

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN TANQUE DE AGUA  
DESMINERALIZADA PARA LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA KALLPA –  
CHILCA LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

PAJA CHURA, ABELARDO

**Villa El Salvador  
2018**

## **DEDICATORIA**

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

### **AGRADECIMIENTOS:**

A Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado. A la universidad por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional. Y por último a mis colegas de trabajo los cuales me han motivado durante mi formación profesional.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	10
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	11
1.2.1. TÉCNICA.....	11
1.2.2. ECONÓMICA.....	12
1.2.3. SOCIAL .....	12
1.3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO .....	13
1.3.1. TEÓRICA.....	13
1.3.2. TEMPORAL.....	13
1.3.3. ESPACIAL.....	13
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.4.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	14
1.5. OBJETIVOS.....	15
1.5.1. OBJETIVO GENERAL .....	15
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
II. MARCO TEORICO .....	16
2.1. ANTECEDENTES.....	16
2.2. BASES TEÓRICAS.....	21
2.2.1. CENTRAL TERMICA DE CICLO COMBINADO CHILCA 2.....	21
2.3. INTERGRAPH TANK.....	23
2.4. MATERIALES .....	25
2.5. CONEXIONES Y ELEMENTOS ESPECÍFICOS DEL TANQUE .....	26
2.6. ESPECIFICACIONES DEL TANQUE.....	30
2.6.1. INTER-FASES.....	30

2.6.2.	CAPACIDAD .....	31
2.6.3.	TEMPERATURA .....	32
2.6.4.	ESTRUCTURAL .....	32
2.6.5.	TECHO .....	33
2.6.6.	SOLDADURA.....	34
2.7.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	37
III.	DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....	41
3.1.	MODELO DE SOLUCION PROPUESTO .....	41
3.2.	RESULTADOS.....	42
3.2.1.....	CALCULO DEL PESO Y VERIFICACION DE ESPESORES DEL TANQUE.....	42
3.2.2.	VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD POR EL VIENTO .....	46
3.2.2.1.	CALCULO DE LAS CARGAS DE VIENTO.....	46
3.2.2.2.	VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD DEL TANQUE POR EL VIENTO	47
3.2.2.3.	RESUMEN DE CARGAS POR VIENTO .....	48
3.2.2.4.	VERIFICACION DEL REFUERZO INTERMEDIO .....	49
3.2.3.	VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD POR SISMO (E) .....	51
3.2.3.1.	DATOS DEL LUGAR Y PARAMETROS SISMICOS .....	51
3.2.3.2.	VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD DEL VOLCADO POR SISMO	53
3.2.3.3.	VERIFICACIÓN POR COMPRESIÓN (API 650 – E.6.2.2) .....	57
3.2.3.4.	REQUERIMIENTO DE ANCLAJES .....	58
3.2.3.5.	RESUMEN DE CARGAS POR EL SISMO.....	59
3.2.4.	ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA VIGA RADIAL .....	60
3.2.4.1.	DATOS Y CANTIDAD DE CARGAS .....	60
3.2.4.2.	ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIGUETA RADIAL .....	62
3.2.5.	ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIGUETA RADIAL .....	63
3.2.5.1.	RESUMEN DE CARGAS .....	63

3.2.5.2.	DIAGRAMA DE ACCIONES DE CARGAS .....	64
3.2.6.	FABRICACIÓN EN TALLER.....	67
3.2.6.1.	RECEPCIÓN DE MATERIALES .....	67
3.2.6.2.	HABILITADO .....	68
3.2.6.3.	ARMADO.....	71
3.2.6.4.	SOLDADURA.....	72
3.2.6.5.	PRE – ENSAMBLE .....	73
3.2.6.6.	LIMPIEZA MECÁNICA.....	73
3.2.6.7.	GRANALLADO .....	74
3.2.6.8.	PINTURA.....	74
3.2.6.9.	EMBALAJE .....	75
3.2.7.	PLAN DE MANTENIMIENTO .....	76
3.2.8.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	81
	CONCLUSIONES.....	82
	RECOMENDACIONES .....	83
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	84
	ANEXOS .....	85

## LISTADO DE FIGURAS

Fig. 1	Ubicación de la CTCC Chilca 2 .....	22
Fig. 2	Elementos del tanque. ....	29
Fig. 3	Diagrama de proceso del agua desmineralizada en la CTCC. ....	30
Fig. 4	Cargas y momentos en el tanque. ....	32
Fig. 5	Detalles de soldadura .....	37
Fig. 6	Formula de Velocidad de diseño y presión de viento por altura. ....	46
Fig. 7	Detalle “b” para refuerzos superiores de la API 650 .....	49
Fig. 8	Cálculo de momento del volteo por sismo. ....	55
Fig. 9	Formula de la fuerza cortante en la base del tanque. ....	55
Fig. 10	Fórmula del peso del tanque y techo. ....	56
Fig. 11	Fórmula del ratio de anclaje .....	56
Fig. 12	Modelado de la corona del techo. ....	60
Fig. 13	Diagrama de fuerzas en un perfil de la corona .....	60
Fig. 14	Modelado de la corona del techo. ....	62
Fig. 15	Cargas actuantes en el tanque. ....	64
Fig. 16	Representación del control dimensional de planchas. ....	69

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1	Tabla de propiedades químicas y mecánicas del acero astm a-36 .....	26
Tabla 2	Entrada de datos geométricos. ....	45
Tabla 3	Resultados de espesores de planchas del software intergraphg tank .....	45
Tabla 4	Datos de entrada de los parámetros sísmicos según api 65' anexo e .....	53
Tabla 5	Calculo del centro de gravedad del casco. ....	54
Tabla 6	Cuadro de criterios para ratios de anclaje .....	57
Tabla 7	Distribución de cargas sobre el perfil a analizar en corona. ....	61
Tabla 8	Resumen de cargas en corona de techo. ....	63
Tabla 9	Resultados de los espesores de plancha para el casco. ....	66
Tabla 10	Cronograma de trabajo de ingeniería, fabricación y montaje del tanque..	81



## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto está enfocado al desarrollo de los procesos que intervienen en el dimensionamiento de un tanque de almacenamiento, desde la recogida de datos de entrada, la definición de los elementos (ya sean materiales, espesores y otras características) para el cálculo y posterior diseño, además de un plan de mantenimiento que son necesarios para fabricar un tanque siguiendo las recomendaciones del American Petroleum Institute contenidas en su famosa norma API 650, hasta el análisis de los resultados apoyándonos en el software Tank.

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

El segundo capítulo comprende el desarrollo del marco teórico en donde se definirá los términos relacionados al proyecto, proceso de dimensionamiento y fabricación de tanques según la norma API650.

En el tercer capítulo se desarrollará los cálculos y la entrada de datos al software Intergraph Tank para evaluar las diferentes características que el tanque tendrá para su posterior desarrollo de ingeniería, ya sea planos de fabricación, planes de calidad y finalmente un plan de mantenimiento para asegurar un producto durable.

