN CILINDRO DE TANQUE	u	3.00	131.13	393.39
01.02.02.09	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE ESCALERA HELICOIDAL, INCLUYE BARANDA DE ESCALERA, BARANDA PERIMÉTRICA Y PLATAFORMA DE ACCESO A TECHO	glb	1.00	20,049.75	20,049.75
<b>01.02.03</b>	<b>PREPARACIÓN DE SUPERFICIE Y PINTURA EN TANQUE T-68</b>				

01.02.03.01	PREPARACIÓN DE SUPERFICIE INTERIOR DE TANQUE (ARENADO AL METAL BLANCO)	m2	4,242.56	6.77	28,722.13
01.02.03.02	PREPARACIÓN DE SUPERFICIE EXTERIOR DE TANQUE (ARENADO AL METAL BLANCO)	m2	2,592.20	6.77	17,549.19
01.02.03.03	PREPARACIÓN DE SUPERFICIE ESTRUCTURAS METÁLICAS: ESCALERAS, BARANDAS Y PLATAFORMAS (ARENADO AL METAL BLANCO)	m2	252.68	7.30	1,844.56
01.02.03.04	PINTURA INTERIOR DE TANQUE	m2	4,242.56	16.71	70,893.18
01.02.03.05	PINTURA EXTERIOR DE TANQUE	m2	2,592.20	15.44	40,023.57
01.02.03.06	PINTURA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS (ESCALERA, BARANDAS Y PLATAFORMAS)	m2	252.68	13.32	3,365.70
01.02.03.07	PINTURA DE LEYENDAS DEL TANQUE, TAG Y LOGOS	glb	1.00	782.53	782.53
<b>1.02</b>	<b>INSTALACIÓN DE TECHO FLOTANTE INTERNO DE ACERO AL CARBONO ( DOBLE CUBIERTA) EN TANQUE T -68</b>				<b>478,468.71</b>
01.02.01	PREPARACIÓN Y SOLDEO DE PLANCHAS DE CUBIERTA INFERIOR ( CORTE, BISELADO, ARMADO Y SOLDEO )	kg	57,256.70	0.59	33,781.45
01.02.02	PREPARACIÓN Y SOLDEO DE ESTRUCTURAS INTERNAS (TABIQUES Y PERFILES)	kg	65,204.48	1.69	110,195.57

01.02.03	PREPARACIÓN Y SOLDEO DE MAMPARO EXTERNO	kg	29,673.00	0.68	20,177.64
01.02.04	PREPARACIÓN Y SOLDEO DE PLANCHAS DE CUBIERTA SUPERIOR ( CORTE, BISELADO, ARMADO Y SOLDEO )	kg	57,226.50	0.68	38,914.02
01.02.05	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE ESCOTILLA DE INSPECCIÓN PARA TECHO FLOTANTE	u	58.00	285.52	16,560.16
01.02.06	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE PATAS GUÍAS PARA SOPORTES DE TECHO FLOTANTE	u	58.00	380.69	22,080.02
01.02.07	OBRA FALSA DE SOPORTE PROVISIONAL DE TECHO FLOTANTE	glb	1.00	28,382.67	28,382.67
01.02.08	INSTALACIÓN DEL SELLO DEL TANQUE	glb	1.00	5,356.12	5,356.12
01.02.09	INSTALACIÓN DE RIM VENT 4" EN TECHO FLOTANTE	u	4.00	102.11	408.44
<b>01.02.10</b>	<b>FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DEL TECHO FLOTANTE</b>				
01.02.10.01	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE DISPOSITIVO DE RESPIRACIÓN DE LA CUBIERTA	u	4.00	101.52	406.08
01.02.10.02	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE ESCALERA PIVOTANTE EN TECHO FLOTANTE	glb	1.00	3,024.38	3,024.38

01.02.10.03	PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE BARRERA DE ESPUMA SOBRE EL TECHO FLOTANTE	kg	2,600.00	2.54	6,604.00
<b>01.02.11</b>	<b>PREPARACIÓN DE SUPERFICIE Y PINTURA DEL TECHO FLOTANTE Y ESTRUCTURAS</b>				
01.02.11.01	PREPARACIÓN DE SUPERFICIE INTERIOR DE TECHO FLOTANTE ( ARENADO AL METAL BLANCO )	m2	4,368.94	6.77	29,577.72
01.02.11.02	PREPARACIÓN DE SUPERFICIE EXTERIOR DE TECHO FLOTANTE ( ARENADO AL METAL BLANCO )	m2	3,340.18	6.77	22,613.02
01.02.11.03	PREPARACIÓN DE SUPERFICIE ESTRUCTURAS INTERNAS, SOPORTES Y ACCESORIOS DEL TECHO FLOTANTE (ARENADO AL METAL BLANCO)	m2	481.80	7.30	3,517.14
01.02.11.04	PINTURA INTERIOR DE TECHO FLOTANTE	m2	4,368.94	16.71	73,004.99
01.02.11.05	PINTURA EXTERIOR DE TECHO FLOTANTE	m2	3,340.18	16.71	55,814.41
01.02.11.06	PINTURA DE ESTRUCTURAS INTERNAS, SOPORTES Y ACCESORIOS DEL TECHO FLOTANTE (ARENADO AL METAL BLANCO)	m2	481.80	16.71	8,050.88
<b>1.03</b>	<b>PRUEBA DE TANQUE T-68</b>				<b>45,309.30</b>
01.03.01	PRUEBA DE VACÍO EN FONDO DE TANQUES	m	1,120.00	1.96	2,195.20

01.03.02	PRUEBA DE DIESEL CALIENTE EN CORDÓN DE SOLDADURA ENTRE FONDO Y CILINDRO	m	144.01	2.54	365.79
01.03.03	PRUEBA RADIOGRÁFICAS (PLACAS DE 0,30 m)	u	504.00	24.96	12,579.84
01.03.04	PRUEBAS DE LÍQUIDO PENETRANTE EN CORDONES DE SOLDADURA DE TANQUE (CILINDRO Y FONDO)	m	2,850.00	4.76	13,566.00
01.03.05	PRUEBA NEUMÁTICA SOBRE PLANCHAS DE REFUERZO DE MANHOLE Y ACCESORIOS	u	28.00	26.44	740.32
01.03.06	PRUEBA HIDROSTÁTICA DEL TANQUE	glb	1.00	2,834.04	2,834.04
01.03.07	CUBICACIÓN DE TANQUE (VERTICALIDAD Y REDONDEZ) DE ACUERDO API MPMS	glb	1.00	7,190.84	7,190.84
01.03.09	PRUEBA DE TECHO FLOTANTE T-68	glb	1.00	4,504.85	4,504.85
<b>TOTAL DE COSTO DIRECTO DE INSTALACIÓN</b>				<b>US\$</b>	<b>1,257,864.05</b>
<b>GASTOS GENERALES DE COSTO DE INSTALACIÓN</b>			15.00%	<b>US\$</b>	<b>188,679.61</b>
<b>UTILIDAD DE COSTO DE INSTALACIÓN</b>			10.00%	<b>US\$</b>	<b>125,786.41</b>

<b>SUB TOTAL</b>		<b>US\$</b>	<b>1,572,330.07</b>
<b>IGV</b>	18.00%	<b>US\$</b>	<b>283,019.41</b>
<b>TOTAL DE COSTO</b>		<b>US\$</b>	<b>1,855,349.48</b>

### 3.2.16. MANTENIMIENTO

Para los trabajos de mantenimiento se considera que se realizara el procedimiento de pintado para el exterior en una frecuencia de 5 años con el procedimiento de pintado exterior de nuestro proveedor Qroma.

### 3.3. REVISIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS

Se concluye que el tanque tiene las siguientes características mecánicas:

<b>Características Funcionales</b>		
Diámetro del tanque	45,84	M
Altura del tanque	19,2	M
Producto almacenado	Crudo	---
Gravedad Especifica	0,908	
Volumen operativo	160	MB
Volumen geométrico	199	MB

<b>Plancha de Tanque</b>		
Plancha 8x2400x6000mm	24	u
Plancha 9x2400x6000mm	24	u
Plancha 12x2400x6000mm	24	u
Plancha 16x3000x6000mm	24	u
Plancha 19x3000x6000mm	24	u
Plancha 25x3000x6000mm	24	u



Plancha 32x3000x6000mm	24	u
------------------------	----	---

<b>Fondo del tanque</b>		
Plancha de fondo central	8	mm
Plancha de fondo anular	9	mm

<b>Accesorios Seleccionados</b>		
Boquilla de recepción	24	In
Boquilla de despacho	18	In
Sumidero	6	In
Manhole	36	In
Entrada de limpieza	36x48	In x in
Anillo de rigidez	4"x4"x3/8"	In x in x in
Cantidad de pernos de anclaje	72	U
Diámetro de perno de anclaje	1 ½	in

## CONCLUSIONES

- Se identificó los criterios de diseño aplicables para el diseño y la construcción de un tanque de 160 MB (mil barriles) con techo flotante de doble cubierta
- Se realizó los cálculos de los espesores del fondo central, fondo anular y cilindro de acuerdo a la norma API 650.
- Se seleccionó los accesorios del tanque como son el sumidero, manhole, entrada de limpieza, boquillas de recepción y despacho de acuerdo a la norma API 650 y las medidas estandarizadas.
- Se verifico la estabilidad del techo flotante de doble cubierta diseñado.
- Se realizó un cronograma de fabricación de los trabajos metalmecánicos de acuerdo al proceso constructivo de este tipo de proyectos.
- Se elaboró un presupuesto de los trabajos de fabricación, montaje y mantenimiento

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un seguimiento y control durante la ejecución para poder cumplir con éxito el proyecto.
- Se recomienda que los costos de instalación del proyecto se deben de actualizar para el momento de la ejecución.
- Se recomienda que los cálculos realizados se simulen el software de diseño.
- Se recomienda realizar el diseño integral con las demás disciplinas de ingeniería (Civil, Eléctrica e Instrumentación).
- Se recomienda validar los datos de entrada como son las condiciones de sismo, ambientales y del sistema con los especialistas.
- Se recomienda implementar cursos de aplicación de las normas y estándares de diseño en la carrera de ingeniería mecánica eléctrica debido a que nos ayuda a destacarnos profesionalmente frente a la competencia en el mercado laboral.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ortegui. José L. *Cañerías y recipientes a presión*. Argentina, Universidad Nacional de Mar de Plata. (2008).
- [2] Eugene A. Manual del ingeniero mecánico. Novena edición. (2009).
- [3] Larry Jefus, “Soldadura Principios y aplicaciones” 5ª edición (2005)
- [4] Ferdinand P. Beer “Mecánica de materiales” 5ª edición (2010)
- [5] Germán Hernandez Riesco “Manual del Soldador” 23ª edición (2012)
- [6] Miller E.Philip “Aboveground Storage Tanks”. United States of America, McGraw-Hill. (1997).
- [7] API Standard 650, welded Tanks for oil Storage, 12th Edition.
- [8] DS-052-93 Reglamento de Seguridad para almacenamiento de hidrocarburos.
- [9] Sien Yeng Kuan, “Design, construction and Operation of the floating roof tank (2009)
- [10] Salomé Ordoñez E. “Análisis de la capacidad de almacenamiento de hidrocarburos Líquidos en refinería Conchán” Universidad Nacionalidad de Ingeniería (2008).
- [11] Jiménez Antonio C. “Diseño de un tanque de almacenamiento atmosférico de 20 000 Bls de capacidad” (2012).
- [12] Bob Long “Guide to storage tanks and equipment” UK, Edit Jhon Willey and sons (2004).
- [13] Mott, Robert H. (2006) *Mecánica de fluidos*, edit Pearson educación, México.
- [14] Groover P. Mikell (1997) “*Fundamentos de Manufactura Moderna*” Edit Pearson Educación México.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- I. *PETROPERU. (2011). Ubicación de refinería . 20/11/2016, de Refinería Conchan Sitio web:*  
<https://www.google.com.pe/maps/place/Refiner%C3%ADa+Conchan/@-12.2522535,-76.9302006,1553m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x9105bb8664282823:0xb31c8af926cf0853!8m2!3d-12.250256!4d-76.9224933>
- II. WIKIPEDIA. ((s.f.)). Ensayo no Destructivo. (s.f.), de WIKIPEDIA  
Sitio web: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ensayo\\_no\\_destructivo](https://es.wikipedia.org/wiki/Ensayo_no_destructivo)

## ANEXOS

**Anexo A** – Procedimiento de pintura

**Anexo B** - Especificaciones de procedimiento de soldadura (WPS)

**Anexo C** - Registro de calificación de procedimiento de soldadura (PQR)

**Anexo D** - Cronograma de Proyecto

## PLANOS

<b>Plano TEC6-PR-130-200-001</b>	Plano general del tanque N° 68
<b>Plano TEC6-PR-130-200-002</b>	Distribución de planchas de fondo Tanque N° 68
<b>Plano TEC6-PR-130-200-003</b>	Plano de accesorios del tanque N° 68 Lamina 1/2
<b>Plano TEC6-PR-130-200-003</b>	Plano de accesorios del tanque N° 68 Lamina 2/2
<b>Plano TEC6-PR-130-200-004</b>	Plano de distribución de planchas del cilindro Tanque N° 68
<b>Plano TEC6-PR-130-200-005</b>	Plano de escalera de acceso al tanque, barandas y plataformas del Tanque N° 68
<b>Plano TEC6-PR-130-200-006</b>	Plano de detalle de instalación de plataforma perimétrica en el tanque N° 68
<b>Plano TEC6-PR-130-200-007</b>	Plano de distribución de accesorios de techo flotante (planta y elevación)



**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**  
**Welding Procedure Specification (WPS)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

Emisión: 2015  
 Pagina: 01 de 02  
 CMI-WPS-C-001

Company Name   Conorcio MASA - IMESUR    
 Welding Procedure Specification No.   CMI-WPS-C-001    
 Supporting PQR No.(s)   CMI-PQR-C-001    
 Welding Process(es)   FCAW-G  

Date:   18-ago-15    
 Revision No.   002    
 Type:   Machine  

**JOINTS (QW-402)**

Joint Design:   Butt Joint - Double V groove  

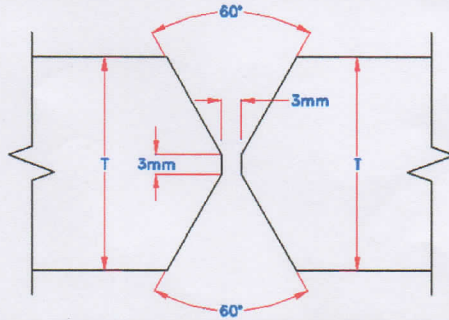
Backing: Yes  No

Backing Material:   Welded on both sides  

Metal  Nonfusing Metal  
 Nonmetallic  Other

Groove Angle:

Single:    Double:   60°, +10°, -0°  



**BASE METALS (QW-403)**

P-N°   1   to P-N°   1  

Grupo N°   1   to Grupo N°   1  

Specification type and grade:   ASTM A-36  

to Specification type and grade:   

Thickness Range

Base Metal: Groove   to 50mm   Fillet   

Pipe Diameter Range Groove    Fillet   

Other:   

**FILLER METALS (QW-404)**

Spec. No. (SFA):   SFA A5.20  

AWS No. Class   E71T-1M  

F-No.:   6  

A-No.:   1  

Size of Filler Metal(s):   1.6 mm  

Weld Metal

Thickness Range

Groove:   To 50mm  

Fillet:   All thickness  

Filler Metal Product Form:   Flux cored wire  

Pass Thickness per layer   < 13mm  

Electrode-Flux (Class):   

Consumable Insert:   

Other:   

Date and Place  
  Lima August 18, 2015  

Approved By:  
 Sign:   













**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**  
**Welding Procedure Specification (WPS)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

**Emisión: 2015**  
**Pagina: 02 de 02**  
**CMI-WPS-C-002**

POSITIONS (QW-405)  
 Position of Groove: \_\_\_\_\_  
 Welding Progression: Up  Down   
 Position of Fillet: \_\_\_\_\_ All Positions

POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407) N/A  
 Temperature Range \_\_\_\_\_ N/A  
 Time Range \_\_\_\_\_ N/A

PREHEAT (QW-406)  
 Preheat Temp., Min. 20°C  
 Interpass Temp., Min. 20°C Max: 250°C  
 Preheat Maintenance \_\_\_\_\_

GAS (QW-408)

	Percent Composition		
	Gas	Mixture	Flow Rate
Shielding	Ar - CO2	80 - 20%	20 - 30 lt/min
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)  
 Current AC or DC DC Polarity EP  
 Amps (Range) See chart Volts (Range) See chart  
 Tungsten Electrode Size and Type N/A  
 Mode of Metal Transfer for FCAW Spray  
 Electrode Wire feed speed range N/A

TECHNIQUE (QW-410)  
 Stringer or Weave Bead: Stringer  
 Orifice or Gas Cup Size: 19mm  
 Initial and Interpass Cleaning (Brushing, Grinding, etc.) Brush and/or Grind  
 Method of Back Gouging Grind  
 Oscillation N.A.  
 Contact Tube to work Distance 12 - 14 mm  
 Multi-pass or Single Pass (per side) Multi-pass  
 Multiple or single Electrodes Single  
 Travel speed (Range) See chart  
 Peening N.A.  
 Other \_\_\_\_\_

**WELDING PROCEDURE**

Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Other (e.g., Remarks, Comments, Hot Wire Addition, Technique, Torch Angle, Etc.)
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps			
1 - n	FCAW-G	E71T-1M	1.2mm	DC EP	170-230	23-24	8-11	

Date and Place  
 Lima August 18, 2015

Approved By:  
 Sign:   
 Alan Miguel Chumpitaz Cayetano  
 CWI 12051101  
 QC1 EXP. 5/1/2018





**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**  
**Welding Procedure Specification (WPS)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

Emisión: 2015  
 Pagina: 01 de 02  
 CMI-WPS-C-003

Company Name Consortio MASA - IMESUR  
 Welding Procedure Specification No. CMI-WPS-C-003 Date: 18-ago-15  
 Supporting PQR No.(s) CMI-PQR-C-003 Revision No. 002  
 Welding Process(es) FCAW-G Type: Machine

**JOINTS (QW-402)**

Joint Design: Butt Joint - Single V groove

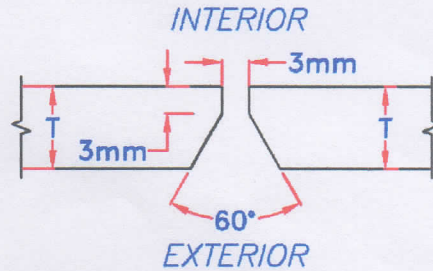
Backing: Yes  No

Backing Material: Weld from both sides

Metal  Nonfusing Metal  
 Nonmetallic  Other

Groove Angle:

Single: \_\_\_\_\_ Double: 60°;+ 5°;-0°



**BASE METALS (QW-403)**

P-N° 1 to P-N° 1

Grupo N° 1 to Grupo N° 1

Specification type and grade: ASTM A-36

to Specification type and grade: \_\_\_\_\_

Thickness Range

Base Metal: Groove 3 - 19 mm Fillet \_\_\_\_\_

Pipe Diameter Range Groove \_\_\_\_\_ Fillet \_\_\_\_\_

Other: \_\_\_\_\_

**FILLER METALS (QW-404)**

Spec. No. (SFA): SFA A5.20

AWS No. Class E71T-1M

F-No.: 6

A-No.: 1

Size of Filler Metal(s): 1.2 mm

Weld Metal

Thickness Range

Groove: To 19mm

Fillet: All thickness

Filler Metal Product Form: Flux cored wire

Pass Thickness per layer < 13mm

Flux Trade Name: \_\_\_\_\_

Consumable Insert: \_\_\_\_\_

Other: \_\_\_\_\_

Date and Place  
Lima August 18, 2015

Approved By:  
 Sign: \_\_\_\_\_



Alan Miguel Chumpitaz Cayetano  
 CWI 12051101  
 QC1 EXP. 5/1/2018





**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**  
**Welding Procedure Specification (WPS)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

Emisión: 2015  
 Pagina: 02 de 02  
 CMI-WPS-C-003

**POSITIONS (QW-405)**

Position of Groove: 3G  
 Welding Progression: Up  Down   
 Position of Fillet: \_\_\_\_\_

**POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)**

Temperature Range \_\_\_\_\_  
 Time Range \_\_\_\_\_

N/A

**PREHEAT (QW-406)**

Preheat Temp., Min. 20°C  
 Interpass Temp., Min. 20°C Max: 250°C  
 Preheat Maintenance \_\_\_\_\_

**GAS (QW-408)**

	Percent Composition		
	Gas	Mixture	Flow Rate
Shielding	<u>Ar - CO2</u>	<u>80 - 20%</u>	<u>20 - 30 lt/min</u>
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Current AC or DC DC Polarity EP  
 Amps (Range) See chart Volts (Range) See chart  
 Tungsten Electrode Size and Type N/A  
 Mode of Metal Transfer for FCAW Spray  
 Electrode Wire feed speed range N/A

**TECHNIQUE (QW-410)**

Stringer or Weave Bead: Oscillate  
 Orifice or Gas Cup Size: 19mm  
 Initial and Interpass Cleaning (Brushing, Grinding, etc.) Brush and/or Grind  
 Method of Back Gouging Grind  
 Oscillation As required  
 Contact Tube to work Distance 12 - 14 mm  
 Multi-pass or Single Pass (per side) Multi-pass  
 Multiple or single Electrodes Single  
 Travel speed (Range) See chart  
 Peening N.A.  
 Other \_\_\_\_\_

**WELDING PROCEDURE**

Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Other (e.g., Remarks, Comments, Hot Wire Addition, Technique, Torch Angle, Etc.)
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps			
1	FCAW-G	E71T-1M	1.2mm	DC EP	210-220	19 - 20	8 - 11	
2 - n	FCAW-G	E71T-1M	1.2mm	DC EP	220-280	22 - 23	8 - 11	

Date and Place  
 Lima August 18, 2015

Approved By:  
 Sign: \_\_\_\_\_

 Alan Miguel Chumillas Cavetano  
 CWI 12051401  
 QC1 EXP. 5/1/2018









**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**  
**Welding Procedure Specification (WPS)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

**Emisión: 2015**  
**Pagina: 02 de 02**  
**CMI-WPS-C-004**

**POSITIONS (QW-405)**

Position of Groove: 2G  
 Welding Progression: Up  Down   
 Position of Fillet: \_\_\_\_\_

**POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407) N/A**

Temperature Range N/A  
 Time Range N/A

**PREHEAT (QW-406)**

Preheat Temp., Min. 20°C  
 Interpass Temp., Min. 20°C Max: 250°C  
 Preheat Maintenance \_\_\_\_\_

**GAS (QW-408)**

	Percent Composition		
	Gas	Mixture	Flow Rate
Shielding	<u>CO2</u>	<u>100%</u>	<u>20 - 30 lt/min</u>
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Current AC or DC DC Polarity EP  
 Amps (Range) See chart Volts (Range) See chart  
 Tungsten Electrode Size and Type N/A  
 Mode of Metal Transfer for FCAW Globular  
 Electrode Wire feed speed range N/A

**TECHNIQUE (QW-410)**

Stringer or Weave Bead: Oscillate  
 Orifice or Gas Cup Size: 19mm  
 Initial and Interpass Cleaning (Brushing, Grinding, etc.) Brush and/or Grind  
 Method of Back Gouging Grind  
 Oscillation N.A.  
 Contact Tube to work Distance 12 - 14 mm  
 Multi-pass or Single Pass (per side) Multi-pass  
 Multiple or single Electrodes Single  
 Travel speed (Range) See chart  
 Peening N.A.  
 Other \_\_\_\_\_

**WELDING PROCEDURE**

Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Other (e.g., Remarks, Comments, Hot Wire Addition, Technique, Torch Angle, Etc.)
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps			
1	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	189-237	19 - 20	8 - 11	
2 - n	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	210-270	21 - 24	8 - 11	

Date and Place  
 Lima August 18, 2015

Approved By:  
 Sign:



Alan Miguel Chamblaz Cayetano  
 CWI 12054101  
 QC1 EXP. 5/1/2018





**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**  
**Welding Procedure Specification (WPS)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

Emisión: 2015  
 Pagina: 01 de 02  
 CMI-WPS-C-005

Company Name Consorcio MASA - IMESUR  
 Welding Procedure Specification No. CMI-WPS-C-005  
 Supporting PQR No.(s) CMI-PQR-C-002  
 Welding Process(es) FCAW-G

Date: 18-ago-15  
 Revision No. 001  
 Type: Machine

**JOINTS (QW-402)**

Joint Design: Double Bevel - Groove Weld

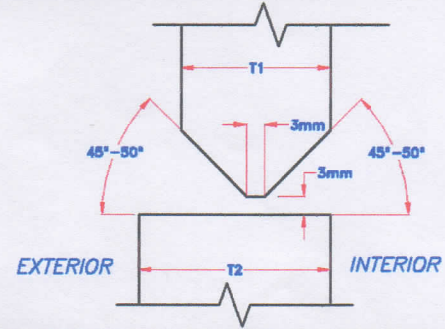
Backing: Yes  No

Backing Material: Welded on both sides

Metal  Nonfusing Metal  
 Nonmetallic  Other

Groove Angle:

Single: \_\_\_\_\_ Double: 45°, +5°, -0°



**BASE METALS (QW-403)**

P-N° 1 to P-N° 1

Grupo N° 1 to Grupo N° 1

Specification type and grade: ASTM A-36

to Specification type and grade: \_\_\_\_\_

Thickness Range

Base Metal: Groove to 50mm Fillet All Thickness

Pipe Diameter Range Groove \_\_\_\_\_ Fillet \_\_\_\_\_

Other: \_\_\_\_\_

**FILLER METALS (QW-404)**

Spec. No. (SFA): SFA A5.20

AWS No. Class E71T-1C

F-No.: 6

A-No.: 1

Size of Filler Metal(s): 1.2 mm

Weld Metal

Thickness Range

Groove: To 50mm

Fillet: All thickness

Filler Metal Product Form: Flux cored wire

Pass Thickness per layer < 13mm

Electrode-Flux (Class): \_\_\_\_\_

Consumable Insert: \_\_\_\_\_

Other: \_\_\_\_\_

Date and Place  
Lima August 18, 2015

Approved By:  
 Sign: \_\_\_\_\_



*Alan Miguel Chumpitaz Cayetano*  
 CWI 12061101  
 QC1 EXP. 5/1/2018





**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**  
**Welding Procedure Specification (WPS)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code**

Emisión: 2015  
 Pagina: 02 de 02  
 CMI-WPS-C-005

**POSITIONS (QW-405)**

Position of Groove: 2G  
 Welding Progression: Up  Down   
 Position of Fillet: All Positions

**POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407) N/A**

Temperature Range N/A  
 Time Range N/A

**PREHEAT (QW-406)**

Preheat Temp., Min. 20°C  
 Interpass Temp., Min. 20°C Max: 250°C  
 Preheat Maintenance \_\_\_\_\_

**GAS (QW-408)**

	Percent Composition		
	Gas	Mixture	Flow Rate
Shielding	<u>CO2</u>	<u>100%</u>	<u>20 - 30 lt/min</u>
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Current AC or DC DC Polarity EP  
 Amps (Range) See chart Volts (Range) See chart  
 Tungsten Electrode Size and Type N/A  
 Mode of Metal Transfer for FCAW Globular  
 Electrode Wire feed speed range N/A

**TECHNIQUE (QW-410)**

Stringer or Weave Bead: Oscillate  
 Orifice or Gas Cup Size: 16mm  
 Initial and Interpass Cleaning (Brushing, Grinding, etc.) Brush and/or Grind  
 Method of Back Gouging Grind  
 Oscillation As required  
 Contact Tube to work Distance 12 - 14 mm  
 Multi-pass or Single Pass (per side) Multi-pass  
 Multiple or single Electrodes Single  
 Travel speed (Range) See chart  
 Peening N.A.  
 Other \_\_\_\_\_

**WELDING PROCEDURE**

Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Other (e.g., Remarks, Comments, Hot Wire Addition, Technique, Torch Angle, Etc.)
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps			
1	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	189-237	19 - 20	8 - 11	
2 - n	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	210-270	22 - 24	8 - 11	

Date and Place  
 Lima August 18, 2015

Approved By:  
 Sign:



*Alan Miguel Chumpitaz Cayetano*  
 CWI 12051101  
 QC1 EXP. 5/1/2018





**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**  
**Welding Procedure Specification (WPS)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

Emisión: 2015  
 Pagina: 01 de 02  
 CMI-WPS-C-006

Company Name Consortio MASA - IMESUR  
 Welding Procedure Specification No. CMI-WPS-C-006  
 Supporting PQR No.(s) CMI-PQR-C-004  
 Welding Process(es) FCAW-G

Date: 18-ago-15  
 Revision No. 001  
 Type: Semi Automatic

**JOINTS (QW-402)**

Joint Design: Butt Joint - Single V groove

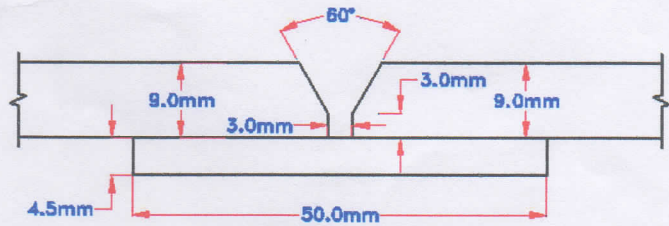
Backing: Yes  No

Backing Material:

Metal  Nonfusing Metal  
 Nonmetallic  Other

Groove Angle:

Single: 60°;+ 5°;-0° Double: \_\_\_\_\_



**BASE METALS (QW-403)**

P-N° 1 to P-N° 1

Grupo N° 1 to Grupo N° 1

Specification type and grade: ASTM A-36

to Specification type and grade: \_\_\_\_\_

Thickness Range

Base Metal: Groove 3 - 19 mm Fillet \_\_\_\_\_

Pipe Diameter Range Groove \_\_\_\_\_ Fillet \_\_\_\_\_

Other: \_\_\_\_\_

**FILLER METALS (QW-404)**

Spec. No. (SFA): SFA A5.20

AWS No. Class E71T-1C

F-No.: 6

A-No.: 1

Size of Filler Metal(s): 1.2 mm

Weld Metal

Thickness Range

Groove: To 19mm

Fillet: All thickness

Filler Metal Product Form: Flux cored wire

Pass Thickness per layer < 13mm

Consumable Insert: \_\_\_\_\_

Other: \_\_\_\_\_

Date and Place

Lima August 18, 2015

Approved By:

Sign:



*Alan Miguel Chumpey Cayetano*  
 CWI 12051101  
 QC1 EXP. 5/1/2018





**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**  
**Welding Procedure Specification (WPS)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

Emisión: 2015  
 Pagina: 02 de 02  
 CMI-WPS-C-006

POSITIONS (QW-405)  
 Position of Groove: 2G  
 Welding Progression: Up  Down   
 Position of Fillet: \_\_\_\_\_

POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407) N/A  
 Temperature Range \_\_\_\_\_  
 Time Range \_\_\_\_\_

PREHEAT (QW-406)  
 Preheat Temp., Min. 20°C  
 Interpass Temp., Min. 20°C Max: 250°C  
 Preheat Maintenance \_\_\_\_\_

GAS (QW-408)

	Percent Composition		
	Gas	Mixture	Flow Rate
Shielding	<u>CO2</u>	<u>100%</u>	<u>20 - 30 lt/min</u>
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)

Current AC or DC	<u>DC</u>	Polarity	<u>EP</u>
Amps (Range)	<u>See chart</u>	Volts (Range)	<u>See chart</u>
Tungsten Electrode Size and Type	<u>N/A</u>		
Mode of Metal Transfer for FCAW	<u>Spray</u>		
Electrode Wire feed speed range	<u>N/A</u>		

TECHNIQUE (QW-410)

Stringer or Weave Bead: Oscillate

Orifice or Gas Cup Size: 19mm

Initial and Interpass Cleaning (Brushing, Grinding, etc.) Brush and/or Grind

Method of Back Gouging Grind

Oscillation As required

Contact Tube to work Distance 12 - 14 mm

Multi-pass or Single Pass (per side) Multi-pass

Multiple or single Electrodes Single

Travel speed (Range) See chart

Peening N.A.

Other \_\_\_\_\_

**WELDING PROCEDURE**

Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Other (e.g., Remarks, Comments, Hot Wire Addition, Technique, Torch Angle, Etc.)
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps			
1	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	189-237	19 - 20	8 - 11	
2 - n	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	210-270	21 - 24	8 - 11	

Date and Place <u>Lima August 18, 2015</u>	Approved By: Sign: _____
---	-----------------------------


 Alan Miguel Champitaz Cayetano  
 CWI 12051101  
 QC1 EXP. 5/1/2018





**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**  
**Welding Procedure Specification (WPS)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

**Emisión: 2015**  
**Página: 01 de 02**  
**CMI-WPS-C-007**

Company Name Consortio MASA - IMESUR  
 Welding Procedure Specification No. CMI-WPS-C-007 Date: 28-ago-15  
 Supporting PQR No.(s) CMI-PQR-C-002 Revision No. 001  
 Welding Process(es) FCAW-G Type: Semi Automatic

**JOINTS (QW-402)**

Joint Design: Double Bevel - Groove Weld

Backing: Yes  No

Backing Material: Welded on both sides

Metal  Nonfusing Metal

Nonmetallic  Other

ESQUEMA

EN PLANOS DE FABRICACIÓN

Groove Angle:

Single: \_\_\_\_\_ Double: \_\_\_\_\_

**BASE METALS (QW-403)**

P-Nº 1 to P-Nº 1

Grupo Nº 1 to Grupo Nº 1

Specification type and grade: ASTM A-36

to Specification type and grade: \_\_\_\_\_

Thickness Range

Base Metal: Groove 6 - 38mm Fillet All Thickness

Pipe Diameter Range Groove \_\_\_\_\_ Fillet \_\_\_\_\_

Other: \_\_\_\_\_

**FILLER METALS (QW-404)**

Spec. No. (SFA): SFA A5.20

AWS No. Class E71T-1C

F-No.: 6

A-No.: 1

Size of Filler Metal(s): 1.2 mm

Weld Metal

Thickness Range

Groove: To 38mm

Fillet: All thickness

Filler Metal Product Form: Flux cored wire

Pass Thickness per layer < 13mm

Electrode-Flux (Class): \_\_\_\_\_

Consumable Insert: \_\_\_\_\_

Other: \_\_\_\_\_

Date and Place

Lima August 28, 2015

Approved By:

Sign:



Luis Angel Ramirez Comejo  
 CWI 11071601  
 QC1 EXP. 7/1/2017





**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**  
**Welding Procedure Specification (WPS)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

Emisión: 2015  
 Pagina: 02 de 02  
 CMI-WPS-C-007

**POSITIONS (QW-405)**

Position of Groove: Horizontal  
 Welding Progression: Up  Down   
 Position of Fillet: All Positions

**POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407) N/A**

Temperature Range N/A  
 Time Range N/A

**PREHEAT (QW-406)**

Preheat Temp., Min. 20°C  
 Interpass Temp., Min. 20°C Max: 250°C  
 Preheat Maintenance \_\_\_\_\_

**GAS (QW-408)**

	Percent Composition		
	Gas	Mixture	Flow Rate
Shielding	<u>CO2</u>	<u>100%</u>	<u>20 - 30 lt/min</u>
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Current AC or DC DC Polarity EP  
 Amps (Range) See chart Volts (Range) See chart  
 Tungsten Electrode Size and Type N/A  
 Mode of Metal Transfer for FCAW Globular  
 Electrode Wire feed speed range N/A

**TECHNIQUE (QW-410)**

Stringer or Weave Bead: Oscillate  
 Orifice or Gas Cup Size: 16mm  
 Initial and Interpass Cleaning (Brushing, Grinding, etc.) Brush and/or Grind  
 Method of Back Gouging Grind  
 Oscillation As required  
 Contact Tube to work Distance 12 - 14 mm  
 Multi-pass or Single Pass (per side) Multi-pass  
 Multiple or single Electrodes Single  
 Travel speed (Range) See chart  
 Peening N.A.  
 Other \_\_\_\_\_

**WELDING PROCEDURE**

Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Other (e.g., Remarks, Comments, Hot Wire Addition, Technique, Torch Angle, Etc.)
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps			
1	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	189-237	19 - 20	8 - 11	
2 - n	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	210-270	22 - 24	8 - 11	

Date and Place  
 Lima August 28, 2015

Approved By:  
 Sign: \_\_\_\_\_

Luis Angel Ramirez Cornejo  
 CWI 11071601  
 QC1 EXP. 7/1/2017





ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA  
Welding Procedure Specification (WPS)  
Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013

Emisión: 2015  
Pagina: 01 de 02  
CMI-WPS-C-008

Company Name Consorcio MASA - IMESUR  
Welding Procedure Specification No. CMI-WPS-C-008 Date: 28-ago-15  
Supporting PQR No.(s) CMI-PQR-C-002 Revision No. 002  
Welding Process(es) FCAW-G Type: Semi Automatic

JOINTS (QW-402)

Joint Design: Butt Joint - Double V groove

Backing: Yes  No

Backing Material: Welded on both sides

Metal  Nonfusing Metal

Nonmetallic  Other

ESQUEMA

EN PLANOS DE FABRICACIÓN

Groove Angle:

Single: \_\_\_\_\_ Double: \_\_\_\_\_

BASE METALS (QW-403)

P-Nº 1 to P-Nº 1

Grupo Nº 1 to Grupo Nº 1

Specification type and grade: ASTM A-36

to Specification type and grade: \_\_\_\_\_

Thickness Range

Base Metal: Groove 6 - 38mm Fillet \_\_\_\_\_

Pipe Diameter Range Groove \_\_\_\_\_ Fillet \_\_\_\_\_

Other: \_\_\_\_\_

FILLER METALS (QW-404)

Spec. No. (SFA): SFA A5.20

AWS No. Class E71T-1M

F-No.: 6

A-No.: 1

Size of Filler Metal(s): 1.6 mm

Weld Metal

Thickness Range

Groove: To 38mm

Fillet: All thickness

Filler Metal Product Form: Flux cored wire

Pass Thickness per layer < 13mm

Electrode-Flux (Class): \_\_\_\_\_

Consumable Insert: \_\_\_\_\_

Other: \_\_\_\_\_

Date and Place  
Lima August 28, 2015

Approved By:  
Sign:   
  
Luis Angel Ramirez Comejo  
CWI 11071601  
QC1 EXP. 7/1/2017





**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**  
**Welding Procedure Specification (WPS)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

Emisión: 2015  
 Pagina: 02 de 02  
 CMI-WPS-C-008

**POSITIONS (QW-405)**

Position of Groove: Vertical  
 Welding Progression: Up  Down   
 Position of Fillet: \_\_\_\_\_

**POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)** N/A

Temperature Range N/A  
 Time Range N/A

**PREHEAT (QW-406)**

Preheat Temp., Min. 20°C  
 Interpass Temp., Min. 20°C Max: 250°C  
 Preheat Maintenance \_\_\_\_\_

**GAS (QW-408)**

	Percent Composition		
	Gas	Mixture	Flow Rate
Shielding	<u>CO2</u>	<u>100%</u>	<u>20 - 30 lt/min</u>
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Current AC or DC DC Polarity EP  
 Amps (Range) See chart Volts (Range) See chart  
 Tungsten Electrode Size and Type N/A  
 Mode of Metal Transfer for FCAW SPRAY  
 Electrode Wire feed speed range N/A

**TECHNIQUE (QW-410)**

Stringer or Weave Bead: Oscillate  
 Orifice or Gas Cup Size: 16mm  
 Initial and Interpass Cleaning (Brushing, Grinding, etc.) Brush and/or Grind  
 Method of Back Gouging Grind  
 Oscillation As required  
 Contact Tube to work Distance 12 - 14 mm  
 Multi-pass or Single Pass (per side) Multi-pass  
 Multiple or single Electrodes Single  
 Travel speed (Range) See chart  
 Peening N.A.  
 Other \_\_\_\_\_

**WELDING PROCEDURE**

Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Other (e.g., Remarks, Comments, Hot Wire Addition, Technique, Torch Angle, Etc.)
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps			
1	FCAW-G	E71T-1M	1.6mm	DC EP	189-237	20 - 22	9 - 11	
2 - n	FCAW-G	E71T-1M	1.6mm	DC EP	200-270	23 - 26	9 - 11	