## CAPITULO I

### I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La central térmica de Chilca 2 es una planta generadora de electricidad ubicada en Chilca, esta planta actualmente tiene la capacidad de generar 77 MW de potencia nominal, se ha buscado ampliar esta capacidad convirtiendo a la central térmica a una **Central térmica de ciclo combinado (CTCC)**, con lo que su producción se elevaría 37 MW, con lo que nos daría un total de 114 MW de potencia, siendo la empresa Turbogeneradores la encargada de administrar los diversos trabajos que hay por realizar, uno de los problemas presentes es el almacenamiento de agua desmineralizada que se adapte a las necesidades de la nueva central convertida, como es la protección de la fluido, espacio, capacidad, materiales<sup>1</sup>, es aquí donde la empresa ASIRU

---

<sup>1</sup> (OSINERGMIN, 2018)

toma el trabajo de fabricar y dimensionar el tanque según las especificaciones que requiere la central.

La función de este tanque es almacenar agua que ha sido tratada (desmineralizada) para posteriormente alimentar a las calderas dentro de la central, este líquido almacenado tiene que estar sin porcentaje de sales ya que la conductividad tiene que ser casi nula (siendo lo ideal 0.5p hasta un valor máximo aceptable de 1p)

La capacidad proyectada implementando el ciclo combinado es de 114MW de potencia que es la solicitada por el cliente final.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. TÉCNICA**

Frente a la necesidad de la CTCC Chilca 2 de conseguir un tanque que tiene un espacio de Ø13m metros, que almacene agua desmineralizada y que cumpla con los requerimientos de la norma API 650, ASME sección IX, AWS D1.1 se evalúa el diseño y fabricación de esta estructura que comprende un cálculo (espesores, materiales, recubrimiento, soldadura, pruebas, plan de mantenimiento) según la norma E.020 del Perú, de esta manera se cumplirá con los estándares de calidad requeridos por la central.

### **1.2.2. ECONÓMICA**

En este proyecto los costos que se verán reflejados en la central térmica será no solo el ahorro de mantenimiento al tanque, si no de la vida útil de los elementos que participan en la generación de energía eléctrica ya sea las turbinas, caldera de vapor, tubos de acceso, que están en contacto directo con el agua desmineralizada que almacena el tanque, cualquier desperfecto en el tanque intervendrá en el aumento de conductividad eléctrica del fluido y por tanto peligrará el rendimiento de los demás elementos.

### **1.2.3. SOCIAL**

Este proyecto permitirá que la CTCC se beneficie económicamente por el aumento de producción de energía eléctrica, además contribuir con el desarrollo del sector eléctrico peruano.

### **1.3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO**

#### **1.3.1. TEÓRICA**

La realización de la presente propuesta busca diseñar la construcción de un tanque que almacene agua desmineralizada para una CTCC. En Chilca-Lima.

#### **1.3.2. TEMPORAL**

El proyecto de fabricación de tanque de agua desmineralizada se ejecutó dentro de los meses de junio a agosto del 2015.

#### **1.3.3. ESPACIAL**

Este proyecto de fabricación de un tanque de agua desmineralizada para la CTCC Chilca dos se desarrolló en la empresa de ASIRU SA en Lurín Huertos de Villena –Lima.

## **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo fabricar un tanque que cumpla con todas las especificaciones técnicas necesarias para la ampliación de la Central termoeléctrica de ciclo combinado en Chilca – Lima Perú?

### **1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Qué cálculos se deben seguir para elegir los materiales, consumibles y demás elementos para la fabricación del tanque?

¿Qué procesos de fabricación se deben seguir para la construcción y la posterior garantía del tanque de agua desmineralizada?

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un tanque de agua desmineralizada para una CTCC que cumpla con todas las especificaciones técnicas que son necesarios para garantizar el almacenamiento del fluido.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar los parámetros de diseño del tanque para seleccionar las características del tanque a fabricar.

Detallar los procedimientos a seguir para garantizar la adecuada fabricación del tanque de agua desmineralizada.

## **CAPITULO II**

### **II. MARCO TEORICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

Se ha recopilado tesis que referencian el tema a desarrollar, fueron seleccionadas 6, de las cuales tres son peruanas y tres del exterior, en ellas se puede ver que desarrollan temas como la tesis de Peter Aranda que detalla la fabricación de tanques de hidrocarburos según la API, o como la tesis de optimización de tiempos para fabricación de tanques según Ivan Rodriguez.

La tesis de Aranda Busckhardt, Peter Alexander titulado “DISEÑO DE TANQUES DE ACERO SOLDADO APOYADOS SOBRE EL SUELO PARA ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS” (Alexander, 2011) nos detalla lo siguiente:

“El presente trabajo está relacionado con el diseño de tanques de acero soldado apoyados sobre el suelo para el almacenamiento de



hidrocarburos siguiendo las reglamentaciones del American Petroleum Institute ó Instituto Americano del Petróleo contenidas en su famosa norma API 650, la misma que se viene publicando bajo esas siglas desde el año de 1961. Dentro del diseño de estos tanques el diseño sismo resistente ha adquirido una especial importancia que en el pasado no tenía y que en países de alta sismicidad como el nuestro es fundamental saberlo aplicar correctamente. Por ello en el Capítulo II se presenta el modelamiento sísmico de estos tanques y las investigaciones que sobre los mismos se han realizado. Esta investigación se inicia con el Capítulo I haciendo una pequeña reseña histórica sobre el petróleo, los tanques de acero para su almacenamiento y las normas relacionadas con ellos, la soldadura que es algo fundamental, y algunos casos sobre fallas de este tipo de estructuras debido a un sismo. El segundo capítulo está referido, como ya se ha indicado, al modelamiento sísmico aceptado hoy en día que rige el diseño de estos tanques, cuyas distintas ecuaciones necesarias simplificadas aparecen en los distintos reglamentos de diseño, entre ellos el API 650”

La tesis de Rodríguez Alva Iván Eduardo titulado “IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA PARA MEJORAR EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TANQUES PARA COMBUSTIBLES EN LA EMPRESA FAMER,SA S.C.R.L.”

Nos detalla que debido a los constantes retrasos que la empresa FAMERSA S.C.R.L tenía en la entrega de los tanques estacionarios de 6000 galones de capacidad a sus clientes. Estos atrasos se daban debido

a que en las etapas del proceso de fabricación de los tanques existían defectos y actividades que no generaban valor al producto y por ende este aumentaban los tiempos de ciclos globales de fabricación de los tanques, dándose así los retrasos en las entregas. Debido a estos se implementa en la empresa las herramientas de manufactura esbelta (5S, TPM y el Justo a Tiempo), con el fin de eliminar estos defectos y evitar los retrasos, al disminuir los tiempos de ciclos globales de fabricación de los tanques. De esta manera se mejoró el proceso de fabricación de los tanques estacionarios de 6000 galones de capacidad en la empresa.

La tesis de Otto Leonel Paz titulado “MATERIALES Y FABRICACIÓN DE TANQUES CISTERNA PARA ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES, UTILIZO RECUBRIMIENTOS PARA EVITAR DAÑOS AL MEDIO AMBIENTE”

Este trabajo presenta información que puede ser utilizada en la elaboración de tanques metálicos cilíndricos en posición horizontal, para almacenamiento de líquidos a una presión esencialmente atmosférica, generalmente subterráneos, usando como bases las normas UL-58.