Date and Place

Lima August 28, 2015

Approved By:

Sign: \_\_\_\_\_




Luis Angel Ramirez Cornejo  
 CWI 11071601  
 QC1 EXP. 7/1/2017









ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA  
Welding Procedure Specification (WPS)  
Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013

Emisión: 2015  
Pagina: 02 de 02  
CMI-WPS-C-009

POSITIONS (QW-405)

Position of Groove: All Positions  
Welding Progression: Up  Down   
Position of Fillet: All Positions

POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407) N/A  
Temperature Range N/A  
Time Range N/A

PREHEAT (QW-406)

Preheat Temp., Min. 20°C  
Interpass Temp., Min. 20°C Max: 250°C  
Preheat Maintenance \_\_\_\_\_

GAS (QW-408)

	Percent Composition		
	Gas	Mixture	Flow Rate
Shielding	<u>CO2</u>	<u>100%</u>	<u>20 - 30 lt/min</u>
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)

Current AC or DC DC Polarity EP  
Amps (Range) See chart Volts (Range) See chart  
Tungsten Electrode Size and Type N/A  
Mode of Metal Transfer for FCAW Globular  
Electrode Wire feed speed range N/A

TECHNIQUE (QW-410)

Stringer or Weave Bead: Oscillate  
Orifice or Gas Cup Size: 16mm  
Initial and Interpass Cleaning (Brushing, Grinding, etc.) Brush and/or Grind  
Method of Back Gouging Grind  
Oscillation As required  
Contact Tube to work Distance 12 - 14 mm  
Multi-pass or Single Pass (per side) Multi-pass  
Multiple or single Electrodes Single  
Travel speed (Range) See chart  
Peening N.A.  
Other \_\_\_\_\_

WELDING PROCEDURE

Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Other (e.g., Remarks, Comments, Hot Wire Addition, Technique, Torch Angle, Etc.)
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps			
1	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	189-237	18 - 21	8 - 11	
2 - n	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	210-270	22 - 24	8 - 11	

Date and Place

Lima August 28, 2015

Approved By:

Sign:



Luis Angel Ramirez Comejo  
CWI 11071601  
QC1 EXP. 7/1/2017





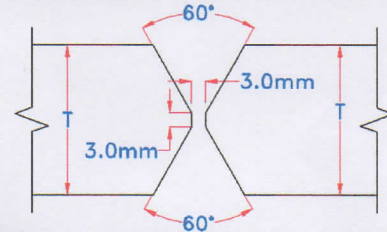
**REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO**  
**Procedure Qualification Record (PQR)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

**Emisión: 2015**  
**Pagina 01 de 02**  
**CMI-PQR-C-001**

Company Name Consorcio MASA - IMESUR Date: 18-ago-15  
Welding Process(es) FCAW-G Revision No. 002  
Type: Machine

**JOINTS (QW-402)**

Joint Design: Butt Joint - Double V groove  
Backing: Yes  No   
Backing Material: Welded on both sides  
 Metal  Nonfusing Metal  
 Nonmetallic  Other



**BASE METALS (QW-403)**

P-Nº 1 to P-Nº 1  
Grupo Nº 1 to Grupo Nº 1  
Specification type and grade: ASTM A-36  
to Specification type and grade: \_\_\_\_\_

**Thickness Range**

Base Metal: Groove 32mm Fillet \_\_\_\_\_  
Pipe Diameter Range Groove \_\_\_\_\_ Fillet \_\_\_\_\_

**PREHEAT (QW-406)**

Preheat Temp., Min. 20°C  
Interpass Temp., Min. 20°C Max: 250°C  
Preheat Maintenance \_\_\_\_\_

**POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407) N/A**

Temperature Range N/A  
Time Range N/A

**FILLER METALS (QW-404)**

Spec. No. (SFA): SFA A5.20  
AWS No. Class E71T-1M  
F-No.: 6  
A-No.: 1  
Size of Filler Metal(s): 1.6 mm  
Weld Metal Thickness 32 mm  
Filler Metal Product Form: Flux cored wire  
Pass Thickness per layer < 13mm

**GAS (QW-408)**

	Percent Composition		
	Gas	Mixture	Flow Rate
Shielding	<u>Ar - CO2</u>	<u>80 - 20%</u>	<u>20 - 30 lt/min</u>
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

**POSITIONS (QW-405)**

Position of Groove: 3G  
Welding Progression: Up  Down   
Position of Fillet: \_\_\_\_\_

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Current AC or DC DC Polarity EP  
Amps (Range) See chart Volts See chart  
Tungsten Electrode Size and Type N/A  
Mode of Metal Transfer for FCAW SPRAY  
Electrode Wire feed speed range N/A

**TECHNIQUE (QW-410)**

Stringer or Weave Bead: Oscillate  
Oscillation As required  
Multi-pass or Single Pass (per side) Multi-pass  
Multiple or single Electrodes Single  
Travel speed (Range) See chart

Date and Place  
Lima August 18, 2015

Approved By:  
Sign: \_\_\_\_\_  
  
 Alan Miguel Chumillas Cayetano  
CWI 12051101  
QCT EXP. 5/1/2018





**REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO**  
**Procedure Qualification Record (PQR)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code**

Emisión: 2015  
 Pagina 02 de 02  
 CMI-PQR-C-001

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed cm/min	Other (e.g., Remarks, Comments, Hot Wire, Etc.)
		Class	Diam.	Polarity	Amps			
1	FCAW-G	E71T-1M	1.6mm	DC EP	210-220	19 - 20	8 - 11	
2	FCAW-G	E71T-1M	1.6mm	DC EP	220-250	23 - 24	8 - 11	
3	FCAW-G	E71T-1M	1.6mm	DC EP	270-280	24 - 25	8 - 11	
4	FCAW-G	E71T-1M	1.6mm	DC EP	210-220	24 - 25	8 - 11	
5	FCAW-G	E71T-1M	1.6mm	DC EP	220-250	24 - 25	8 - 11	
6	FCAW-G	E71T-1M	1.6mm	DC EP	250-260	24 - 25	8 - 11	

**TENSILE TEST (QW-150)**

**Report: ET-2015-259**

Spçimen No.	Width mm.	Thickness mm.	Area mm2	Ultimate Tensile Load, N	Ultimate Unit Stress, Mpa	Character of Failure and Location
PQR-C-001-T1	19.02	30.24	575.16	318,933.00	555	Base metal
PQR-C-001-T2	19.07	30.29	577.63	320,219.00	554	Base metal

**GUIDED BEND TEST (QW-160)**

**Report: 499-15**

Specimen No.	Type of Bend	Result	Remarks
PQR-C-001-DC1	Face	Passed	Complete fusion, no discontinuities
PQR-C-001-DR1	Face	Passed	Complete fusion, no discontinuities
PQR-C-001-DC2	Root	Passed	Complete fusion, no discontinuities
PQR-C-001-DR2	Root	Passed	Complete fusion, no discontinuities

**TOUGHNESS TEST (QW-170) N/A**

Specimen No.	Notch Location	Specimen Size	Test Temperature	Impact Values			Drop Weight Break (Y/N)
				ft-lb	% shear	Mils (in)	
-							
-							

**FILLET-WELD TEST (QW-180)**

Result — Satisfactory: Yes  No  Penetration into Parent Metal: Yes  No

Macro — Results: Satisfactory

**OTHER TESTS**

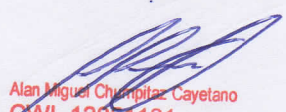
Type of Test Visual Result Satisfactory

Deposit Analysis \_\_\_\_\_

Welder's name: Luis Gomez Leyva DNI 45071326

Tests conducted by CWI Alan Chumpitaz

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

Date and Place Lima August 18, 2015	Approved By: Sign:   AWS® Alan Miguel Chumpitaz Cayetano CWI 12051101 QC1 EXP. 5/17/2018
--	--



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



Razón Social (Nombre Cliente) : Departamento Técnico de Lima  
 Dirección : Av. Nicolas Arriola 771 - La Victoria  
 Teléfono : 01-619-9600 Anexo 3454  
 Contacto : Alan Chumpitaz  
 Referencia: IMESUR  
 Descripción de la Muestra: Probetas Planas  
 Fecha Informe : 2015-08-25  
 Informe de Ensayo N° : ET-2015-259

Identificación de las Probetas	SECCIÓN TRANSVERSAL				CARGAS			TENSIONES		
	Ancho mm	Espesor mm	Diámetro mm	Area mm <sup>2</sup>	Fluencia N	Máxima N	Fluencia MPa	Máxima MPa	% Elongación	
PQR-C-001-T1	19.02	30.24	No Aplica	575.16	217168	318933	378	555	No Aplica	
PQR-C-001-T2	19.07	30.29	No Aplica	577.63	227950	320219	395	554	No Aplica	

Observaciones :

Material Base: ASTM A36  
 Material de Aporte: E71T-1M  
 Proceso: FCAW  
 Posición: 3G  
 Para la roturas ver gráficas adjuntas.

Las Dimensiones de las Probetas Si (X) / No ( )	Cumplen con la Norma:	ASME IX - 2013
Método de Ensayo :	ASTM A370-14	
Equipo Usado :	TINIUS OLSEN SUPER L 120	
Código Interno del Equipo :	CC-E-41	
Temperatura de Ensayo (°C) :	21.4°C	
Nombre del Analista :	José Soto	
Fecha Recepción de Muestra :	2015-08-18	
Fecha de Ejecución de Ensayo :	2015-08-18	

Jefe de Aseguramiento y Desarrollo de la Calidad  
 Ing. Ronald Requejo Villanueva  
 CIP: 101024

1. Las Probetas han sido suministradas por el Cliente.
2. La Incertidumbre Expandida es 5 MPa (Tracción y Fluencia) y 1% (Elongación) para un Nivel de Confianza al 95% y un K=2.
3. Prohibida la Reproducción Total o Parcial del Informe sin la Autorización escrita del Laboratorio de SOLDEXA.
4. Los Resultados de este Informe solo son válidos para las Probetas Ensayadas.
5. Los Resultados no deben ser utilizados como una Certificación de Conformidad con Norma de Producto o Certificación del Sistema de Calidad.



N° INFORME (Report) : CLIENTE (Customer): LUGAR DE PRUEBA (Laboratory): REALIZADO POR (Conducted by): FECHA DE ENSAYO (Date of test):    N° de Registro (CT-F-07): 

IDENTIFICACION ESPECIMENES (ID of specimens)				RESULTADOS DE LA PRUEBA (Results)	
N°	N° ESTAMPA (Specimen)	TIPO <sup>a</sup> (Type)	ESPEJOR NOMINAL (Thickness)	RESULTADO <sup>b</sup> (Result)	DISCONTINUIDAD (Discontinuities)
1	PQR-C-001-DC1	DTC	32	C	
2	PQR-C-001-DR1	DTR	32	C	
3	PQR-C-001-DC2	DTC	32	C	
4	PQR-C-001-DR2	DTR	32	C	

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

<sup>b</sup> C: Conforme (Pass) / NC: No Conforme (No Pass)  
\* Nota(Note): Medidas en milímetros (Sizes in millimeters)

### OBSERVACIONES (Remarks):

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

\*Prohibida la reproduccion total o parcial de este informe sin la autorizacion de SOLDEX S.A.  
\*Prohibited the total or partial reproduction of this report without the authorization of SOLDEX S.A.

  
**Alan Miguel Chumpitaz Cayetano**  
CWI 12051101  
QC1 EXP. 5/1/2018







**REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO**  
**Procedure Qualification Record (PQR)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

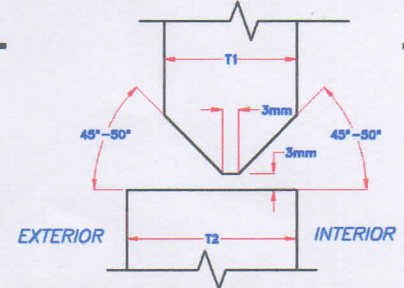
Emisión: 2015  
 Pagina 01 de 02  
 CMI-PQR-C-002

Company Name Consorcio MASA - IMESUR  
 Welding Process(es) FCAW-G  
 Type: Machine

Date: 18-ago-15  
 Revision No. 001

**JOINTS (QW-402)**

Joint Design: Double Bevel - Groove Weld  
 Backing: Yes  No   
 Backing Material: Welded on both sides  
 Metal  Nonfusing Metal  
 Nonmetallic  Other



**BASE METALS (QW-403)**

P-Nº 1 to P-Nº 1  
 Grupo Nº 1 to Grupo Nº 1  
 Specification type and grade: ASTM A-36  
 to Specification type and grade: \_\_\_\_\_

**PREHEAT (QW-406)**

Preheat Temp., Min. 20°C  
 Interpass Temp., Min. 20°C Max: 250°C  
 Preheat Maintenance \_\_\_\_\_

**Thickness Range**

Base Metal: Groove 32mm Fillet \_\_\_\_\_  
 Pipe Diameter Range Groove \_\_\_\_\_ Fillet \_\_\_\_\_

**POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)**

Temperature Range N/A  
 Time Range N/A

**FILLER METALS (QW-404)**

Spec. No. (SFA): SFA A5.20  
 AWS No. Class E71T-1C  
 F-No.: 6  
 A-No.: 1  
 Size of Filler Metal(s): 1.2 mm  
 Weld Metal Thickness 32 mm  
 Filler Metal Product Form: Flux cored wire  
 Pass Thickness per layer < 13mm

**GAS (QW-408)**

	Percent Composition		
	Gas	Mixture	Flow Rate
Shielding	<u>CO2</u>	<u>100%</u>	<u>20 - 30 lt/min</u>
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

**POSITIONS (QW-405)**

Position of Groove: 2G  
 Welding Progression: Up  Down   
 Position of Fillet: \_\_\_\_\_

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

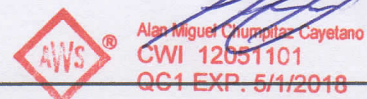
Current AC or DC DC Polarity EP  
 Amps (Range) See chart Volts See chart  
 Tungsten Electrode Size and Type N/A  
 Mode of Metal Transfer for FCAW Globular  
 Electrode Wire feed speed range N/A

**TECHNIQUE (QW-410)**

Stringer or Weave Bead: Oscillate  
 Oscillation As required  
 Multi-pass or Single Pass (per side) Multi-pass  
 Multiple or single Electrodes Single  
 Travel speed (Range) See chart

Date and Place  
Lima August 18, 2015

Approved By:  
 Sign:







**REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO**  
**Procedure Qualification Record (PQR)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

Emisión: 2015  
 Pagina 02 de 02  
 CMI-PQR-C-002

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed cm/min	Other (e.g., Remarks, Comments, Hot Wire, Etc.)
		Class	Diam.	Polarity	Amps			
1	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	210-220	19 - 20	8 - 11	
2	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	220-250	22 - 24	8 - 11	
3	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	270-280	22 - 24	8 - 11	
4	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	210-220	22 - 24	8 - 11	
5	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	220-250	22 - 24	8 - 11	
6	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	250-260	22 - 24	8 - 11	

**TENSILE TEST (QW-150)**

Report: ET-2015-281

Specimen No.	Width mm.	Thickness mm.	Area mm <sup>2</sup>	Ultimate Tensile Load, N	Ultimate Unit Stress, Mpa	Character of Failure and Location
PQR-C-002-T1	19.01	30.09	591.02	318,052.00	538	Base metal
PQR-C-002-T2	19.03	31.25	594.69	319,221.00	537	Base metal

**GUIDED BEND TEST (QW-160)**

Report: 549-15

Specimen No.	Type of Bend	Result	Remarks
PQR-C-002-DL1	Side	Passed	Complete fusion, no discontinuities
PQR-C-002-DL2	Side	Passed	Complete fusion, no discontinuities
PQR-C-002-DL3	Side	Passed	Complete fusion, no discontinuities
PQR-C-002-DL4	Side	Passed	Complete fusion, no discontinuities

**TOUGHNESS TEST (QW-170) N/A**

Specimen No.	Notch Location	Specimen Size	Test Temperature	Impact Values			Drop Weight Break (Y/N)
				ft-lb	% shear	Mils (in)	
-							
-							

**FILLET-WELD TEST (QW-180)**

Result — Satisfactory: Yes  No  Penetration into Parent Metal: Yes  No

Macro — Results: Satisfactory

**OTHER TESTS**

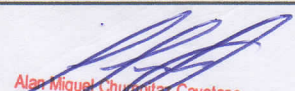

Type of Test Visual Result Satisfactory

Deposit Analysis \_\_\_\_\_

Welder's name: Luis Gomez Leyva DNI 45071326

Tests conducted by CWI Alan Chumpitaz

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

Date and Place Lima August 18, 2015	Approved By: Sign:    Alan Miguel Chumpitaz Cayetano CWI 12051101 QC1 EXP. 5/1/2018
--	---



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



Razón Social (Nombre Cliente) : Departamento Técnico de Lima  
 Dirección : Av. Nicolas Arriola 771 - La Victoria  
 Teléfono : 01-619-9600 Anexo 3454  
 Contacto : Alan Chumpitaz  
 Referencia: IMESUR  
 Descripción de la Muestra: Probetas Planas  
 Fecha Informe : 2015-09-07  
 Informe de Ensayo N° : ET-2015-281

Identificación de las Probetas	SECCIÓN TRANSVERSAL				CARGAS		TENSIONES		% Elongación
	Ancho mm	Espesor mm	Diámetro mm	Area mm <sup>2</sup>	Fluencia N	Máxima N	Fluencia MPa	Máxima MPa	
PQR-C-002-T1	19.01	31.09	No Aplica	591.02	229504	318052	388	538	No Aplica
PQR-C-002-T2	19.03	31.25	No Aplica	594.69	228869	319221	385	537	No Aplica

Observaciones :

Material Base: ASTM A36  
 Material de Aporte: E71T-1C  
 Proceso: FCAW  
 Posición: 2G  
 Para la roturas ver gráficas adjuntas.

Las Dimensiones de las Probetas <b>SI (X) / No ( )</b> Cumplen con la Norma:	ASME IX - 2013
Método de Ensayo :	ASTM A370-14
Equipo Usado :	TINIUS OLSEN SUPER L 120
Código Interno del Equipo :	GC-E-41
Temperatura de Ensayo (°C) :	23.9°C
Nombre del Analista :	José Soto
Fecha Recepción de Muestra :	2015-08-28
Fecha de Ejecución de Ensayo :	2015-08-28

1. Las Probetas han sido suministradas por el Cliente.

2. La Incertidumbre Expandida es 5 MPa (Tracción y Fluencia) y 1% (Elongación) para un Nivel de Confianza al 95% y un Km2.

3. Prohibida la Reproducción Total o Parcial del Informe sin la Autorización escrita del Laboratorio de SOLDEXA.

4. Los Resultados de este Informe solo son válidos para las Probetas Ensayadas.

5. Los Resultados no deben ser utilizados como una Certificación de Conformidad con Norma de Producto o Certificación del Sistema de Calidad.

Jefe de Aseguramiento y Desarrollo de la Calidad  
 Ing. Ronald Requejo Villanueva  
 CIP: 101024



N° INFORME (Report) : 549-15

CLIENTE (Customer): \_\_\_\_\_ IMESUR

LUGAR DE PRUEBA (Laboratory): \_\_\_\_\_ CENTRO TECNOLÓGICO SOLDEXA

REALIZADO POR (Conducted by): \_\_\_\_\_ CWI ALAN CHUMPITAZ

FECHA DE ENSAYO (Date of test): 2015 28 08 N° de Registro (CT-F-07): SERVICIO

IDENTIFICACION ESPECIMENES (ID of specimens)				RESULTADOS DE LA PRUEBA (Results)	
N°	N° ESTAMPA (Specimen)	TIPO <sup>a</sup> (Type)	ESPESOR NOMINAL (Thickness)	RESULTADO <sup>b</sup> (Result)	DISCONTINUIDAD (Discontinuities)
1	PQR-C-002-DL1	DL	32	C	
2	PQR-C-002-DL2	DL	32	C	
3	PQR-C-002-DL3	DL	32	C	
4	PQR-C-002-DL4	DL	32	C	

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

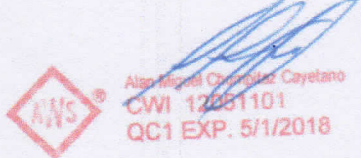
<sup>b</sup> C: Conforme (Pass) / NC: No Conforme (No Pass)  
 \* Nota(Note): Medidas en milímetros (Sizes in millimeters)

**OBSERVACIONES (Remarks):**

1. Norma Aplicada en el ensayo (Test in conformance with the requirements of): ASME IX -2013
2. Especificación del material base y N° P o N° S o Grupo (Base Metal) : ASTM A36
3. Diámetro del punzón utilizado (plunger diameter) : 38.0 mm
4. Distancia entre rodillos según norma (Distance between rollers as standard): 60.3 mm

5. De acuerdo al cliente, estas muestras pertenecen a los ensayos de dobles requeridos para la calificación de procedimiento y/o soldador (According to the customer these specimens belong to bend tests required for procedure qualification and welder)

\*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización de SOLDEX S.A.  
 \*Prohibited the total or partial reproduction of this report without the authorization of SOLDEX S.A.







**REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO**  
**Procedure Qualification Record (PQR)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

Emisión: 2015  
 Pagina 01 de 02  
 CMI-PQR-C-003

Company Name Consortio MASA - IMESUR  
 Welding Process(es) FCAW-G  
 Type: Machine

Date: 18-ago-15  
 Revision No. 002

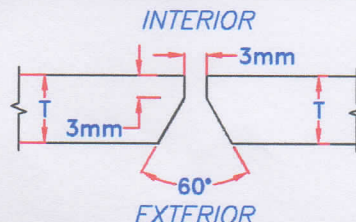
**JOINTS (QW-402)**

Joint Design: Butt Joint - Single V groove

Backing: Yes  No

Backing Material: Weld from both sides

Metal  Nonfusing Metal  
 Nonmetallic  Other



**BASE METALS (QW-403)**

P-N° 1 to P-N° 1

Grupo N° 1 to Grupo N° 1

Specification type and grade: ASTM A-36

to Specification type and grade: \_\_\_\_\_

**Thickness Range**

Base Metal: Groove 9mm Fillet \_\_\_\_\_

Pipe Diameter Range Groove \_\_\_\_\_ Fillet \_\_\_\_\_

**PREHEAT (QW-406)**

Preheat Temp., Min. 20°C

Interpass Temp., Min. 20°C Max: 250°C

Preheat Maintenance \_\_\_\_\_

**POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407) N/A**

Temperature Range N/A

Time Range N/A

**FILLER METALS (QW-404)**

Spec. No. (SFA): SFA A5.20

AWS No. Class E71T-1M

F-No.: 6

A-No.: 1

Size of Filler Metal(s): 1.2 mm

Weld Metal Thickness 9 mm

Filler Metal Product Form: Flux cored wire

Pass Thickness per layer < 13mm

**GAS (QW-408)**

**Percent Composition**

	Gas	Mixture	Flow Rate
Shielding	<u>Ar - CO2</u>	<u>80 - 20%</u>	<u>20 - 30 lt/min</u>
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Current AC or DC DC Polarity EP

Amps (Range) See chart Volts See chart

Tungsten Electrode Size and Type N/A

Mode of Metal Transfer for GMAW Spray

Electrode Wire feed speed range N/A

**POSITIONS (QW-405)**

Position of Groove: 3G

Welding Progression: Up  Down

Position of Fillet: \_\_\_\_\_

**TECHNIQUE (QW-410)**

Stringer or Weave Bead: Oscillate

Oscillation As required

Multi-pass or Single Pass (per side) Multi-pass

Multiple or single Electrodes Single

Travel speed (Range) See chart

Date and Place  
Lima August 18, 2015

Approved By: Ing. Luis Ramírez Cornejo  
 Sign: \_\_\_\_\_







**REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO**  
**Procedure Qualification Record (PQR)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

Emisión: 2015  
 Pagina 02 de 02  
 CMI-PQR-C-003

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed cm/min	Other (e.g., Remarks, Comments, Hot Wire, Etc.)
		Class	Diam.	Polarity	Amps			
1	FCAW-G	E71T-1M	1.2mm	DC EP	210-220	19 - 20	8 - 11	
2	FCAW-G	E71T-1M	1.2mm	DC EP	220-250	22 - 23	8 - 11	
3	FCAW-G	E71T-1M	1.2mm	DC EP	270-280	22 - 23	8 - 11	

**TENSILE TEST (QW-150)**

**Report: ET-2015-258**

Specimen No.	Width mm.	Thickness mm.	Area mm <sup>2</sup>	Ultimate Tensile Load, N	Ultimate Unit Stress, Mpa	Character of Failure and Location
PQR-C-003-T1	18.97	9.11	172.82	85,538.00	495	Base metal
PQR-C-003-T2	18.98	8.93	169.49	85,202.00	503	Base metal

**GUIDED BEND TEST (QW-160)**

**Report: 510-15**

Specimen No.	Type of Bend	Result	Remarks
PQR-C-003-DC1	Face	Passed	Complete fusion, no discontinuities
PQR-C-003-DR1	Root	Passed	Complete fusion, no discontinuities
PQR-C-003-DC2	Face	Passed	Complete fusion, no discontinuities
PQR-C-003-DR2	Root	Passed	Complete fusion, no discontinuities

**TOUGHNESS TEST (QW-170) N/A**

Specimen No.	Notch Location	Specimen Size	Test Temperature	Impact Values			Drop Weight Break (Y/N)
				ft-lb	% shear	Mils (in)	

**FILLET-WELD TEST (QW-180)**

Result — Satisfactory: Yes  No  Penetration into Parent Metal: Yes  No   
 Macro — Results: Satisfactory

**OTHER TESTS**



Type of Test Visual Result Satisfactory

Deposit Analysis \_\_\_\_\_

Welder's name: Luis Gomez Leyva DNI 45071326

Tests conducted by CWI Alan Chumpitaz

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

Date and Place Lima August 18, 2015	Approved By: Sign:   Alan Miguel Chumpitaz Cayetano CWI 12051101 QC1 EXP. 5/1/2018
--	---



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



Razón Social (Nombre Cliente) : Departamento Técnico de Lima  
 Dirección : Av. Nicolas Arriola 771 - La Victoria  
 Teléfono : 01-619-9600 Anexo 3454  
 Contacto : Alan Chumpitaz  
 Referencia: IMESUR  
 Descripción de la Muestra: Probetas Planas  
 Fecha Informe : 2015-08-25  
 Informe de Ensayo N° : ET-2015-258

Identificación de las Probetas	SECCIÓN TRANSVERSAL				CARGAS			TENSIONES			% Elongación
	Ancho mm	Esesor mm	Diámetro mm	Area mm <sup>2</sup>	Fluencia N	Máxima N	Fluencia MPa	Máxima MPa			
PQR-C-003-T1	18.97	9.11	No Aplica	172.82	58048	85538	336	495	No Aplica		
PQR-C-003-T2	18.98	8.93	No Aplica	169.49	56673	85202	334	503	No Aplica		

Observaciones :

Material Base: ASTM A36  
 Material de Aporte: E71T-1M  
 Proceso: FCAW  
 Posición: 3G  
 Para la roturas ver gráficas adjuntas.

Las Dimensiones de las Probetas Si (X) / No ( )	Cumplen con la Norma:	ASME IX - 2013
Método de Ensayo :	ASTM A370-14	
Equipo Usado :	TINIUS OLSEN SUPER L 120	
Código Interno del Equipo :	CC-E-41	
Temperatura de Ensayo (°C) :	21.4°C	
Nombre del Analista :	José Soto	
Fecha Recepción de Muestra :	2015-08-18	
Fecha de Ejecución de Ensayo :	2015-08-18	

Jefe de Aseguramiento y Desarrollo de la Calidad  
 Ing. Ronald Requejo Villanueva  
 CIP: 101024

1. Las Probetas han sido suministradas por el Cliente.
2. La Incertidumbre Expandida es 5 MPa (Tracción y Fluencia) y 1% (Elongación) para un Nivel de Confianza al 95% y un K=2.
3. Prohibida la Reproducción Total o Parcial del Informe sin la Autorización escrita del Laboratorio de SOLDEXA.
4. Los Resultados de este Informe solo son válidos para las Probetas Ensayadas.
5. Los Resultados no deben ser utilizados como una Certificación de Conformidad con Norma de Producto o Certificación del Sistema de Calidad.









**REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO**  
**Procedure Qualification Record (PQR)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

Emisión: 2015  
 Pagina 01 de 02  
 CMI-PQR-C-004

Company Name Consorcio MASA - IMESUR Date: 18-ago-15  
 Welding Process(es) FCAW-G Revision No. 001  
 Type: Machine

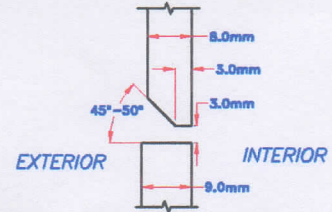
**JOINTS (QW-402)**

Joint Design: Butt Joint - single bevel groove

Backing: Yes  No

Backing Material: Welded on both sides

Metal  Nonfusing Metal  
 Nonmetallic  Other



**BASE METALS (QW-403)**

P-Nº 1 to P-Nº 1

Grupo Nº 1 to Grupo Nº 1

Specification type and grade: ASTM A-36

to Specification type and grade: \_\_\_\_\_

**Thickness Range**

Base Metal: Groove 8 - 9mm Fillet \_\_\_\_\_

Pipe Diameter Range Groove \_\_\_\_\_ Fillet \_\_\_\_\_

**PREHEAT (QW-406)**

Preheat Temp., Min. 20°C

Interpass Temp., Min. 20°C Max: 250°C

Preheat Maintenance \_\_\_\_\_

**POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407) N/A**

Temperature Range N/A

Time Range N/A

**FILLER METALS (QW-404)**

Spec. No. (SFA): SFA A5.20

AWS No. Class E71T-1C

F-No.: 6

A-No.: 1

Size of Filler Metal(s): 1.2 mm

Weld Metal Thickness 8 mm

Filler Metal Product Form: Flux cored wire

Pass Thickness per layer < 13mm

**GAS (QW-408)**

**Percent Composition**

	Gas	Mixture	Flow Rate
Shielding	<u>CO2</u>	<u>100%</u>	<u>20 - 30 lt/min</u>
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Current AC or DC DC Polarity EP

Amps (Range) See chart Volts See chart

Tungsten Electrode Size and Type N/A

Mode of Metal Transfer for FCAW Globular

Electrode Wire feed speed range N/A

**POSITIONS (QW-405)**

Position of Groove: 2G

Welding Progression: Up  Down

Position of Fillet: \_\_\_\_\_

**TECHNIQUE (QW-410)**

Stringer or Weave Bead: Oscillate

Oscillation N.A.

Multi-pass or Single Pass (per side) Multi-pass

Multiple or single Electrodes Single

Travel speed (Range) See chart

Date and Place  
 Lima August 18, 2015

Approved By:  
 Sign:   
  
 Alan Miguel Chumplitaz Cayetano  
 CWI 12051101  
 QC1 EXP. 5/1/2018





**REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO**  
**Procedure Qualification Record (PQR)**  
**Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Ed. 2013**

Emisión: 2015  
 Pagina 02 de 02  
 CMI-PQR-C-004

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed cm/min	Other (e.g., Remarks, Comments, Hot Wire, Etc.)
		Class	Diam.	Polarity	Amps			
1	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	210-220	19 - 20	8 - 11	
2	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	220-250	21 - 24	8 - 11	
3	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	270-280	21 - 24	8 - 11	
4	FCAW-G	E71T-1C	1.2mm	DC EP	210-220	21 - 24	8 - 11	

**TENSILE TEST (QW-150)**

Report: ET-2015-280

Specimen No.	Width mm.	Thickness mm.	Area mm <sup>2</sup>	Ultimate Tensile Load, N	Ultimate Unit Stress, Mpa	Character of Failure and Location
PQR-C-002-T1	19.03	7.67	145.96	72,721.00	498	Base metal
PQR-C-002-T2	19.00	7.54	143.26	70,240.00	490	Base metal

**GUIDED BEND TEST (QW-160)**

Report: 550-15

Specimen No.	Type of Bend	Result	Remarks
PQR-C-002-DTC1	FACE	Passed	Complete fusion, no discontinuities
PQR-C-002-DTR1	ROOT	Passed	Complete fusion, no discontinuities
PQR-C-002-DTC2	FACE	Passed	Complete fusion, no discontinuities
PQR-C-002-DTR2	ROOT	Passed	Complete fusion, no discontinuities

**TOUGHNESS TEST (QW-170) N/A**

Specimen No.	Notch Location	Specimen Size	Test Temperature	Impact Values			Drop Weight Break (Y/N)
				ft-lb	% shear	Mils (in)	
-							
-							

**FILLET-WELD TEST (QW-180)**

Result — Satisfactory: Yes  No  Penetration into Parent Metal: Yes  No   
 Macro — Results: Satisfactory

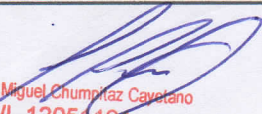

**OTHER TESTS**

Type of Test Visual Result Satisfactory  
 Deposit Analysis \_\_\_\_\_

Welder's name: Luis Gomez Leyva DNI 45071326

Tests conducted by CWI Alan Chumpitaz

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

Date and Place Lima August 18, 2015	Approved By: Sign:   Alan Miguel Chumpitaz Cavetano CWI 12051101 QC1 EXP. 5/1/2018
--	--



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



Razón Social (Nombre Cliente) : Departamento Técnico de Lima  
 Dirección : Av. Nicolas Arriola 771 - La Victoria  
 Teléfono : 01-619-9600 Anexo 3454  
 Contacto : Alan Chumpitaz  
 Referencia: IMESUR  
 Descripción de la Muestra: Probetas Planas  
 Fecha Informe : 2015-09-07  
 Informe de Ensayo N° : ET-2015-280

Identificación de las Probetas	SECCIÓN TRANSVERSAL			CARGAS		TENSIONES		% Elongación
	Ancho mm	Espesor mm	Diámetro mm	Área mm²	Fluencia N	Máxima N	Fluencia MPa	
PQR-C-004-T1	19.03	7.67	No Aplica	145.96	47621	72721	326	498
PQR-C-004-T2	19.00	7.54	No Aplica	143.26	45678	70240	319	490

**Observaciones :**

Material Base: ASTM A36  
 Material de Aporte: E71T-1C  
 Proceso: FCAW  
 Posición: 2G  
 Para la roturas ver gráficas adjuntas.

Las Dimensiones de las Probetas <b>SI (X) / No ( )</b> Cumplen con la Norma:	ASME IX - 2013
Método de Ensayo :	ASTM A370-14
Equipo Usado :	TINIUS OLSEN SUPER L 120
Código Interno del Equipo :	CC-E-41
Temperatura de Ensayo (°C) :	23.9°C
Nombre del Analista :	José Soto
Fecha Recepción de Muestra :	2015-08-28
Fecha de Ejecución de Ensayo :	2015-08-28

Jefe de Aseguramiento y Desarrollo de la Calidad  
 Ing. Ronald Requejo Villanueva  
 CIP: 101024

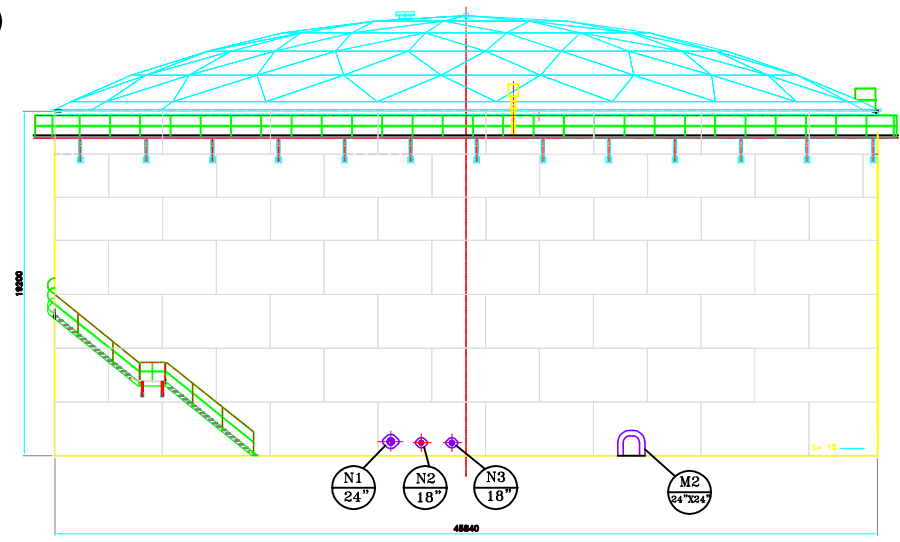
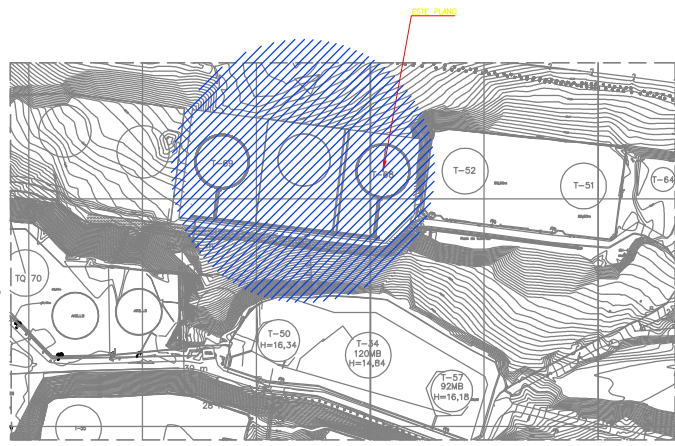
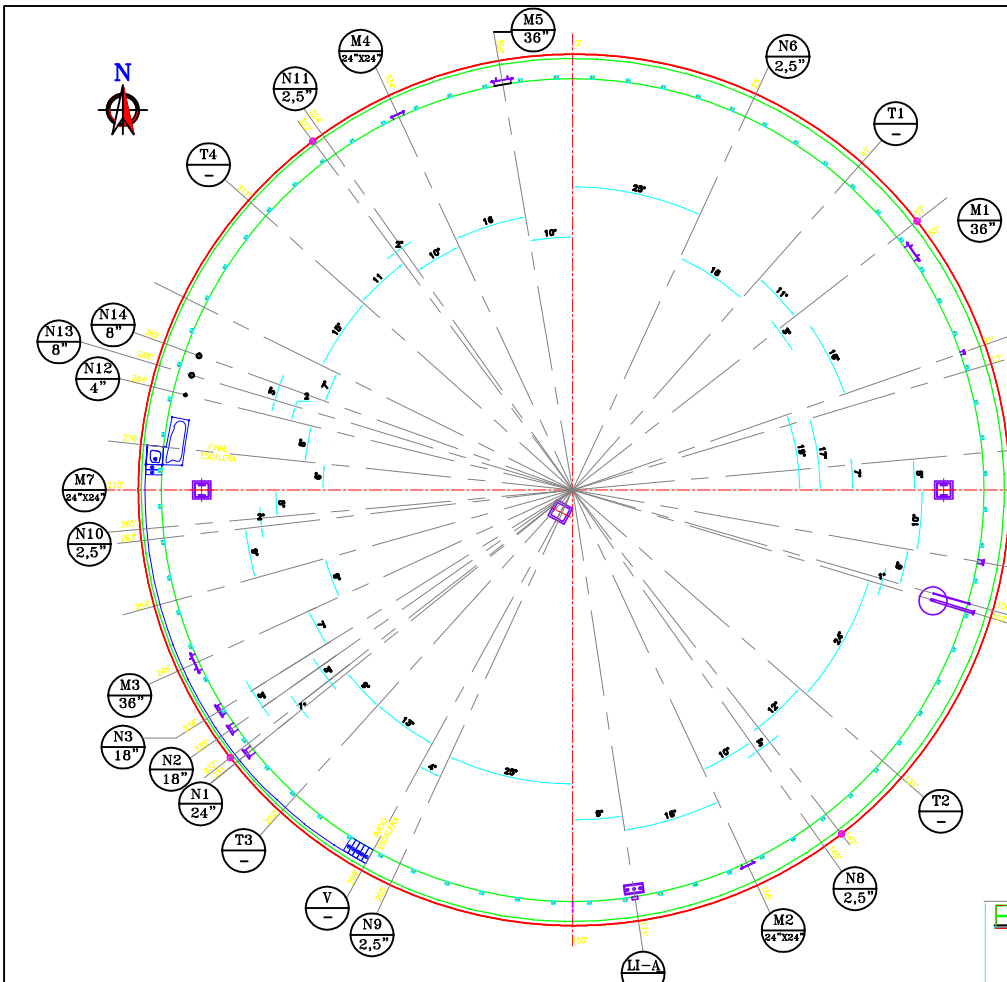
1. Las Probetas han sido suministradas por el Cliente.
2. La Incertidumbre Expandida es 5 MPa (Tracción y Fluencia) y 1% (Elongación) para un Nivel de Confianza al 95% y un K=2.
3. Prohibida la Reproducción Total o Parcial del Informe sin la Autorización escrita del Laboratorio de SOLDEXA.
4. Los Resultados de este Informe solo son válidos para las Probetas Ensayadas.
5. Los Resultados no deben ser utilizados como una Certificación de Conformidad con Norma de Producto o Certificación del Sistema de Calidad.