Considera también distintos recubrimientos exteriores de dichos tanques para evitar daños al medio ambiente, así como para prolongar la vida útil de los tanques.

Los recubrimientos de los tanques han tenido mayor importancia en estos tiempos, por el deterioro causado al medio ambiente debido a

fugas en tanques de almacenamiento de combustibles, por lo que este trabajo presenta, muy generalmente, algunas de las protecciones usadas hoy en día.

Asimismo, la tesis de Milton Omar Mayorga Toala titulado “INSPECCIÓN FÍSICA Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR OPERATIVIDAD DE UN TANQUE CILÍNDRICO VERTICAL PARA ALMACENAMIENTO DE FUEL OÍL DE ACUERDO A NORMA API 653 LUEGO DE UN SINIESTRO”

Esta tesis nos explica que un Tanque se encontraba fuera de operación debido a que en dicho año ocurrió un siniestro dentro del mismo, ocasionando una deformidad que se encuentra presente en las paredes del tanque. Debido al espacio físico que ocupa el tanque sin uso en la planta y la demanda actual del producto, es necesario mejorar la capacidad de almacenamiento de la planta, y se decidió verificar el estado de operación del tanque con el objetivo de someterlo a su reparación para su ubicación o eliminación total del mismo para dejar el espacio físico para la construcción de un tanque nuevo.

En la tesis de FAJARDO MORILLO CAMILO ALONZO titulado “PLANIFICACION Y PROGRAMACION PARA LA CONSTRUCCION DE TRES TANQUES METALICOS PARA ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS EN LA REFINERIA DE PETROPERU. TALARA.”

Esta tesis analiza el desarrollo de la planificación y programación para la ejecución de las partidas del proyecto “Fabricación, Montaje e Interconexión de 3 Tanques de almacenamiento de 120 MB c/u”, identifica la secuencialidad y el correcto proceso constructivo basado en un sistema de gestión de calidad, seguridad y medio ambiente, de este seguimiento podemos obtener ratios de producción reales los que servirán como consulta y posterior mejoramiento, para el desarrollo de la programación y planificación de obras similares. El avance real de la obra enfocada a la construcción de 01 Tanque se compara con la programación planteada en el proyecto para la construcción de 03 Tanques, se hará empleo de en un diagrama de Gantt.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. CENTRAL TERMICA DE CICLO COMBINADO CHILCA 2

Una *Central Térmica de Ciclo Combinado (CTCC)* genera energía eléctrica a partir de la combinación de dos procesos, el primero por la combustión de combustible en sus turbinas de gas, esta combustión hace girar las dichas turbinas de gas que a través de un generador produce energía eléctrica.

El calor emitido por este proceso es reaprovechado y enviado a una caldera en la cual se hace transcurrir el agua desmineralizada convirtiéndola en vapor, esta a su vez genera vapor a alta presión y mueve otro generador que produce más energía eléctrica.

### UBICACIÓN DE LA CENTRAL TERMICA DE CICLO COMBINADO

Departamento:	Lima
Provincia:	Cañete
Distrito:	Chilca
Altitud:	40 msnm

## DATOS TÉCNICOS DE CENTRAL

Potencia Instalada:	75,4 MW (Ciclo Simple)
Número de Unidades de Generación:	1 Turbinas a Gas
Fuente de Energía:	Gas natural



Fig. 1 Ubicación de la CTCC Chilca 2

## IMPORTANCIA DEL TANQUE EN LA CTCC

Es aquí donde entra el funcionamiento del tanque, ya que el agua que se requiere para realizar este proceso de obtención de energía eléctrica, tiene que ser agua desmineralizada, ya que este fluido recorrerá varios elementos y para no generar corrosión y disminuir su tiempo de vida útil es necesario diseñar un tanque que garantice la conservación de este fluido evitando el contacto con agentes externos.

Un tanque de agua desmineralizada tiene que ser diseñado en base a la capacidad y al volumen que va a ocupar, se tiene que calcular la cimentación que para este proyecto se tiene un espacio de 13.5 metros de diámetro, y una altura aproximada de 13 metros, en la cual tiene que poseer bridas en las paredes del cuerpo y que para su mantenimiento debe tener una escalera, además de 02 manholes, uno superior y otro en la base para su mantenimiento, para reducir cualquier contaminante dentro del tanque necesita de un absorbedor de CO<sub>2</sub> en la parte superior para garantizar la extracción máxima de contaminantes al agua, este elemento es importante ya que la contaminación del fluido influirá negativamente en la conservación de elementos como las turbinas, tubos, ejes y demás.

### 2.3. INTERGRAPH TANK

Este software es un paquete intuitivo y fácil de usar para el diseño y análisis de tanques de almacenamiento de aceite, petróleo, etc. Intergraph TANK proporciona un diseño rápido y preciso de nuevos tanques y la posibilidad de evaluar los tanques ya existentes. Con TANK, puede beneficiarse de un análisis completo y de las funciones de diseño para:

- Espesor de paredes
- Materiales
- Techos cónicos soportados

- Requerimientos sísmicos
- Consideraciones de servicio y mantenimiento
- Espesores de fondos
- Flexibilidad de boquillas
- Shell settlement
- Requerimientos de viento para vigas
- Pesos admisibles de fluidos

El producto también incluye una serie de amplias bases de datos de materiales, entre las que destacan: acero estructural, materiales sísmicos y boquillas curvas de actuales y antiguas normas del Instituto americano de petróleo.

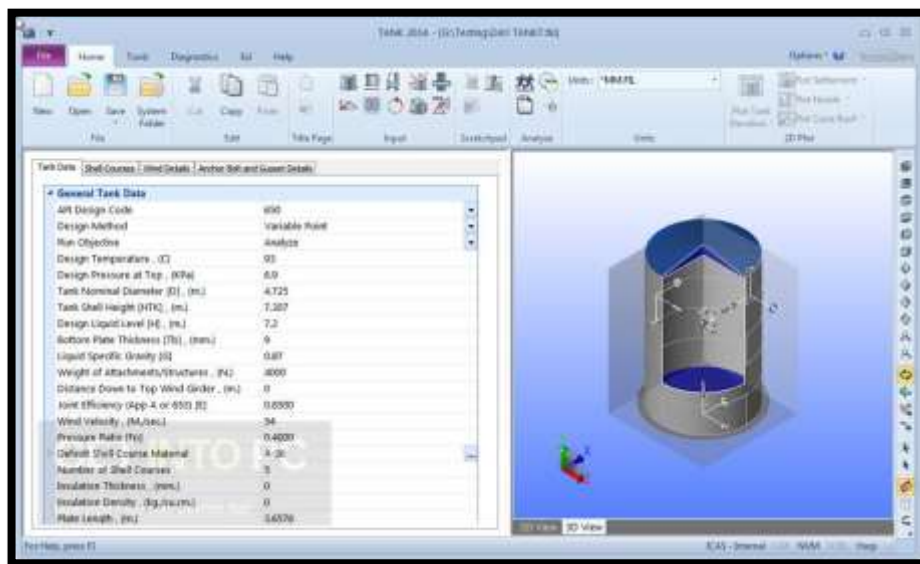


Fig. 2 Interfase software Intergraph Tank

Con TANK, no hay que preocuparse por sufrir una sobrecarga de información. Su intuitiva interfaz de usuario, solo presenta los elementos necesarios en cada punto de recogida de información. Además, permite



seleccionar cualquier combinación de elementos para realizar análisis y reportes. El programa consulta lo que necesita saber, cuando es necesario, ya que no está vinculado a configuraciones por defecto.