**VISTA DE PLANTA**  
ESQ: 1/50

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO	TIPO	ORIENTACIÓN	PROYECCIÓN	ELEVACIÓN	POBOSION	NOTAS
M1	01	RECEPCIÓN	24"	300g WLR.F.	231°	+300	+754	CUERPO	
M2	01	DESPECHO DE TOMA ALTA	18"	300g WLR.F.	235°	+280	+834	CUERPO	
M3	01	DESPECHO DE TOMA BAJA	18"	300g WLR.F.	237°	+350	+834	CUERPO	
M4	01	DRENAJE DEL FONDO	8"	150g WLR.F.	107°	+200	+310	CUERPO	
M5	01	PURGA	1"	CPLG. 8000g.	108°	---	+240	CUERPO	
M6	01	CÁMARA ESPUMA	4"	150g WLR.F.	28°	---	---	TECHO	
M7	01	CÁMARA ESPUMA	4"	150g WLR.F.	85°	---	---	TECHO	
M8	01	CÁMARA ESPUMA	4"	150g WLR.F.	148°	---	---	TECHO	
M9	01	CÁMARA ESPUMA	4"	150g WLR.F.	205°	---	---	TECHO	
M10	01	CÁMARA ESPUMA	4"	150g WLR.F.	285°	---	---	TECHO	
M11	01	CÁMARA ESPUMA	4"	150g WLR.F.	324°	---	---	TECHO	
M12	01	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	4"	150g WLR.F.	284°	---	---	TECHO	
M13	01	SENSOR DE NIVEL TÁNDEM	4"	150g WLR.F.	288°	---	---	TECHO	
M14	01	INDICADOR MANUAL TECHO	8"	150g WLR.F.	289°	---	---	TECHO	
M15	01	BOQUILLA DE REBOSE	8"	150g WLR.F.	100°	-800	---	REFERENCIA EL TECHO	
M16	01	ENTRADA DE HOMBRE CILINDRO	36"	API 850	85°	+1035	---	CUERPO	
M17	01	ENTRADA DE LIMPIEZA	24"x 24"	API 850	155°	---	---	CUERPO	
M18	01	ENTRADA DE HOMBRE CILINDRO	36"	API 850	249°	+1035	---	CUERPO	
M19	01	ENTRADA DE LIMPIEZA	24"x 24"	API 850	334°	---	---	CUERPO	
M20	01	ENTRADA DE HOMBRE CILINDRO	36"	API 850	307°	+1038	---	CUERPO	
M21	01	ENTRADA HOMBRE TECHO	24"x 24"	API 850	90°	---	---	TECHO	
M22	01	ENTRADA HOMBRE TECHO	24"x 24"	API 850	270°	---	---	TECHO	
S1	01	SUMIDERO DE FONDO	1820	API 850	104°	-800	---	FONDO	
T1	01	CONEXIÓN A TIERRA	---	---	41°	---	+300	CUERPO	
T2	01	CONEXIÓN A TIERRA	---	---	131°	---	+300	CUERPO	
T3	01	CONEXIÓN A TIERRA	---	---	222°	---	+300	CUERPO	
T4	01	CONEXIÓN A TIERRA	---	---	314°	---	+300	CUERPO	
LSL	01	INTERRUPTOR NIVEL BAJO	3"	150g WLR.F.	71°	+1100	---	CUERPO	
LSH-II	01	INTERRUPTOR NIVEL ALTO-BAJO	3"	150g WLR.F.	71°	-800	---	CUERPO	REFERENCIA EL TECHO
LSH-I	01	INTERRUPTOR NIVEL ALTO	3"	150g WLR.F.	71°	-1000	---	CUERPO	REFERENCIA EL TECHO
LI-A	01	INDICADOR DE NIVEL TIPO REGLA	1/2" - 1 1/4"	CPLG. 8000g.	171°	---	---	TECHO	
V	01	VIENTO NORMAL	450x450mm	API 2000	209°	---	---	TECHO	

**RELACION DE ACCESORIOS DEL TANQUE 160 MB**

- NOTAS:**
- Todas las dimensiones están en milímetros
  - Todas las juntas soldadas deben tener 100% penetración (100%)
  - Margen por Corrosión: considerarlo.
  - Margen por corrosión en 1er Anillo: 3 mm
  - Margen por corrosión en 2do Anillo de 6mm: 1,5 mm
- PROTECCIÓN SUPERFICIE INTERNA:**
1. Sistema Epoxi-fendite
- PROTECCIÓN SUPERFICIE EXTERNA:**
- PINTADO:**
1. El sistema se aplicará en la estructura exterior del tanque con zinc Inorgánico Epoxi Polivalente (epoxifenditecon S13-22-09)
- Se usará capa única de imprimación Inorgánica tipo en sitio.
  - Se usará capa única de pintura Epoxi.
  - Se usará capa única de pintura de acabado de tipo Polivalente Alifático tipo Inxi.
2. Este sistema se aplicará al 100% de la superficie exterior del cilindro del tanque.

**CONDICIONES DE DISEÑO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
01	ODIO	API 850 12 DICHOS
02	CAPACIDAD NOMINAL	160 MB
03	CAPACIDAD META DE TRABAJO	160 MB
04	CAPACIDAD GEOMÉTRICA	195 MB
05	PRESIÓN DE DISEÑO	ATMOSFÉRICA
06	PRESIÓN DE VACÍO	0 onz
07	PRESIÓN DE OPERACIÓN	ATMOSFÉRICA (aliviar)
08	TOLERANCIA DE CORROSIÓN	3 mm y 1,5 mm
09	CARGA EN TECHO	N/A
10	TEMPERATURA DE DISEÑO	MIN: -10,5 °C / MAX: 85 °C
11	TEMPERATURA DE OPERACIÓN	MIN: 13 °C / MAX: 28 °C
12	VELOCIDAD DEL VIENTO	12 m/s
13	DISEÑO SISMO	API 850 12M NOM ASCE 7 (ABR04)
14	ZONA SISMICA	GRUPO III
15	CLASE DEL SITO	CLASE E
16	GRANDEZA ESPECIFICA	0,80R
17	PRODUCTO DE ALMACENAMIENTO	CRUDO
18	EFICIENCIA DE JUNTA	1
19	PLACA RADIOGRAFICA	API 850
20	FILLING FLOW RATE	3500 bbl/h
21	EMPTY FLOW RATE	1500 bbl/h
22	PRUEBA ESTANQUEIDAD	HERMÉTICA

**DESCRIPCIÓN DEL TANQUE**

DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPESOR Y ANCHO	PESO (kg)
FONDO	A-36	8	131 293,44
PLACA ANILAR	A-36	9	10 186,88
TECHO TIPO DOME	ALUMINIO	PROVEEDOR	21 000
TECHO FLUJANTE DOBLE DICH	A-36	VER PLANOS	245 000
ESPESOR 1er ANILLO	A-36	32	108 658,64
ESPESOR 2do ANILLO	A-36	25	86 080
ESPESOR 3er ANILLO	A-36	19	61 911,90
ESPESOR 4to ANILLO	A-36	16	43 482,86
ESPESOR 5to ANILLO	A-36	12	32 898,99
ESPESOR 6to ANILLO	A-36	9	24 447,74
ESPESOR 7mo ANILLO	A-36	8	21 731,33
ÁNGULO DE RIGIDEZ	A-36	L 100010019	2 100,09
ACCESORIOS DEL CASCO	A-36	---	8 861,81
ACCESORIOS DEL TECHO	ALUMINIO	---	---
ACCESORIOS DEL FONDO	A-36	SUMIDERO	100
ACCESORIOS INTERNOS	NSTM A-53 Gr B	L 100010019	---
ESQUELETO EXTERNO Y PLATAFORMA	A-36	---	13 729,06
PASARELA	A-36	---	8 221,42
PERNOS DE ANCLAJE	A-193 Gr B7	---	867,81
PERNOS Y TUERCAS	A307, A325	---	---
EMPAQUETADURA	NO ASBESTO	---	---
<b>PESO TOTAL (kg)</b>			<b>80858,16</b>

PROPIETARIO: **PETROBRAS**

PROYECTO: **SERVICIO DE HABILITACIÓN Y MONTAJE UN TANQUE DE 160 MB PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN REFINERÍA CONCHÁ**

TÍTULO: **PLANO GENERAL DEL TANQUE N° 08**

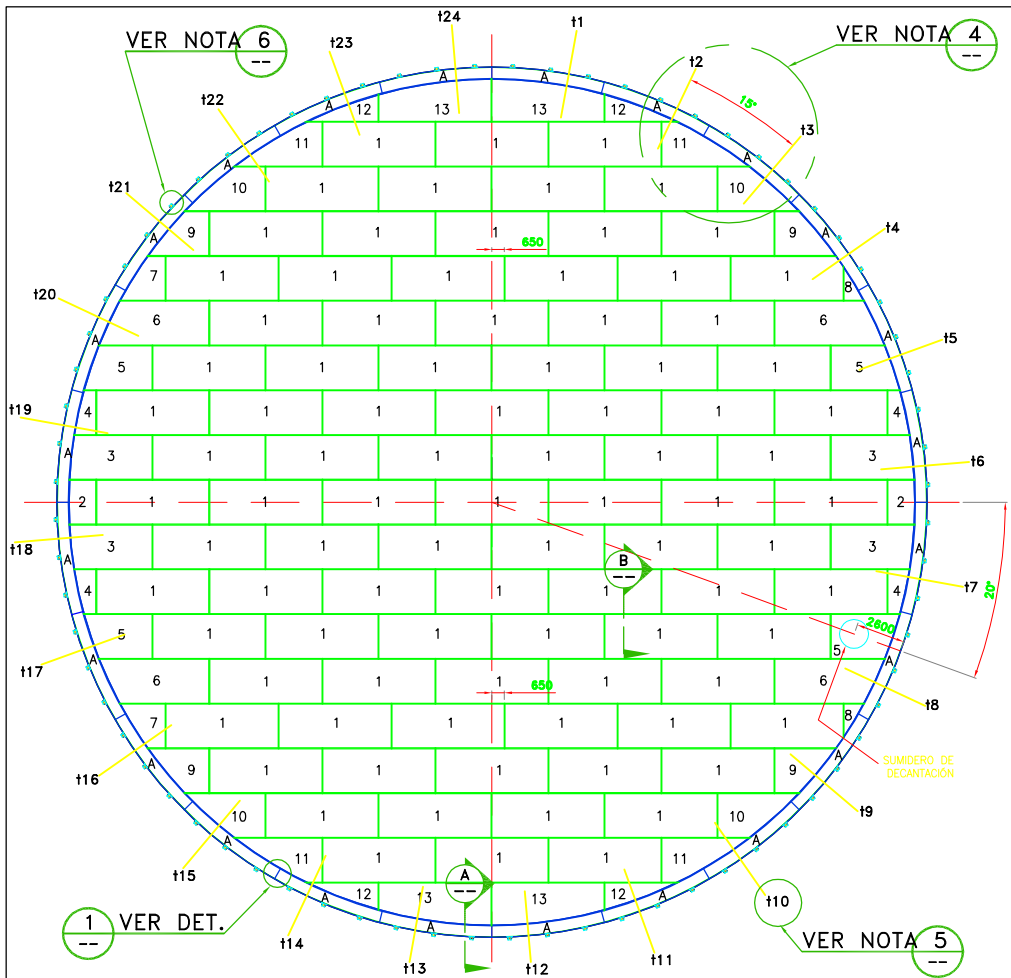
CATEGORÍA:	DISEÑADO:	M.A.V.P.	REVISADO:	E.B.B.
ÁREA:	DIBUJADO:	M.A.V.P.	APROBADO:	L.R.P.

FECHA: **FEBRERO 2016** LÁMINA: **1/1** FORMATO: **A-2** ESCALA: **IND.** REVISIÓN: **0**

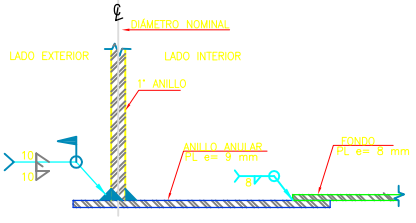
DIRECCIÓN: **ANTHONY PANAMERICANA SUR KM 28.5** N° DE PLANO: **TEC-PR-130-200-01**

PLANO N°	TÍTULO	B. INDV-13 M.A.V.P.	E.B.B.	APROBADO POR EL CLIENTE
		A. SET-13 M.A.V.P. <td>E.B.B. <td>EMITIDO PARA COMENTARIOS. </td></td>	E.B.B. <td>EMITIDO PARA COMENTARIOS. </td>	EMITIDO PARA COMENTARIOS.
		NO	TECHO DIBUJO	REVISO
				DESCRIPCIÓN

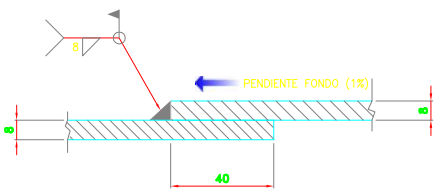
REFERENCIAS



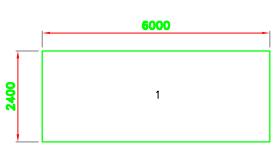
**DISTRIBUCIÓN DE PLANCHAS DEL FONDO**  
ESC: 1/200



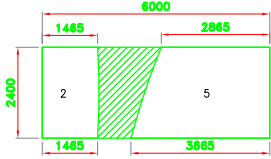
**CORTE A-A**  
ESC: S/E



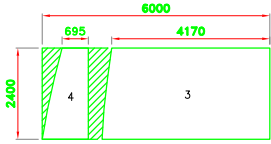
**CORTE B-B**  
ESC: S/E



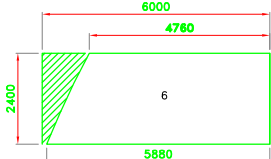
**CANT.: 91 UND.**  
Espesor = 8mm



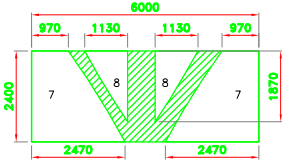
**CANT.: 04 UND.**  
Espesor = 8mm



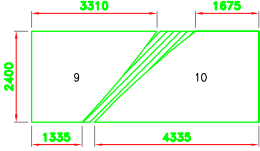
**CANT.: 04 UND.**  
Espesor = 8mm



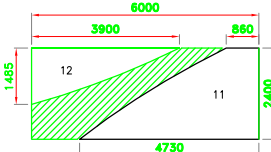
**CANT.: 04 UND.**  
Espesor = 8mm



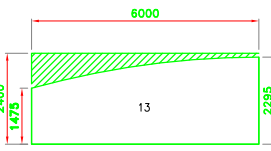
**CANT.: 01 UND.**  
Espesor = 8mm



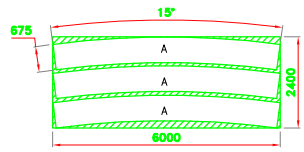
**CANT.: 04 UND.**  
Espesor = 8mm



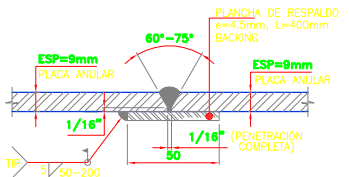
**CANT.: 04 UND.**  
Espesor = 8mm



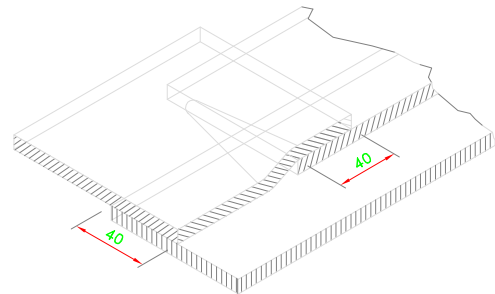
**CANT.: 04 UND.**  
Espesor = 8mm



**CANT.: 08 UND.**  
Espesor = 9mm



**DETALLE 1**  
ESC: S/E



**DETALLE TÍPICO**  
TRASLAPE DE TRES PLANCHAS  
ESC: S/E

- NOTAS:**
- Cada soldadura del fondo se hará por el método del "Paso del peregrino" tal como se muestra.
  - Unión soldada con 2 pases:  
Primera fase E-6010 de 1/8"  
Segunda fase E-7024 de 3/16"
  - Todas las dimensiones se encuentran en milímetros salvo indicación contraria.
  - El ángulo representa el desarrollo de las planchas del primer anillo del tanque. Los puntos marcados corresponden a la unión de las planchas de fondo y las soldaduras de las uniones verticales del cilindro del tanque.
  - Los puntos especificados representan las uniones de soldadura vertical del 1° anillo y las planchas de fondo.
  - Los puntos especificados representan los 72 pernos de anclaje distribuidos de forma elíptica alrededor de todo el tanque.

**LISTA DE MATERIALES - PLANCHAS DEL FONDO**

UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT.	UND.	PESO ( )
FONDO	PLANCHA DE 6000X2400X8mm	ASTM A 36	116	UND.	131293,44
FONDO	PLANCHA DE 6000X2400X9mm	ASTM A 36	08	UND.	10186,56
<b>PESO TOTAL</b>					<b>141480</b>

PROPIETARIO: **PETROPERU**  
operaciones conchali

PROYECTO: **SERVICIO DE HABILITACIÓN Y MONTAJE UN TANQUE DE 160 MB PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN REFINERÍA CONCHÁN**

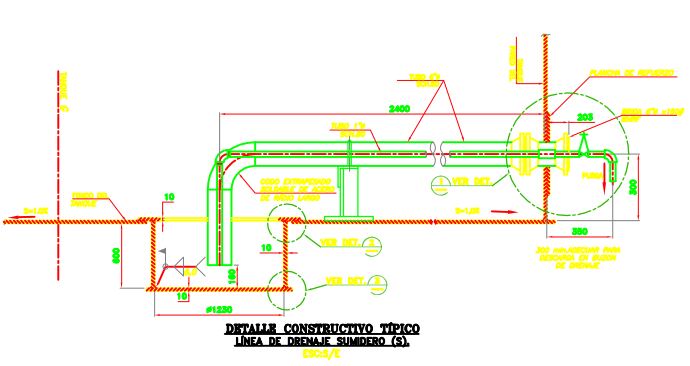
**TÍTULO:**  
**DISTRIBUCIÓN DE PLANCHAS DEL FONDO, TANQUE Nº 68**

CATEGORÍA: MECÁNICO	DISERADO: M.A.V.P.	REVISADO: E.B.B
ÁREA: INGENIERIA	DIBUJADO: M.A.V.P.	APROBADO: L.R.P.
FECHA: FEBRERO 2015	LÁMINA: 1/1	FORMATO: A-2
ESCALA: IND.	REVISIÓN: A	

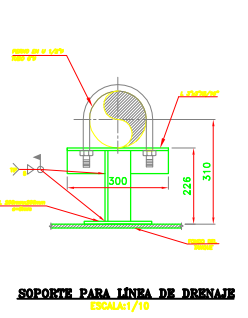
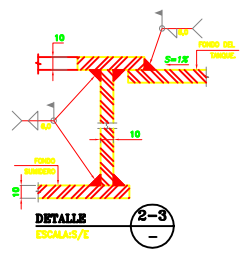
DIRECCIÓN: **ANTIGUA PANAMERICANA SUR KM 26.5**      Nº DE PLANO: **TEC6-PR-130-200-00**

PLANO No.	TÍTULO	A No.	SET-13	M.A.V.P.	E.B.B	PRIMERA EMISIÓN PARA COMENTARIOS
REFERENCIAS		FECHA	DIBUJO	REVISO	DESCRIPCIÓN	REVISIONES / MODIFICACIONES

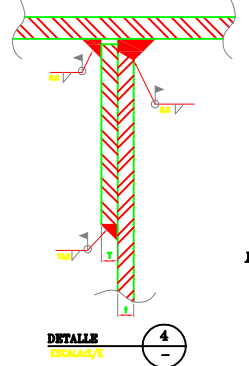




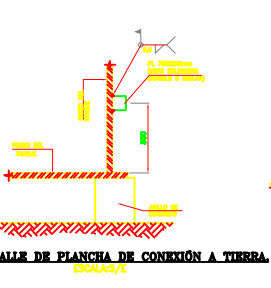
DETALLE CONSTRUCTIVO TÍPICO LÍNEA DE DRENAJE SUMINERO (S). ESCALAS/E



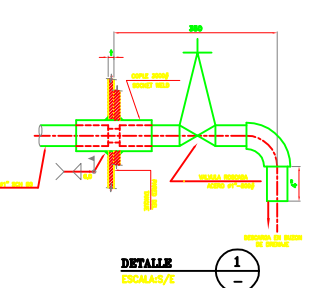
SOPORTE PARA LÍNEA DE DRENAJE ESCALAS/1/10



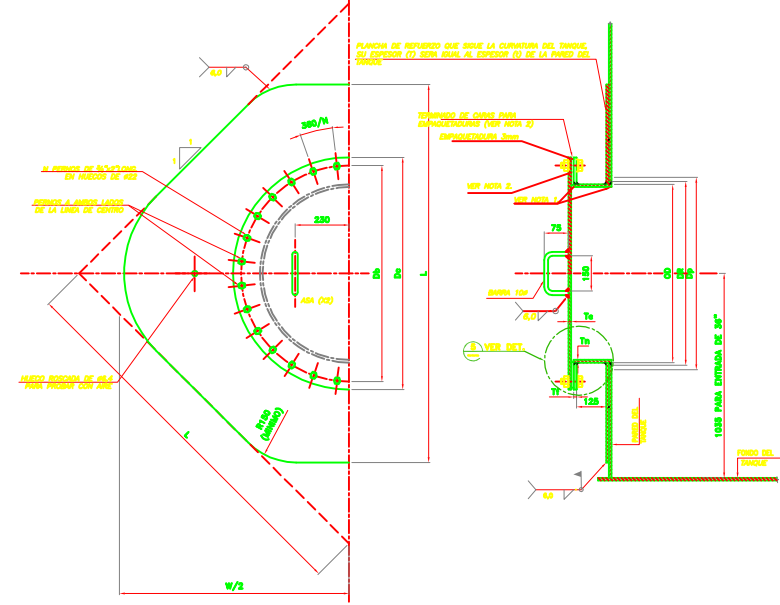
DETALLE ESCALAS/E



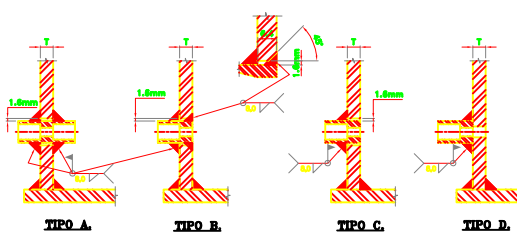
DETALLE DE PLANCHA DE CONEXIÓN A TIERRA ESCALAS/E



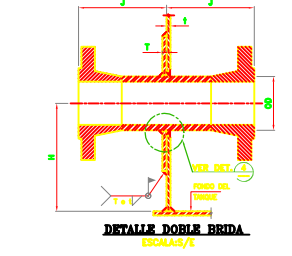
DETALLE ESCALAS/E



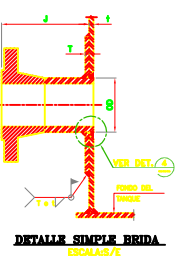
DETALLE CONSTRUCTIVO TÍPICO MANHOLE - CILINDRO DE YANQUE (VI. AS. MS). ESCALAS/E



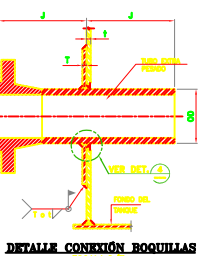
DETALLE DE CONEXIONES MENORES ESCALAS/E



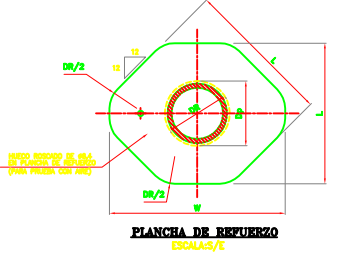
DETALLE DOBLE BRIDA ESCALAS/E



DETALLE SIMPLE BRIDA ESCALAS/E



DETALLE CONEXIÓN BOQUILLAS ESCALAS/E



PLANCHA DE REFUERZO ESCALAS/E

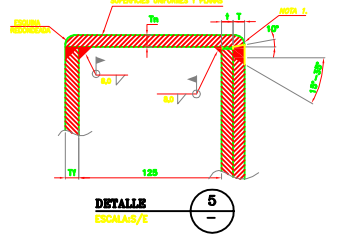
TABLA 1. CONEXIONES DE CARGA O DESCARGA. DIMENSIONES PARA BOQUILLAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9
DIÁMETRO NOMINAL DE CONEXIÓN	DIÁMETRO EXTERIOR DE TUBO DE PL. REFUERZO	DIÁM. DEL TUBO DEL REPUESTO	ANCHO FLANCHA REPUESTO	LARGO FLANCHA REPUESTO	DESCRIPCIÓN BANDA A PASES	DESCRIPCIÓN TUBO AL CEBARRO CON "N"	ESPAZAR DEL ANILLO	BOQUILLA
3"	88,9	82	285	345	175	1200	32	LSL (INTERRUPTOR NIVEL BAJO)
3"	88,9	82	285	345	175	18400	8	LSH-H (INTERRUPTOR NIVEL ALTO-ALTO)
3"	88,9	82	285	345	175	18200	8	LSL (INTERRUPTOR NIVEL ALTO)
6"	168,3	171	400	485	200	308	32	N4 (DRENAJE DEL FONDO)
24"	606,6	613	1255	1525	300	754	32	N1 (RECEPCIÓN)
18"	457,2	480	850	1180	250	581	32	N2 (DESPECHO DE TOMA ALTA)
18"	457,2	480	850	1180	250	581	32	N3 (DESPECHO DE TOMA BAJA)

CUADRO TABLA 2.

ESPAZAR DE LA PARED PLANO DE REFUERZO l x T	DIÁM. DEL TUBO EN PARED DEL TANQUE D <sub>0</sub>	DIÁMETRO DE SOLDADURA A
5 a 14	OD + 16	08
15	OD + 16	08
17 a 20	OD + 20	08
21 a 24	OD + 20	10
25 a 28	OD + 20	10
30 a 33	OD + 20	13
35 a 40	OD + 20	14
41 a 45	OD + 20	16

ENTRADA	OD	DR	DP	DD	Dc	Tn	TY	Tc	L	W	D <sub>0</sub> /2	Nº PERFOROS
J6"	915	918	935	1073	1137	14	21	24	1850	2235	459	32



DETALLE ESCALAS/E

NOTAS:  
 1.- Los files superiores de planchas cortadas serán curvados.  
 2.- Dependiendo de su espesor (1/4"), curvados con brida.  
 3.- Para verlos exclusivamente para tiempos distribuidos según API 650

LISTA DE MATERIALES - LÍNEA DE DESPECHO (S UNIDADES)

Nº	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT. U
1	BANDA 62", ANCH 816L, #180, UNDF	ASTM A 100	04 UNO
2	BANDA 62", ANCH 816L, #180, UNDF	ASTM A 100	02 UNO
3	TUBERÍA SIN COSTURA 62" SCH 80	ASTM A 85 Gr B	05 ML
4	PLANCHA DE 30mmx250mmx3mm	ASTM A 28	05 UNO

LISTA DE MATERIALES - OBRERA CONEXIÓN A TIERRA

Nº	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT. U
1	PL. 70mmx250mmx8mm	ACERO INOC. 316	04 UNO

LISTA DE MATERIALES BOQUILLAS EN CILINDRO DE TANQUE

Nº	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT. U
1	BRIDA 62", ANCH 816L, #180, UNDF	ASTM A 100	02 UNO
2	BRIDA 62", ANCH 816L, #180, UNDF	ASTM A 100	04 UNO
3	BRIDA 62", ANCH 816L, #180, UNDF	ASTM A 100	02 UNO
4	BRIDA 62", ANCH 816L, #180, UNDF	ASTM A 100	02 UNO
5	TUBERÍA SIN COSTURA 62" SCH 80	ASTM A 85 Gr B	0,6 ML
6	TUBERÍA SIN COSTURA 62" SCH 80	ASTM A 85 Gr B	0,6 ML
7	TUBERÍA SIN COSTURA 62" SCH 80	ASTM A 85 Gr B	0,6 ML
8	TUBERÍA SIN COSTURA 62" SCH 80	ASTM A 85 Gr B	0,6 ML
9	PL. 100mmx120mmx3mm BOQUILLA 24"	ASTM A 28	2,7 ML
10	PL. 110mmx120mmx3mm BOQUILLA 18"	ASTM A 28	1,5 ML
11	PL. 400mmx400mmx3mm BOQUILLA 6"	ASTM A 28	2,1 ML
12	PL. 340mmx340mmx3mm BOQUILLA 3"	ASTM A 28	1,5 ML
13	PL. 340mmx340mmx3mm BOQUILLA 3"	ASTM A 28	1,5 ML

LISTA DE MATERIALES - LÍNEA DE DRENAJE SUMINERO

Nº	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT. U
1	PL. 6mm PARA BARRIDO DECONTAMACIÓN	ASTM A 28	0,5 ML
2	TUBERÍA SIN COSTURA 62" SCH 80	ASTM A 85 Gr B	4,5 ML
3	CODO 90º, ANCH 816L, SCH80	ASTM A284 GrBFP	01 UNO
4	ANILLO DE 3"X3"/1/4" SOPORTE	ASTM A 28	0,88 ML
5	ARMAZONA TIPO UGOL 1"X1/2"INCH.	ACERO GALVANIZADO	01 UNO
6	PL. 200x200mm.	ASTM A 28	01 UNO
7	TUBERÍA SIN COSTURA 62" SCH 80	ASTM A 85 Gr B	4,5 ML
8	CODO 90º, ANCH 816L, SCH80	ASTM A284 GrBFP	02 UNO
9	VÁLVULA ACERO 1" - 60º	ASTM A 100	01 UNO

LISTA DE MATERIALES POR UNIDAD - MANHOLE DE CILINDRO 60" (S UNIDADES)

Nº	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT. U
1	BANDA 180mm	ASTM A 28	0,6 ML
2	EMPAQUE 11870002mm	ESFONDRANTE	1,1 ML
3	PL. 24mm x 1187mm (TAPA DE MANHOLE)	ASTM A 28	0,2 ML
4	ESP. 1/2"X1/2" 6/2" TUBO. ANCH-104 24"	ASTM A198 GrB7	25 UNO
5	PL. 21 mm 600mmx1187mm (BANDA)	ASTM A 28	1,8 ML
6	PL. 14 mm 600mmx1187mm (CHUELA)	ASTM A 28	0,2 ML
7	PL. 14 mm 600mmx1187mm (BET)	ASTM A 28	0,1 ML

PROYECTO:  
 SERVICIO HABILITACIÓN Y MONTAJE UN TANQUE DE 100 MBS PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN REFINERÍA CONCHÁN

TÍTULO:  
 DETALLE ACCESORIOS DE LOS TANQUES Nº 08

CATEGORÍA	MECÁNICO	DESIGNADO	C.A.V.	REVISADO	E.S.B.
ÁREA	INGENIERÍA	DESEÑADO <td>C.A.V. <td>APROBADO</td> <td>L.B.P.</td> </td>	C.A.V. <td>APROBADO</td> <td>L.B.P.</td>	APROBADO	L.B.P.

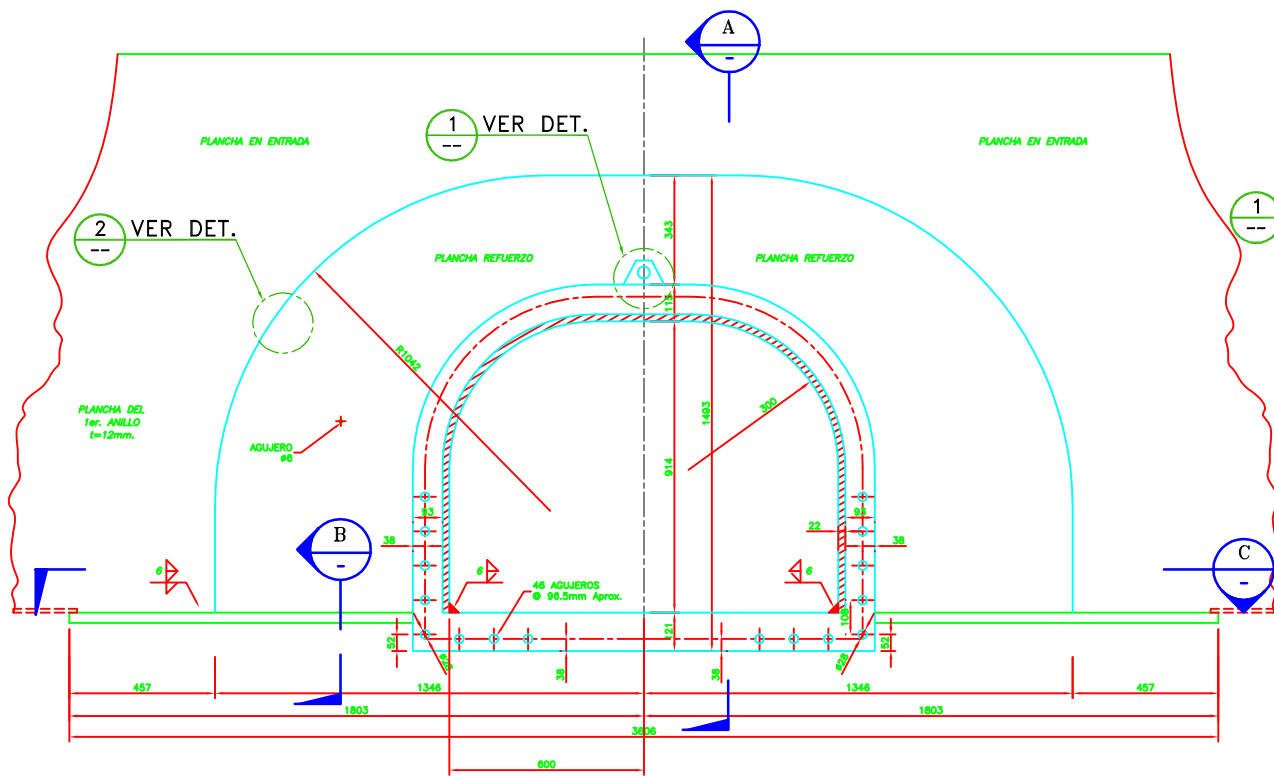
FECHA	LÁMINA	FORMATO	ESCALA	REVISIÓN
FEBRERO 2019	1/2	A-2	IND.	0

PLANO Nº.	TÍTULO	Nº.	FECHA	REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
	REFERENCIAS				REVISOR/ MODIFICACIONES

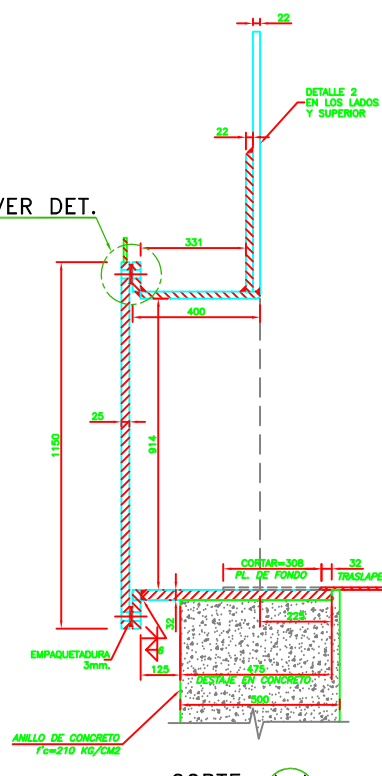
B	NOV-15 M.A.V.P.	E.S.B.	EMISIÓN PARA APROBACIÓN
A	DEY-15 M.A.V.P.	E.S.B.	PRIMERA EMISIÓN PARA COMENTARIOS

DIRECCIÓN:  
 ANTIGUA PANAMERICANA SUR KM 28.5

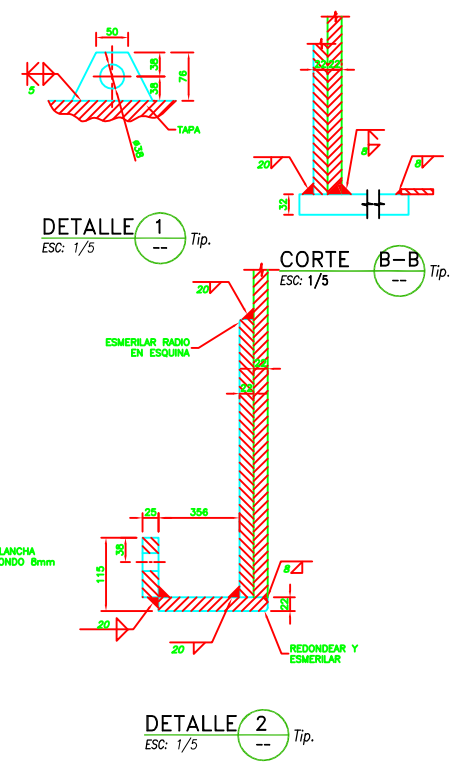
Nº DE PLANO:  
 TEGS-PR-130-200-003



VISTA FRONTAL  
MANHOLE DE LIMPIEZA DE 36"X48"  
ESC: 1/10



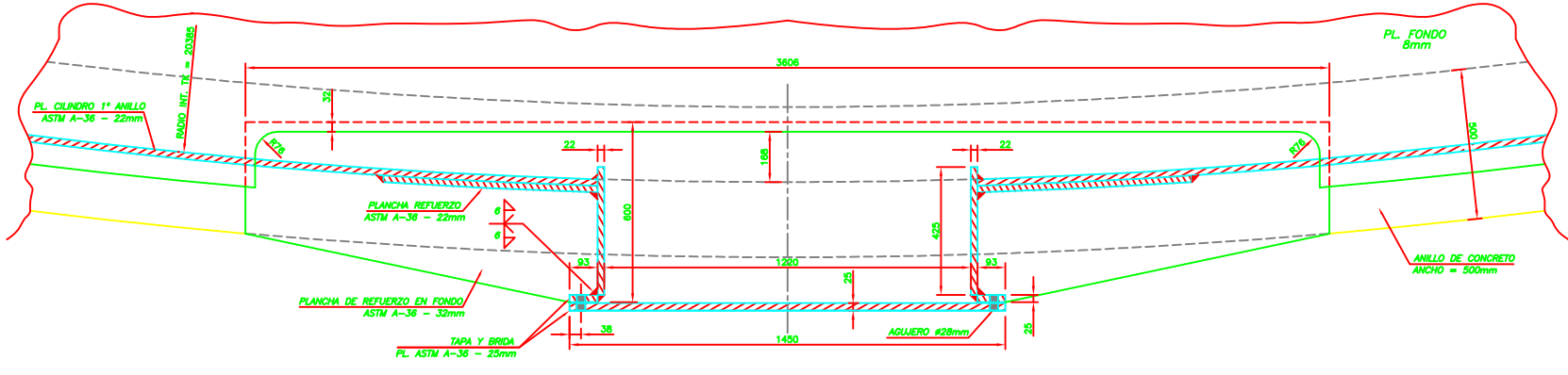
CORTE A-A  
Tip.  
ESC: 1/10



DETALLE 1  
Tip.  
ESC: 1/5

CORTE B-B  
Tip.  
ESC: 1/5

DETALLE 2  
Tip.  
ESC: 1/5



CORTE C-C  
MANHOLE DE LIMPIEZA DE 36"X48"  
ESC: 1/10

**NOTAS:**  
1.- Todas las dimensiones están en milímetros, salvo indicación contraria.

**ESPECIFICACIÓN DE MATERIAL**

NO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	UNID.
01	PLANCHA DE 2400X1200X32mm	ASTM A 36	01	UND.
02	PLANCHA DE 2400X1200X25mm	ASTM A 36	02	UND.
03	PLANCHA DE 2800X425X12mm	ASTM A 36	01	UND.
04	PLANCHA DE 3000X1500X12mm	ASTM A 36	01	UND.
05	PLANCHA DE 1500X1000X12mm	ASTM A 36	01	UND.
06	ESPARRAGOS #1"x5", CON 2 TUERCAS 2H	ASTM A-193	46	UND.
06	ENPAQUETADURA 45"#	VER DATA SHEET	01	UND.