Usaremos este software para tener un respaldo del cálculo que llevaremos a cabo para garantizar que las conclusiones finales tengan un respaldo en este programa que es muy usado para determinar características a la hora de fabricar un tanque.

#### 2.4. MATERIALES

En los tanques de almacenamiento hay dos alternativas para los materiales a emplear<sup>2</sup>:

- Acero inoxidable.
- Acero al carbono con imprimación.

El empleo de acero inoxidable supone el ahorro de la imprimación, la no consideración de sobre-espesor por corrosión, y la posibilidad de no tener que vaciar el tanque para su inspección durante la vida de la planta. Tres aspectos que inciden directamente en el coste de fabricación del tanque y explotación de la planta. Por el contrario, el acero inoxidable requiere un mayor espesor de pared para soportar la

---

<sup>2</sup> (Vicente, Octubre 2010)

misma presión y, lo que es más importante, su precio es sensiblemente más caro que el acero al carbono.

El empleo de acero al carbono con imprimación en el 100% de su superficie interior supone el tener que vaciar el tanque y acceder a su interior cada 10-12 años de operación.

ASTM	Composición Química					Propiedades Mecánicas					
	%C	%Mn	%P	%S	%Si	Límite Elástico	Resistencia Tracción		% Alarga/.		
	x 100	x 100	x 100	x 100	x 100						
A-36	mín.	-	80	-	-	15	23kg/mm <sup>2</sup>	-	41kg/mm <sup>2</sup>	400MPa	20
	máx.	26	120	5	4	40	25kg/mm <sup>2</sup>	250MPa	56kg/mm <sup>2</sup>	550MPa	21

Tabla 1 Tabla de propiedades químicas y mecánicas del acero ASTM A-36

En este proyecto se considerará el acero ASTM A 36 para el tanque ya que fundamentalmente es el costo el que nos induce a seleccionar este material.

## 2.5. CONEXIONES Y ELEMENTOS ESPECÍFICOS DEL TANQUE<sup>3</sup>

Cada tanque dispone de un rebose, un drenaje y de un venteo. El tanque contiene sensores para medir el nivel de agua, el control de las bombas, el control de la planta de tratamiento y un indicador local tipo regleta. El tanque es cilíndrico con fondo plano y techo con las alternativas que se describen en el capítulo 3.

<sup>3</sup> (Vicente, Octubre 2010)

Se enumeran a continuación las conexiones y elementos específicos del tanque:

1. ENTRADA DE CAUDAL

Una tubería situada en la parte alta del tanque suministra agua desmineralizada proveniente de la planta de tratamiento de agua.

2. DOS SENSORES DE PRESIÓN DIFERENCIAL

Situados cerca del fondo, y un indicador de nivel situado en las virolas superiores.

3. VENTEO ATMOSFÉRICO, CON FILTRO DE CO<sub>2</sub>

Este elemento es fundamental. Las variaciones de presión que sufre el tanque en el vaciado y el llenado pueden afectar a la estructura del tanque y pueden convertirse en un factor de riesgo para el personal de la central, si bien esto último rara vez se produce.

**Vaciado del tanque:** Al vaciar el tanque, se crea un vacío interior que se ha de compensar con la entrada de aire del exterior evitando el problema de inestabilidad en las paredes y techo. El tanque puede deformarse si el filtro no admite el suficiente volumen de aire para compensar el vaciado, pero esta deformación no provocaría la rotura del mismo.

**Llenado del tanque:** Al contrario que en el anterior caso, el llenado contribuye un aumento de presión interior si no se consigue evacuar aire suficiente. Si esto se reduce, las

consecuencias pueden ser más graves. El tanque puede romperse.

En consecuencia, el diseño del venteo atmosférico se fabrica teniendo en cuenta la capacidad de llenado de las bombas, que es el factor más limitante.

#### 4. BOCAS DE HOMBRE

Acceso de personal necesario para la inspección en servicio de la superficie interna del tanque. Es necesaria una en el techo, a la que se accede mediante una escalera alrededor del tanque y otra en el cuerpo, próxima al fondo a la que se accede sin ayuda de ningún accesorio. Independientemente del material empleado hay que prever el acceso al interior.

#### 5. DRENAJE

Una tubería situada cerca del fondo que permite evacuar el agua almacenada. También es útil para obtener muestras de la calidad del agua y para controlar la presión interior.

#### 6. REBOSE

Una tubería situada cerca del techo que permite la evacuación del agua si supera el nivel máximo establecido en las condiciones de diseño.

#### 7. SUCCIÓN DE AGUA DESMINERALIZADA HACIA LAS BOMBAS

Una tubería que se sitúa cerca del fondo del tanque se encarga de conectar el mismo con las bombas de inyección y las

bombas de agua desmineralizada. Esta tubería actúa como colector común de ambos tipos de bombas.

## 8. RECIRCULACIÓN DE BOMBAS

Dos tuberías que se encargan de recircular el flujo de las bombas de inyección y de las bombas de agua desmineralizada en la parte superior del tanque

## 9. VIROLAS Y PANELES

El tanque está constituido por paneles de acero inoxidable soldados entre sí. Los paneles situados en el cuerpo del tanque se denominan virolas.

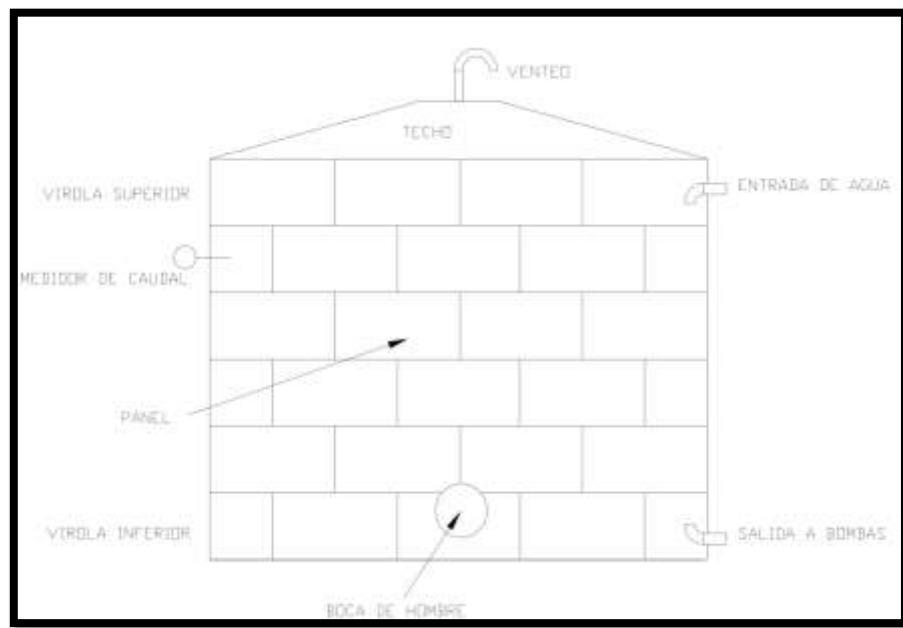


Fig. 3 Elementos del tanque.