PROPIETARIO: **PETROPERU**  
OPERACIONES CONCHÁN

PROYECTO: **SERVICIO DE HABILITACIÓN Y MONTAJE UN TANQUE DE 160MB PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN REFINERÍA CONCHÁN**

TÍTULO: **DETALLE DE ACCESORIOS DE LOS TANQUES N° 68**

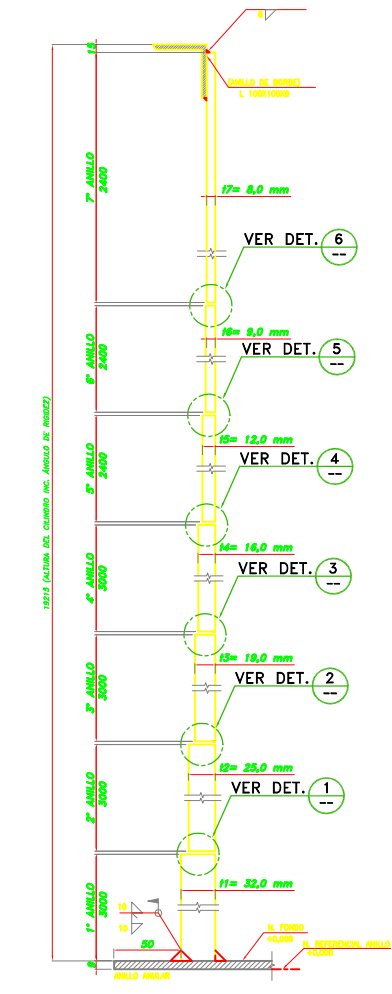
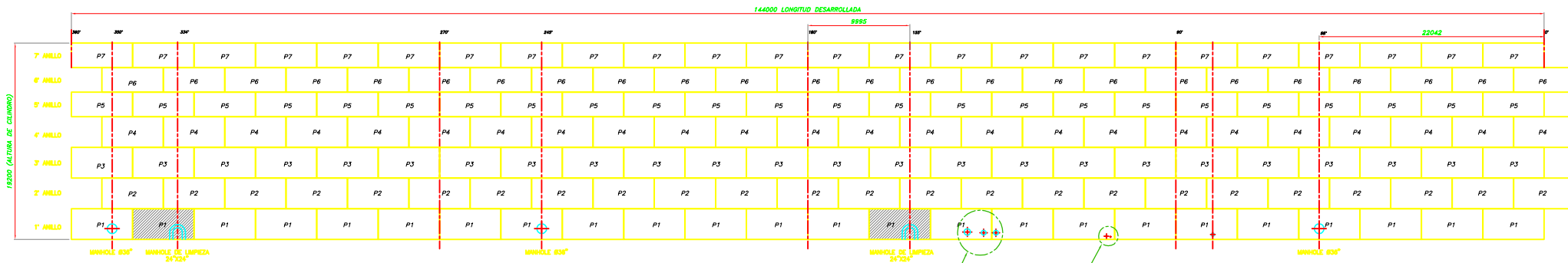
CATEGORÍA:	DISEÑADO:	REVISADO:
MECÁNICO	M.A.V.P.	E.B.B.
ÁREA:	DIBUJADO:	APROBADO:
INGENIERÍA	M.A.V.P.	L.R.P.

FECHA:	LÁMINA:	FORMATO:	ESCALA:	REVISIÓN:
FEBRERO 2015	2/2	A-2	IND.	A

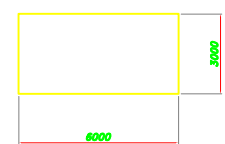
DIRECCIÓN: **ANTIGUA PANAMERICANA SUR KM 26.5**      N° DE PLANO: **TECS-PR-130-200-003**

PLANO No.	TÍTULO	A. SET-13	M.A.V.P.	E.B.B	EMITIDO PARA COMENTARIO.	
		No.	FECHA	DIBUJO	REVISO	DESCRIPCIÓN
REFERENCIAS			REVISIONES / MODIFICACIONES			

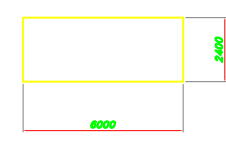




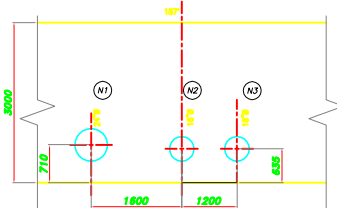
DESARROLLO DEL CILINDRO  
ESCALA 1:200



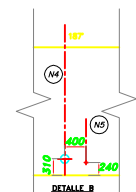
DETALLE DE PLANCHA  
12-13 ANILLO  
ESCALA 1:100



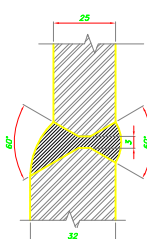
DETALLE DE PLANCHA  
2-21 ANILLO  
ESCALA 1:100



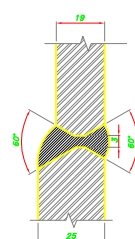
DETALLE A  
ESCALA 1:100



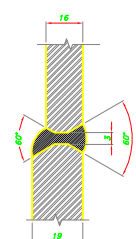
DETALLE B  
ESCALA 1:100



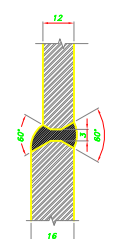
DETALLE 1  
ESCALAS/E



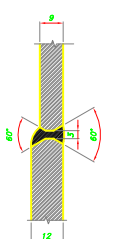
DETALLE 2  
ESCALAS/E



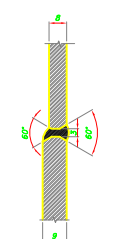
DETALLE 3  
ESCALAS/E



DETALLE 4  
ESCALAS/E



DETALLE 5  
ESCALAS/E



DETALLE 6  
ESCALAS/E

SECCIÓN A  
UNIONES SOLDADAS HORIZONTALES  
ESCALA 1:2,5

**NOTAS:**

- Todas las dimensiones están en milímetros. Excepto los indicados.
- Todas las planchas serán de formato estándar perfectamente escuadradas.
- En el montaje del cilindro se recomiendo emplear el método de galleta.
- La sobremesa de las uniones soldadas a tope no superará de 1,5 mm (1/8 in).
- No se permiten distorsiones máximas a 300mm (12 in) entre costuras de soldadura en el desarrollo del cilindro.
- Se colocara una plancha de cierre de cierre de 300mm (12 in) para cada anillo, para asegurar que el di del cilindro sea 6534 mm.

DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT.	LÍNEA	PESO (g)	
ANILLOS L 100X100X8mm					
ASTM A-36 144 ML 2106,78					
LISTA DE MATERIALES - CILINDRO					
Nº	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT.	LÍNEA	PESO (g)
01	P1 = 8000X3000X2	PLANCHA ACERO	ASTM A-36 24	PL	111191,8
02	P2 = 8000X3000X25	PLANCHA ACERO	ASTM A-36 24	PL	88965,9
03	P3 = 8000X3000X19	PLANCHA ACERO	ASTM A-36 24	PL	86733,1
04	P4 = 8000X3000X11	PLANCHA ACERO	ASTM A-36 24	PL	55815
05	P5 = 8000X2400X12	PLANCHA ACERO	ASTM A-36 24	PL	35995,9
06	P6 = 8000X2400X8	PLANCHA ACERO	ASTM A-36 24	PL	28898,43
07	P7 = 8000X2400X8	PLANCHA ACERO	ASTM A-36 24	PL	22250
				PESO TOTAL (Kg)	407080,45

PROPIETARIO: **PETROPERU**  
CORPORACION NACIONAL

PROYECTO:  
SERVICIO DE HABILITACIÓN Y MONTAJE UN TANQUE DE 160 MB PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN REFINERÍA CONCHÁN

TÍTULO:  
DISTRIBUCIÓN DE PLANCHAS DEL CILINDRO, TANQUE Nº 08

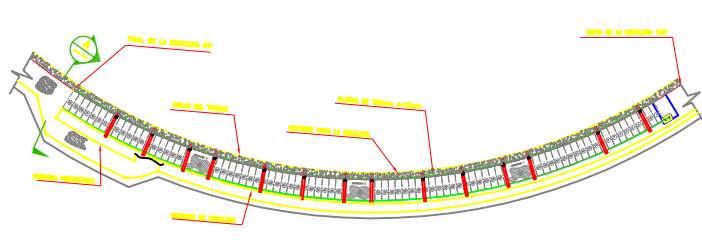
CATEGORÍA	DISEÑADO	REVISADO	ELABORADO	APROBADO
MECÁNICO	M.A.V.P.	E.B.R.	M.A.V.P.	E.B.R.
INGENIERÍA	M.A.V.P.	E.B.R.	M.A.V.P.	E.B.R.

FECHA: FEBRERO 2015  
LÁMINA: 1/1  
FORMATO: A-2  
INDICACIONES: IND. B

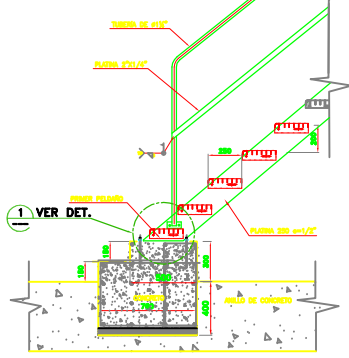
REVISIONES:  
MODIFICACIONES: REVISIONES/MODIFICACIONES

PROYECTO: SERVICIO DE HABILITACIÓN Y MONTAJE UN TANQUE DE 160 MB PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN REFINERÍA CONCHÁN  
Nº DE PLANO: TEC-PR-130-200-00

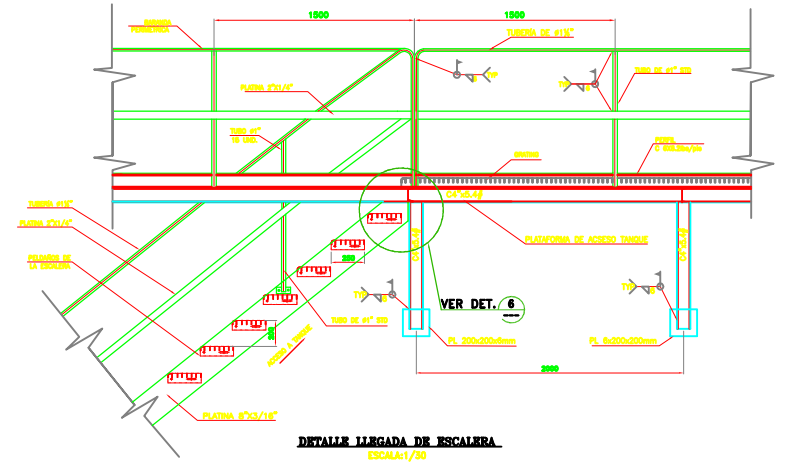
PLANO Nº	TÍTULO	B	NOV-15	M.A.V.P.	E.B.R.	APROBADO POR EL CLIENTE
A	SET-18	M.A.V.P.	E.B.R.	PRIMERA VISIÓN PARA COMENTARIOS		
REFERENCIAS						



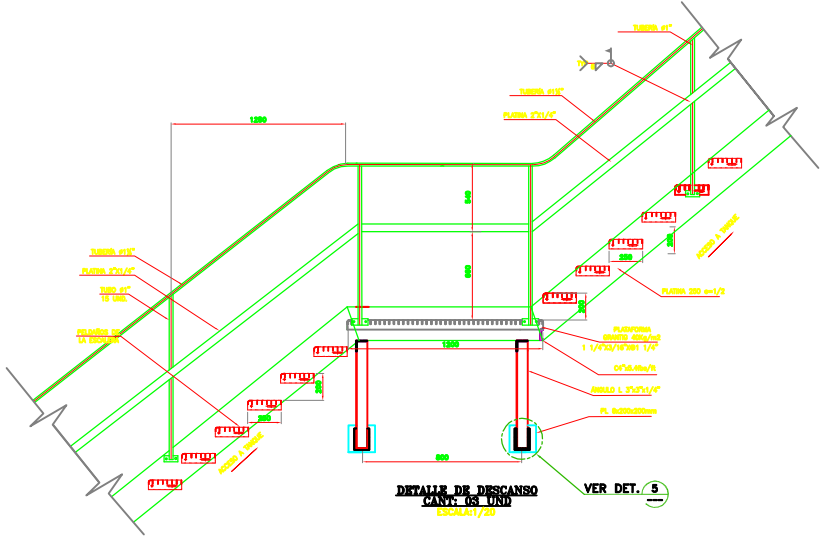
VISTA DE PLANTA  
ESCALERA Y TANGUE DEL TANGUE  
ESCALA:1/100



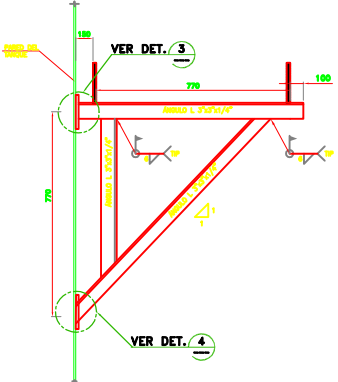
DETALLE INICIO DE ESCALERA  
ESCALA:1/20



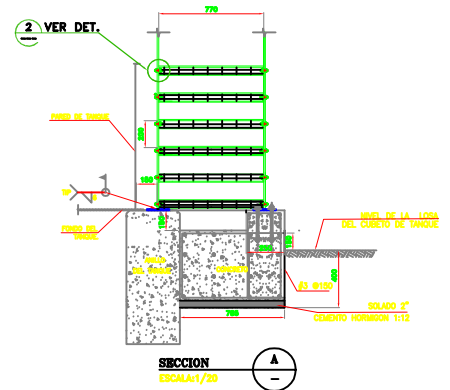
DETALLE LLEGADA DE ESCALERA  
ESCALA:1/30



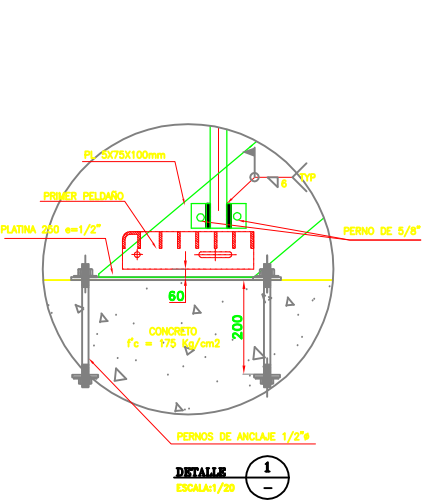
DETALLE DE DESCANSO  
CANTO ES UNO  
ESCALA:1/20



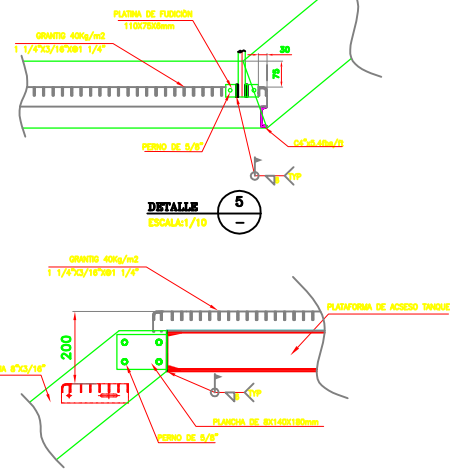
DETALLE SOPORTE PARA LA ESCALERA  
ESCALA:1/20



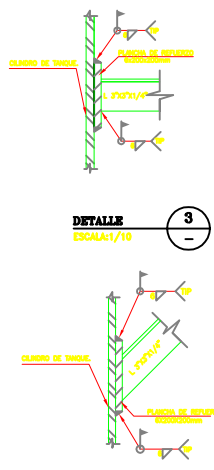
DETALLE FIJACIÓN DE LA ESCALERA A LA BASE  
VISTA DE PLANTA  
ESCALA:1/30



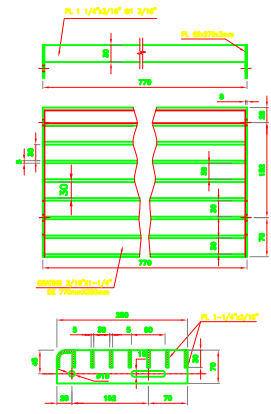
DETALLE 1  
ESCALA:1/20



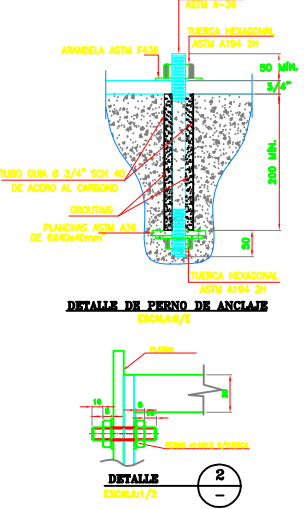
DETALLE 2  
ESCALA:1/10



DETALLE 3  
ESCALA:1/10



DETALLE DE PELDAÑO  
ESCALA: 5/8



DETALLE DE PERNO DE ANCLAJE  
ESCALA:5/8

NOTAS:

- 1.- Todos las dimensiones están en milímetros salvo indicación contraria.
- 2.- Se colocará 1 soporte para escalera debajo de los peldaños 7, 14, 21, 28, 35 y 42.
- 3.- Se colocará 2 soportes intermedios en las secciones 21 y 42.
- 4.- Se colocará 2 soportes para escalera debajo de cada descanso intermedio.