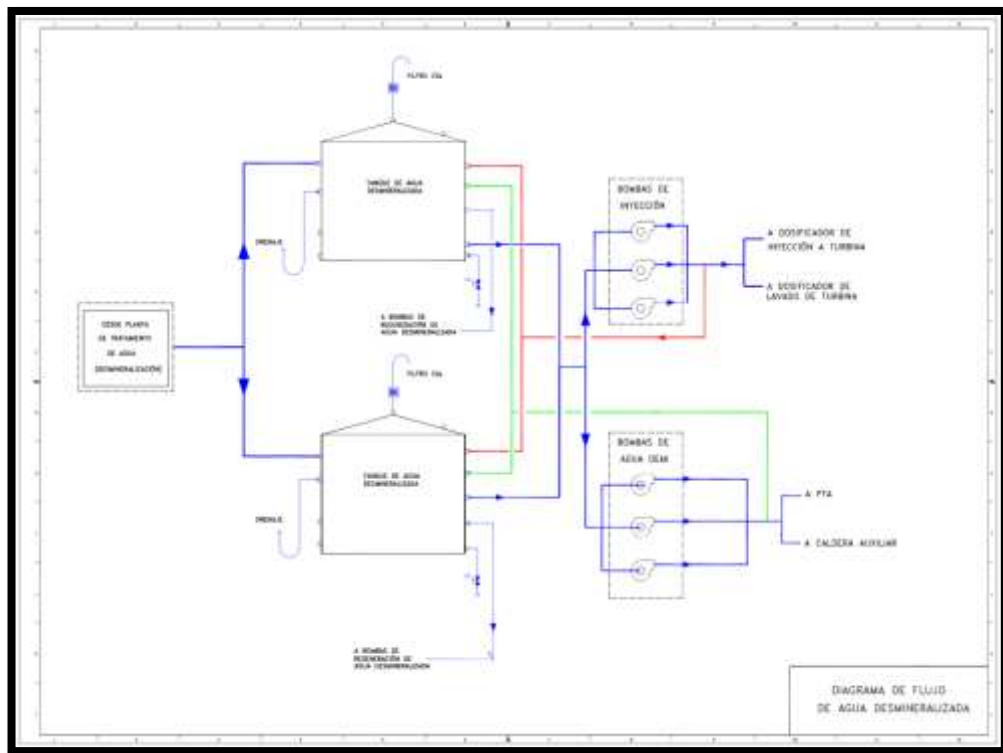


Fig. 4 Diagrama de proceso del agua desmineralizada en la CTCC.

## 2.6. ESPECIFICACIONES DEL TANQUE

El tanque debe cumplir ciertas exigencias que garanticen el suministro de agua desmineralizada sin comprometer el funcionamiento de ningún equipo ajeno a él. A continuación, se enumeran:

### 2.6.1. INTER-FASES

En la construcción del tanque se deben tener en cuenta las inter fases de los equipos y servicios con los productos suministrados por el comprador u otra parte contratante. Los requisitos principales de inter-fase son los siguientes:

- Cimentación y elementos de anclaje.
- Tuberías de conexión.
- Instrumentación.
- Protección catódica del fondo del tanque.
- Aislamiento térmico de protección.

## 2.6.2.CAPACIDAD

La capacidad del tanque viene determinada por dos factores:

- a. La capacidad de generación de agua desmineralizada por parte de la planta de tratamiento de agua.
- b. El consumo de agua desmineralizada de la planta. Dependiendo del modo de operación, los balances de agua desmineralizada varían. Cuando la planta opera con gasoil en lugar de con gas natural, es necesario el consumo de agua desmineralizada para disminuir las emisiones de gases NOx.

La corrosión puede provocar que los materiales pierdan parte de sus propiedades mecánicas. En general, se suele aplicar un sobre-espesor de corrosión de un milímetro.

### 2.6.3. TEMPERATURA

El tanque es atmosférico, y el almacenamiento de agua es a temperatura ambiente. En el emplazamiento previsto, no es necesario proteger con aislamiento térmico la superficie exterior. En este caso, la temperatura de diseño del tanque es de 35°C. Ni el tanque ni las tuberías conectadas con él llevan protección aislante para mantener el líquido a cierta temperatura.

### 2.6.4. ESTRUCTURAL

El tanque debe resistir la presión hidrostática del agua que almacena, su peso propio, las posibles sobrecargas, las cargas sísmicas y las cargas de viento. En el emplazamiento previsto no se considera sobrecarga de nieve ya que en la zona no ocurre dicho evento.

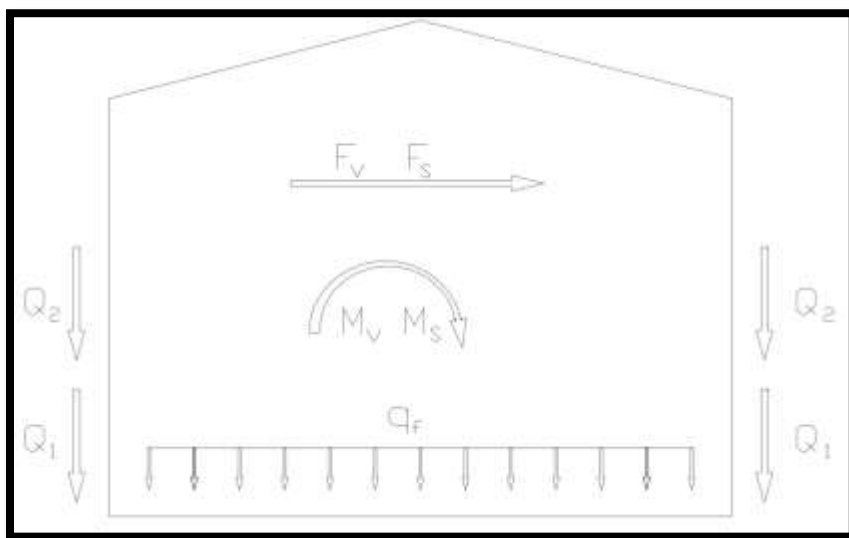


Fig. 5 Cargas y momentos en el tanque.



En la Figura 5 se identifican las siguientes cargas y momentos:

Q1: Carga periférica permanente.

Q2: Sobrecarga periférica.

qf: Máxima carga en el fondo.

FV: Carga de viento.

FS: Cargas sísmicas.

MV: Momento por viento.

MS: Momento por sismo.

#### 2.6.5. TECHO

El tanque debe estar cubierto de otra manera, la humedad ambiente haría condensar agua y mezclarla con el agua desmineralizada.

Además, el polvo, el agua de lluvia y otros elementos pueden perturbar la composición del agua. Los posibles modelos de techo que pueden elegirse para un tanque de presión atmosférica son los siguientes:

- Techo de cono soportado.
- Techo de cono auto soportado.
- Techo tipo cúpula auto soportado.
- Techo tipo paraguas auto soportado.

Para nuestro caso será un tanque con techo autosoportado ya que es económico y al tener que conservar el fluido de agentes contaminantes no puede estar expuesto al medio ambiente.

#### 2.6.6. SOLDADURA

Para asegurar el correcto funcionamiento del tanque durante todo su periodo de vida es imprescindible asegurar la calidad de las soldaduras. Los trabajos de soldadura son tareas muy rigurosas que dependen de:

- Materiales a soldar.
- Procedimiento de soldadura a emplear.
- Postura.
- Soldador.

Por todo ello, se requiere la homologación del soldador y de un procedimiento que refleje los tres primeros puntos antes mencionados. Otros aspectos como material de aporte, espesor de pasada, velocidad de soldadura, también deben estar especificados. Con el control de todos estos parámetros se asegura que la calidad de la soldadura es la adecuada y que los requisitos de resistencia mecánica y ductilidad de la propia soldadura y de la zona térmicamente afectada del material base son similares al resto de las virolas.

A pesar de esto, por norma, es obligatorio inspeccionar las soldaduras. Hay varios métodos desarrollados y de amplia aplicación en la industria.

Inspección superficial: detecta grietas, fisuras y otros defectos solamente en la superficie de la soldadura. Hay tres procedimientos a seguir:

- Partículas magnéticas
- Líquidos penetrantes
- Inspección visual
- Inspección volumétrica: detecta defectos en el interior de las soldaduras. Dos son los procedimientos a emplear:
  - Radiografía.
  - Ultrasonidos

En el caso del tanque se procederá del siguiente modo:

1. A medida que se van realizando las soldaduras se inspecciona la superficie visualmente y con líquidos penetrantes y el método de las partículas magnéticas. Esto permite la reparación rápida de los defectos detectados.
2. Inspección con radiografía de zonas locales (spots) de las soldaduras del tanque. Se seleccionan zonas por espesor, posición de soldadura (vertical, horizontal, techo, fondo, esquinas) por procedimiento de soldadura si hubiera varios.
3. Dependiendo de los resultados obtenidos el campo de inspección se ampliaría si le hubieran detectado más defectos de los admisibles.

4. Inspección con ultrasonidos. Todas las soldaduras que están en la barrera de presión del tanque se inspeccionan por ultrasonidos.

Lógicamente, la inspección por radiografía en las condiciones de montaje al air libre del tanque supone un problema serio. Es necesario acotar la zona de trabajo, evacuar al personal de los alrededores y por tanto esto puede impactaren el programa de montaje del tanque y de otros componentes y estructuras cercanos.

Las reparaciones que haya que llevar a cabo como consecuencia de las inspecciones realizadas deben volver a inspeccionarse por el mismo método.

Al final del proceso de inspección se puede asegurar la conformidad de volumen de soldadura de todo el tanque.

En la Figura 6 se muestran los distintos tipos de soldadura entre virolas. La soldadura entre virolas del mismo nivel se representa en el detalle A, en el detalle B se muestra la soldadura entre virolas del mismo espesor colocadas en niveles distintos, la soldadura entre virolas de diferente espesor se representa en el detalle C y en el detalle D se muestra la soldadura entre la virola y el fondo.

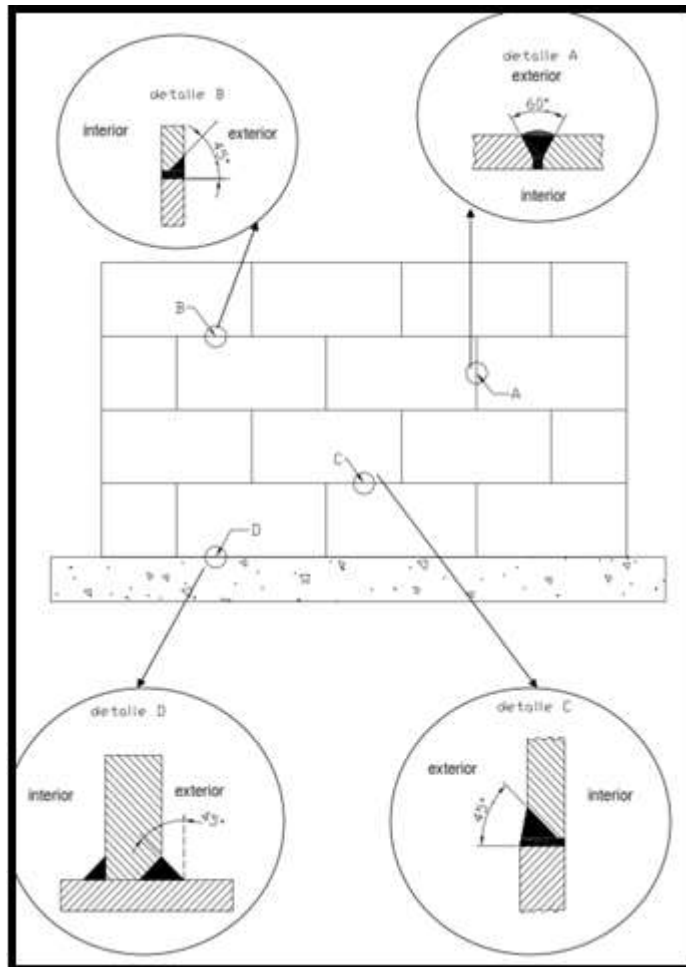


Fig. 6 Detalles de soldadura

## 2.7. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS<sup>4</sup>

### 1. Tanque Atmosférico

Son recipientes en forma convencional diseñados principalmente para almacenamiento de líquidos a presión atmosférica y existen en forma vertical y horizontal.

<sup>4</sup> (ASIRU SA, 2015)

## 2. Techo Fijo

Son las placas instaladas en la parte superior de la envolvente y soportadas mediante una estructura interna.

## 3. Soldadura

Coalescencia localizada de metales y no metales por calentamiento de los materiales a su temperatura de fusión, con o sin la aplicación de presión, y con o sin el uso de material de aporte.

## 4. Unión a tope

Tipo de unión de soldadura en el cual las partes a soldar se encuentran en el mismo plano

## 5. Calidad

Todos los detalles y características de un producto o servicio que tiene la capacidad de satisfacer necesidades definidas.

## 6. Aseguramiento de calidad

Todas aquellas acciones sistemáticas y planificadas necesarias para suministrar suficiente confianza, que el producto o servicio satisfagan los requerimientos de calidad establecidos.