LISTA DE MATERIALES (BARANDA Y PELDAÑO)			
Nº	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT. U
1	TUBO 2 1/2" STD	ASTM A-53 GR B	28 ML
2	TUBO 2 1/2" STD	ASTM A-53 GR B	20 ML
3	PLATINA 200mm esp/2"	ASTM A-36	02 ML
4	PLATINA 2" x 1/2"	ASTM A-36	25 ML
5	GRATIS 08-08 (TIPO WIP-0)	ASTM A-36	2.8 MR
6	PELDAÑO 08-08 3/16" x 1/4" x 1/4" BENTADA	ASTM A-36	04 UND
7	PERNO 5/8" TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA	ASTM A-307	264 UND
8	PERNO 5/8" TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA	ASTM A-307	264 UND
9	PLANCHAS 6x78x100mm	ASTM A-36	8 ML
10	PLANCHAS 18x80x180mm	ASTM A-36	2 UND
11	PERNO ARANDELA 18x (L=20mm)	ASTM A-36	4 UND
12	PLANCHAS 18x48x180mm	ASTM A-36	2 UND

LISTA DE MATERIALES (BUTAROS) SOPORTE DE ESCALERA (14 UNDS.)			
Nº	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT. U
1	PERNO L 2" x 2 1/2"	ASTM A-36	3.8 ML
2	PLANCHAS 0200x200mm	ASTM A-36	02 UND

PROPIETARIO: **PETROBRAS**

PROYECTO: SERVICIO DE HABILITACIÓN Y MONTAJE UN TANGUE DE 160 M PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN REFINERÍA CONCHÁ

TÍTULO: ESCALERA DE ACCESO A TANGUE, BARANDAS Y PLATAFORMAS DEL TANGUE T-08

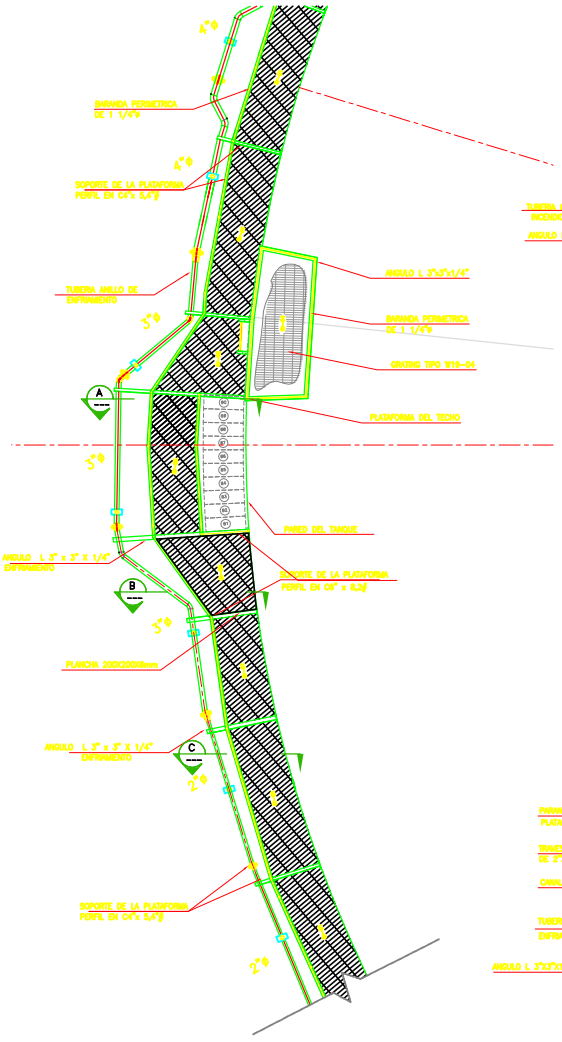
CATEGORÍA	DESIGNADO	M.A.Y.P.	REVISADO	E.B.B.
MÉCANICO				
INGENIERA				

FECHA: FEBRERO 2015 LÁMINA: 1/1 FORMATO: ESCALA: IND. A

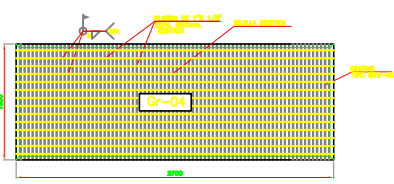
PROYECTOR: ANTONIA PANAMERICANA SUR KM 28.5

REVISIONES/MODIFICACIONES

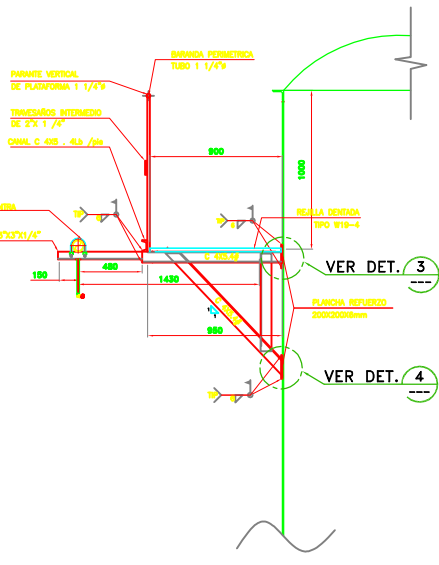
PLANO No.	TÍTULO	FECHA	REVISIONES
	REFERENCIAS		



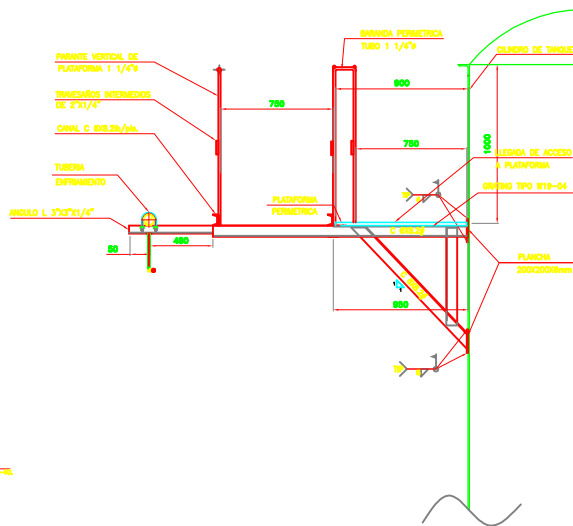
VISTA DE PLANTA  
DETALLE DE INSTALACION DE LA PLATAFORMA  
ESC: 5/E



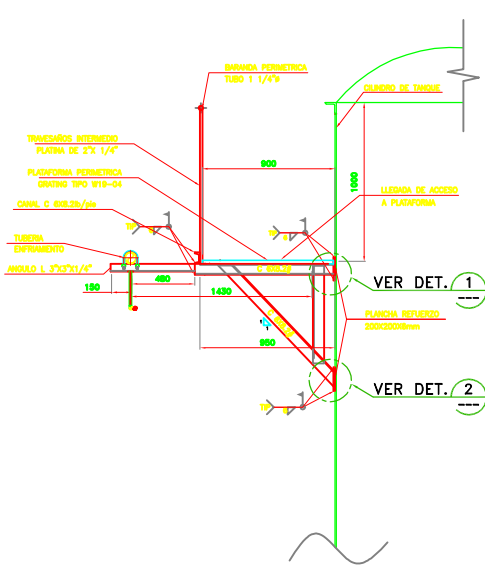
DETALLE PLATAFORMA DEL TECHO  
ESCALA 5/E



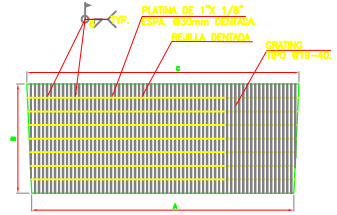
SECCION B  
ESC: 5/E



SECCION A  
ESC: 5/E

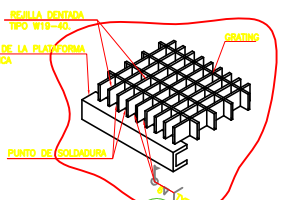


SECCION C  
ESC: 5/E



DETALLE PLATAFORMA GRATING  
ESCALA 5/E

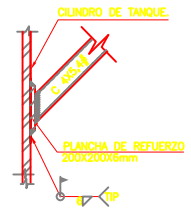
PLATAFORMA GRATING			
LARGO (L)	LARGO (L)	ANCHO (B)	
GR-01	2800 mm	2900 mm	900 mm
GR-02	2700 mm	2900 mm	900 mm
GR-04	2800 mm	3000 mm	1200 mm



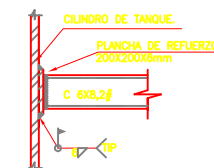
DETALLE 1  
ESC: 5/E



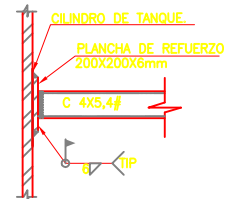
DETALLE 2  
ESC: 5/E



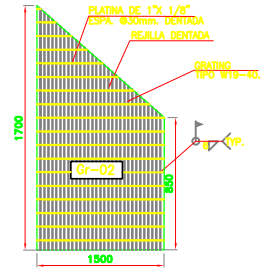
DETALLE 4  
ESC: 5/E



DETALLE 1  
ESC: 5/E



DETALLE 3  
ESC: 5/E



DETALLE PLATAFORMA GR-02  
ESCALA 5/E

- NOTAS:
- 1.- Todas las dimensiones están en milímetros salvo indicación contraria.
  - 2.- El detalle de las barras y los platillos cumplen con los estándares nacionales.
  - 3.- La plataforma de Grating o Inodoro debe estar en el fondo y en el fondo central de GR-01, GR-02, GR-03, GR-04.
  - 4.- Para los soportes perimetricos se han usado perfil C4x5,4 y C4x5,4# teniendo en cuenta que la mayor distribución de espesor está en el perfil C4x5,4.
  - 5.- La baranda perimetrica que se instalara, se figura el soporte mediante notitas.
  - 6.- La plataforma de Grating en el fondo al soporte mediante notitas al detalle.
  - 7.- se instalara la plataforma de Grating en el fondo de cada para medida normal.
  - 8.- Se colocara una columna de parte de 2m de altura aproximadamente, para el caso de la plataforma de GR-02.

LISTA DE MATERIALES PLATAFORMA DE TECHO

NO.	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTD.	U.
01	TUBO Ø1-1/2" STD	ASTM A-53 GR	15.0	ML
02	PLATAFORMA GRATING GR-02	REJILLA DENTADA/ TIPO W19-40	2.7	M2
03	PLATAFORMA GRATING GR-04	REJILLA DENTADA/ TIPO W19-40	7.2	ML
04	ANGULO L 3"x3"x1/4"	ASTM A-36	12	ML

LISTA DE MATERIALES BARANDA PERIMETRICA

NO.	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTD.	U.
01	TUBO Ø1-1/2" STD	ASTM A-53 GR	290	ML
02	PLATAFORMA GRATING GR-02	REJILLA DENTADA/ TIPO W19-40	190	ML
03	CANAL C 6x8,2#/6	ASTM A-36	190	ML

LISTA DE MATERIALES PLATAFORMA

NO.	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTD.	U.
01	PLATAFORMA GRATING GR-01	REJILLA DENTADA/ TIPO W19-40	129	M2
02	PLATAFORMA GRATING GR-02	REJILLA DENTADA/ TIPO W19-40	4	M2
03	PLATAFORMA GRATING GR-03	REJILLA DENTADA/ TIPO W19-40	2.4	M2
04	PLATAFORMA GRATING GR-04	REJILLA DENTADA/ TIPO W19-40	3.5	M2

LISTA DE MATERIALES - SOPORTE (SP-A) - (2 UNIDADES)

NO.	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTD.	U.
01	PLANCHAS 200x200x6mm	ASTM A-36	4	UNO
02	Ø4"x5,4 R/6	ASTM A-36	7.4	ML
03	ANGULO L 3"x3"x1/4"	ASTM A-36	1.58	ML

LISTA DE MATERIALES - SOPORTE (SP-B) - (2 UNIDADES)

NO.	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTD.	U.
01	PLANCHAS 200x200x6mm	ASTM A-36	4	UNO
02	Ø4"x5,4 R/6	ASTM A-36	7.4	ML
03	ANGULO L 3"x3"x1/4"	ASTM A-36	1.58	ML

LISTA DE MATERIALES - SOPORTE (SP-C) - (6 UNIDADES)

NO.	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTD.	U.
01	PLANCHAS 200x200x6mm	ASTM A-36	6	UNO
02	Ø4"x5,4 R/6	ASTM A-36	160	ML
03	ANGULO L 3"x3"x1/4"	ASTM A-36	30.87	ML

PROPIETARIO: **PETROPERU**

PROYECTO: SERVICIO DE HABILITACION Y MONTAJE DE UN TANQUE DE 100 PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN REFINERIA CONCHAL

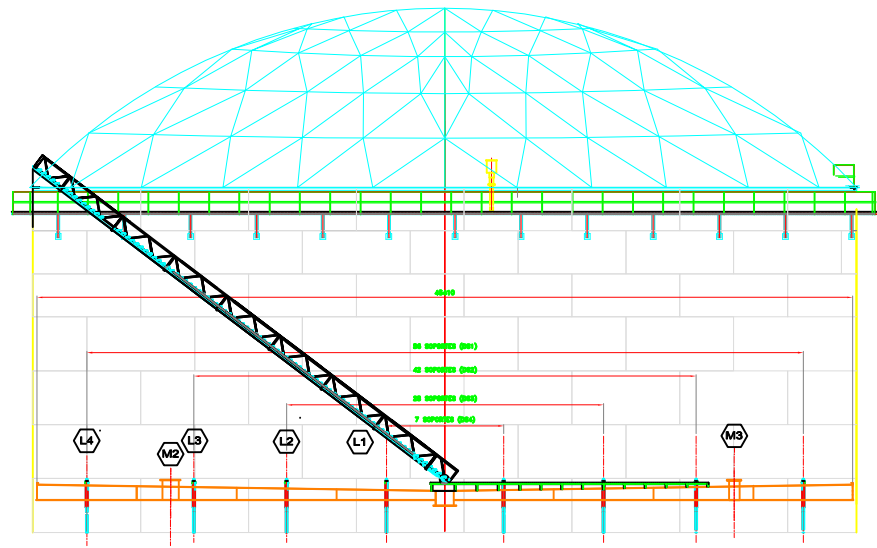
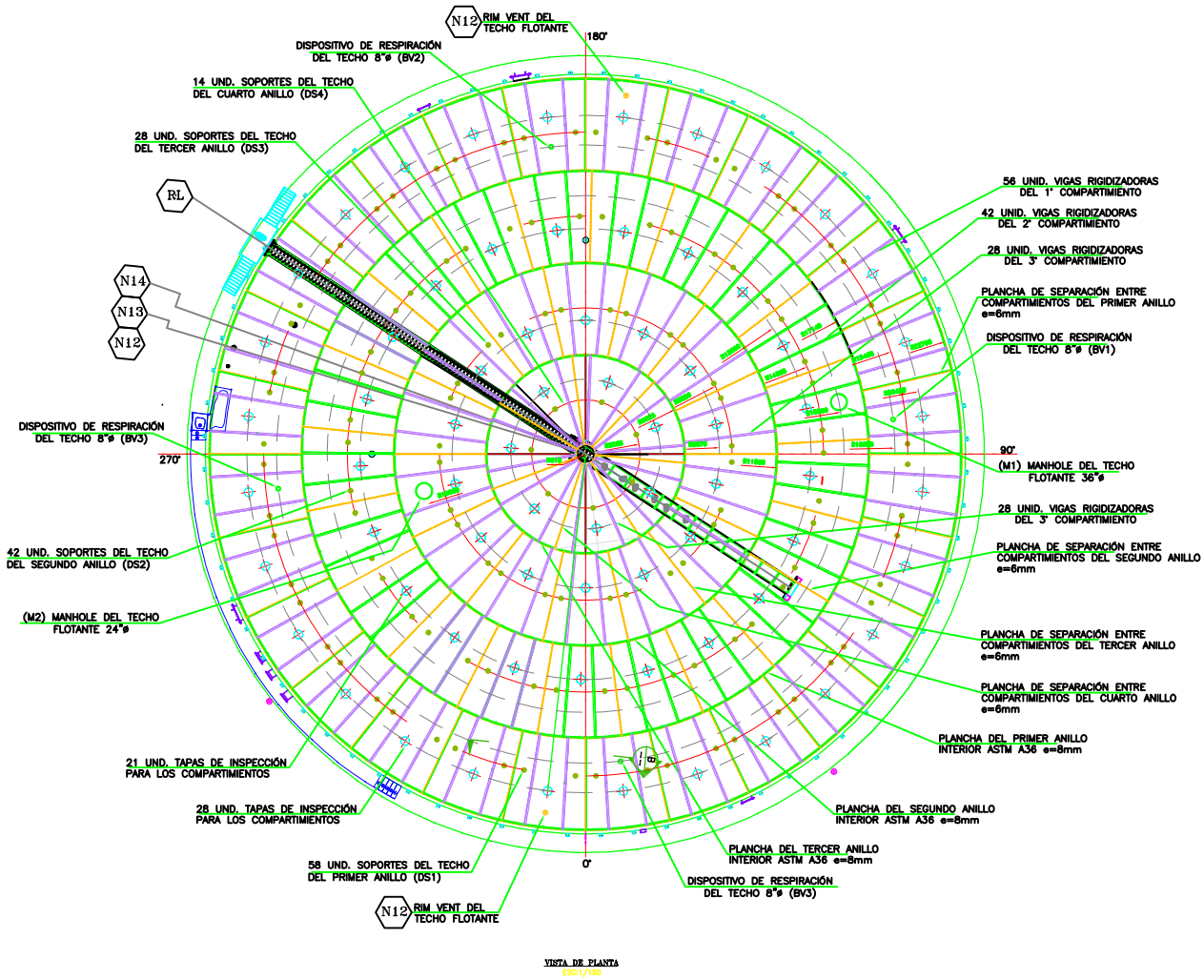
TITULO: DETALLE DE INSTALACION DE PLATAFORMA PERIMETRICA EN EL CILINDRO A TANQUE N° 08

CATEGORIA:	MECANICO	DISEÑADO:	A.H.S.	REVISADO:	J.A.C.
AREA:	INGENIERIA	DISEÑADO:	A.H.S.	APROBADO:	L.R.P.

FECHA:	LABOR:	FORMATO:	ESCALA:	REVISION:
FEBRERO 2015	1/1	A-2		IND. A

PROYECTOR:	ANTHONY PANAMERICANA SUR ICA 26.5	NO. DE PLANO:	TECS-PR-130-200-01
------------	-----------------------------------	---------------	--------------------

PLANO No.	TITULO	NO.	FECHA	EMISOR	REVISOR	DESCRIPCION
	REFERENCIAS					REVISIONES/MODIFICACIONES



VISTA DE ELEVACION  
Escala: 1/150

VISTA DE PLANTA  
Escala: 1/150

LISTA GENERAL DE ACCESORIOS DE TECHO FLOTANTE				
ITEM	CANT.	Ø	DESCRIPCIÓN	RADIO (mm)
DS1	36	3"	SOPORTES EN COMPARTIMENTOS	3000
DS2	42	3"	SOPORTES EN COMPARTIMENTOS	8000
DS3	28	3"	SOPORTES EN COMPARTIMENTOS	12000
DS4	7	3"	SOPORTES EN COMPARTIMENTOS	16000
BV1	1	8"	DISPOSITIVO DE RESPIRACION DEL TECHO	18650
BV2	1	8"	DISPOSITIVO DE RESPIRACION DEL TECHO	18650
BV3	1	8"	DISPOSITIVO DE RESPIRACION DEL TECHO	18650
BV4	1	8"	DISPOSITIVO DE RESPIRACION DEL TECHO	18650
DD	4	3"	ORBIQUE DEL TECHO	2850
DS1	1	40"	SUBSIDIO DEL TECHO	0
M1	1	36"	CHUBA DE HOMBRE	15000
M2	1	24"	CHUBA DE HOMBRE	10000
IH	28	20"	ESCALERA PARA INSPECCION DE POSICIONES DEL PRIMER ANILLO	20450
IH	21	20"	ESCALERA PARA INSPECCION DE POSICIONES DEL SEGUNDO ANILLO	12675
IH	14	20"	ESCALERA PARA INSPECCION DE POSICIONES DEL TERCER ANILLO	12675
IH	7	20"	ESCALERA PARA INSPECCION DE POSICIONES DEL CUARTO ANILLO	12675
GP1	1	8"	POZO PARA MEDICION MANUAL	15053
GP2	1	8"	POZO PARA MEDICION NIVEL AUTOMATICO	12888
GP3	1	8"	POZO PARA MEDICION TEMPERATURA AUT.	12888
RL	1	—	ESCALERA INTERIOR MOVILIZADORA	—
RV1	1	4"	RIM VENT DEL TECHO	21705
RV2	1	4"	RIM VENT DEL TECHO	21705

PROPIETARIO:	<b>PETROPERU</b> operadora nacional				
PROYECTO:	SERVICIO DE HABILITACION Y MONTAJE DE UN TANQUE DE 100 t PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN REFINERIA CONCHÁN				
TITULO:	DISTRIBUCION DE ACCESORIOS DEL TECHO FLOTANTE (PLANTA Y ELEVACION)				
CATEGORIA:	MECANICO	DISEÑADO:	E.B.B.	REVISADO:	E.B.B.
AREA:	INGENIERIA	DIBUJADO:	J.C.M.	APROBADO:	L.R.P.
FECHA:	FEBRERO 2010	CAMPA:	1/1	FORMATO:	A-2
INSTRUMENTO:	ANTHUS PANAMERICANA SUR KM 28.5	ESCALA:	IND.	REVISION:	0
Nº DE PLANOS:	TECS-PR-130-200-00				

	B. NOV-13	E.B.B.	E.B.B.	APROBADO POR EL CLIENTE	
	A. SET-15	E.B.B.	E.B.B.	EMITIDO PARA COMENTARIOS.	
FLAND No.		FECHA	DIBUJO	REVISO	DESCRIPCION

REFERENCIAS REVISIONES / MODIFICACIONES