## 7. Norma

Un documento establecido por consenso y aprobado por un grupo reconocido; que brinda para el uso cotidiano y repetitivo, reglas, guías o características para las distintas tareas o sus resultados, buscando el logro de la condición óptima en un contexto.

## 8. Procedimiento

Documento que describe de manera secuencial y coherente lo que debe ser realizado y por quien.

## 9. Revisión

Es una actividad de evaluación independiente realizada por un individuo o grupo, competentes del área en consideración.

## 10. Junta a tope con soldadura doble

Unión de dos elementos estructurales situados en el mismo plano, en contacto por uno de sus bordes, que se sueldan por ambos lados.

## 11. Junta a tope con soldadura sencilla y respaldo

Unión de dos elementos estructurales situados en el mismo plano, en contacto por uno de sus bordes, soldados por un solo lado respaldado por el otro con una solera o placa.

## 12. Junta a traslape con soldadura doble

Unión de dos elementos traslapados en la que los bordes de ambas piezas se sueldan con soldaduras de filete.

## 13. Junta a traslape con soldadura sencilla

Unión de dos elementos estructurales traslapados en la que el borde de uno de ellos se suelda con soldadura de filete.

## 14. Soldadura en junta a tope

Es la soldadura que se deposita en la ranura entre dos elementos situados en el mismo plano (a tope) y cuyos bordes quedan en contacto. Los bordes pueden ser rectangulares, en V (simple o doble) o en U (simple o doble).

## 15. Soldadura de filete

Soldadura que tiene sección transversal aproximadamente triangular y que une dos superficies situadas aproximadamente en ángulo recto como las ensambladas en T, en rincón a traslape.

#### 16. Soldadura de filete completo

Soldadura de filete, cuyo tamaño es igual al espesor de la pieza más delgada por unir.

#### 17. Soldadura provisional o soldadura por puntos

Soldadura que se hace para mantener alineados los elementos ensamblados, mientras se sueldan definitivamente.

#### 18. Soldadura manual

Soldadura en la que la operación completa se efectúa y controla a mano.

#### 19. Soldadura automática (Soldadura a máquina)

Soldadura en la que se emplea un equipo que ejecuta la operación de soldado bajo el control y vigilancia de un operador.

#### 20. Soldadura semiautomática

Soldadura de arco con equipo que regula únicamente el suministro del metal de aporte. El avance de la operación se regula manualmente.

#### 21. Soldadura de arco-metal protegido (SMAW)

Proceso de soldadura donde la fusión se produce por el calentamiento mediante un arco eléctrico entre el electrodo metálico cubierto y el metal base. La protección de la soldadura se produce por la descomposición de la cubierta del electrodo. En este proceso no se utiliza presión y el metal de aporte se obtiene del electrodo.

#### 22. Soldadura de arco-metal gas (GMAW)

Proceso de soldadura donde la fusión se produce por el calentamiento mediante un arco eléctrico entre el metal de aporte y el metal base. El medio de protección es un gas o mezcla de gases (que puede contener un gas inerte o una mezcla de gas)



## **CAPITULO III**

### **III. DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

#### **3.1. MODELO DE SOLUCION PROPUESTO**

Se plantea realizar la memoria de cálculo para los espesores de plancha de acuerdo a los parámetros que nos asigne el especialista de las turbinas que nos dirán en qué condiciones se necesita el agua para su proceso además de cumplir con todas las conexiones y sus posiciones para su montaje.

Para la fabricación del tanque una vez realizados los planos de fabricación y montaje se requerirá un plan tanto para la fabricación y montaje, la planificación se realizará mediante un diagrama de Gantt para verificar que se cumpla con los tiempos, costos además de un buen control de calidad.

## 3.2. RESULTADOS

### 3.2.1. CALCULO DEL PESO Y VERIFICACION DE ESPEORES DEL TANQUE

#### DATOS DEL TANQUE Y CONSIDERACIONES DEL DISEÑO

##### DATOS GEOMÉTRICOS:

$V_b = 1860.8 \text{ m} = 11704 \text{ BLS}$	Capacidad bruta del tanque
$V_n = 1500 \text{ m} = 9435 \text{ BLS}$	Capacidad neta del tanque
$D = 13,500 \text{ m} = 44.29 \text{ pies}$	Diámetro nominal del tanque
$R_n = 6,750 \text{ m} = 2215 \text{ pies}$	Radio nominal del tanque
$H = 13,000 \text{ m} = 42.65 \text{ pies}$	Altura nominal del tanque (HTK)
$D/H = 1.04$	Relación D/H
$H_n = 10,479 \text{ m} = 34.38 \text{ pies}$	Altura neta de tanque para $V_n$
$S = 1/6$	Pendiente de techo (V:H) – Techo autosoportado
$R_t = 6,843 \text{ m} = 2245 \text{ pies}$	Radio inclinado de techo (para estimar el peso)
$RF = 6,808 \text{ m} = 2234 \text{ pies}$	Radio de fondo (Inc. Pestaña ext. 2 pulg. = 51 mm)

## DATOS DEL PRODUCTO A ALMACENAR:

Producto =	AGUA DESMINERALIZADA
T°max = 35 ° C	Máxima temperatura operativa
T°min = 5 ° C	Mínima temperatura operativa
HR = 79.0 %	Humedad relativa
G (Producto) = 1.00	Gravedad específica de diseño (según datos de cliente)
G (Agua) = 1.00	Para prueba hidrostática (PH)
Qin = 7, 8 m <sup>3</sup> /h	Régimen de llenado (especificado por el cliente)
Qout = 12 m <sup>3</sup> /h	Régimen de vaciado (especificado por el cliente)

## DATOS DEL MATERIAL:

Material =	ASTM A-36
Sd = 160 MPa = 23200 psi	Esfuerzo admis. para diseño (API 650 - Tabla 5.2)
St = 171 MPa = 24900 psi	Esfuerzo admis. para PH (API 650 - Tabla 5.2)
Fy = 250 MPa = 36000 psi	Esfuerzo de fluencia (API 650 – Tabla 5.2)
CA = 1.50 mm = 0.0591 in	Margen de corrosión (especificado por el cliente)

## DATOS DEL LUGAR

Lugar: Chilca

Factor de zona:  $Z = 0.4$

Parámetro del suelo - Tipo S2 (suelo intermedio)

Factor de amplificación del suelo  $S = 1.2$

Periodo de suelo  $T_p = 0.6$  s

## COMPROBACIÓN DE ESPESORES DE PLANCHAS

Standard de diseño:	<b>API 650 12 th ed. - March 2013</b>
Método de diseño:	<b>"Método de Punto fijo o de 1 pie"</b>
Peso estimado de accesorios:	<b><math>W_{sa} = 1000</math> Kg = 2205 lb</b>
Peso estimado de escalera:	<b><math>W_{se} = 3000</math> kg = 6615 lb</b>

Para cilindro tenemos: (API 650 - 5.6) <sup>5</sup>	<b><math>t_d = 4.9 D*(H-0.3) *G/S_d + CA</math></b> <b><math>t_t = 4.9 D*(H-0.3) *G /St</math></b> <b><math>D &lt; 15</math> m, <math>t = 5</math> mm (3/16"), Pero en la nota 4</b> <b>Indica: <math>3.5 &lt; D &lt; 15</math> m, <math>t = 6</math> mm (1/4 ")</b>
---	---

---

<sup>5</sup> (API Standard 650, 2003)

Para fondo tenemos:	<b>tb_min = 6 mm = 0.236 pulg.</b> <b>(Espesor nominal sin margen de corrosión, API 650 – 5.4.1)</b>
---------------------	---

Tabla 2 Entrada de datos geométricos.

### CALCULO DE ESPEORES DE PLANCHA<sup>6</sup>

DATOS DEL TANQUE				CALCULO DEL ESP. POR DISEÑO (Sd)	CALCULO DEL ESP. POR PH (St)	ESPEOR A USAR		PESO		PESO PARCIAL		
ITEM	PARTE DEL TANQUE	UBICACIÓN	MATERIAL	Hi (M)	td (MM)	tt (MM)	(MM)	(In)	(Kg)	(Lb)	(Kg)	(Lb)
1	TECHO	Techo	ASTM A36				6.35	1/4	7333.3	16170	7333.3	16170.0
2	CILINDRO	6th Anillo	ASTM A36	1,000	1,789	1,771	6.35	1/4	2114.1	4662	28802.1	63509.0
3		5th Anillo	ASTM A36	3,400	2,782	2,699	6.35	1/4	5073.9	11188		
4		4th Anillo	ASTM A36	5,800	3,774	3,628	6.35	1/4	5073.9	11188		
5		3rd Anillo	ASTM A36	8,200	4,766	4,556	6.35	1/4	5073.9	11188		
6		2nd Anillo	ASTM A36	10,60	5,758	5,484	6.35	1/4	5073.9	11188		
7		1st Anillo	ASTM A36	13,00	6,751	6,413	8	5/16	6392.3	14095		
9	FONDO	Fondo	ASTM A36				8	5/16	9144.3	20163	9144.3	20163.0
									Σ		45279.7	99842.0

Tabla 3 Resultados de espesores de planchas del software Intergraphg Tank

Nota: Incluye verificación con el software "TANK" (Ver Anexo 1)

<sup>6</sup> (ASIRU SA, 2015)

### 3.2.2. VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD POR EL VIENTO

#### 3.2.2.1. CALCULO DE LAS CARGAS DE VIENTO

A) Cargas de viento (De acuerdo al artículo. 12 - Norma E. 020 de la R.N.E.)

$V_h = V(h/10)^{0.22}$ <p><b>donde:</b>  <math>V_h</math> : velocidad de diseño en la altura <math>h</math> en Km/h  <math>V</math> : velocidad de diseño hasta 10 m de altura en Km/h  <math>h</math> : altura sobre el terreno en metros</p>	$P_h = 0,005 C V_h^2$ <p><b>donde:</b>  <math>P_h</math> : presión o succión del viento a una altura <math>h</math> en <math>\text{Kgf/m}^2</math>  <math>C</math> : factor de forma adimensional  <math>V_h</math> : velocidad de diseño a la altura <math>h</math>, en Km/h,</p>
--	--

Fig. 7 Formula de Velocidad de diseño y presión de viento por altura.

- $V = 75 \text{ Km/h} = 46.6 \text{ MPH}$
  - $H = 13.00 \text{ m} = 42.65 \text{ Pies}$
  - $C = 0.7$
  - $V_h = 79.46 \text{ km/h} = 49.4 \text{ MPH}$
  - $P_h = 22.10 \text{ kg/ m}^2 = 4.52 \text{ lb/ pie}^2$
- B) Según el párrafo 5.2.1 (k) de la API 650, considera para superficies cilíndricas verticales una presión  $P_{ws} = [18 \text{ lb/pie}^2] * [V/120]^2$
- $P_{ws} = 2.72 \text{ lb/pie}^2 = 13.27 \text{ kg/m}^2$
  - Para la presión de diseño sobre superficie cilíndrica vertical se tomará el mayor, en este caso:  $P_{hd} = 4.52 \text{ lb/pie}^2$

### 3.2.2.2. VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD DEL TANQUE POR EL VIENTO

Presión de diseño	$Phd = 4.52 \text{ Lb/pie}^2$
Diámetro nominal del tanque	$D = 44.29 \text{ Pies} = 13.50 \text{ M}$
Altura nominal del tanque	$H = 42.65 \text{ Pies} = 13.00 \text{ M}$
Fuerza del viento (corte)	$Vw = 8542 \text{ Lb}$
Momento de volteo por viento	$Mw = 182157 \text{ lb-pie}$
$Mpi =$	$0 \text{ Lbf - pie}$
Peso del cilindro sin corrosión	$W(td-CA) = 49193 \text{ Lb}$
Peso muerto del techo	$Wt + wvr = 24216 \text{ Lb}$
Peso muerto total	$WD = 73409 \text{ Lb}$ (Peso muerto del techo Incluye cilindro, accesorios y escalera)
Momento resistente	$WD * D/2 = 1625700 \text{ lb-pie}$
WL	$1467 \text{ Lb/pie}$
$1.25 * HL * D * G$	$1181$
WL	$204073 \text{ Lb}$
Mf del peso del líquido	$MF = WL * D/2 = 4519323 \text{ lb-pie}$
- Verifica:	$0.6MW + Mpi < Md / 1.5$ <b>Ok! ....</b>
- Verifica:	$Mw+0.4Mpi < (Md+Mf) / 2$ <b>Ok .... - ¡El tanque no requiere anclajes!</b>
Presión sobre el techo	$Pt = 30.00 \text{ Lb/pie}^2$
Presión corregida	$Pt\_c = 4.53 \text{ Lb/pie}^2$
U	$U = 52668.54 \text{ lb}$
Espaciamiento max. anclajes	$Sb\_max = 10.00 \text{ Pie}$

Cantidad min. De anclajes	Nb_min = 0.00 Und
Cantidad diseñada de pernos	Nb = 0 Und
Espaciado propuesto	Sb = No aplica
Esfuerzo de pernos	T = No aplica
Diámetro de pernos de anclaje	Db = 0
Esfuerzo a la tensión	$\sigma_b =$ ¡No aplicable porque no hay anclajes!

Se indica que, para el cálculo de la resistencia, el momento por cargas muertas del tanque (peso propio) incluye cilindro, estructuras de techo y otros accesorios, pero el peso del fondo no está incluido, porque la aplicación punto de descarga se toma del cilindro sobre la superficie del fondo, también se menciona que el cálculo del peso del cilindro no es con el espesor de la corrosión, que es la condición más crítica (menos peso), por lo que el peso es diferente. Por lo tanto, las consideraciones tomadas son correctas.

### 3.2.2.3. RESUMEN DE CARGAS POR VIENTO

Fuerza horizontal del viento (cortante)  $V_w = 8542$  Lb

Momento actuante por viento  $M_w = 182157$  lb-pie

Nota: Teniendo en cuenta una verificación y análisis de la presión del viento con los parámetros  $K_z$ ,  $K_{zt}$ ,  $K_d$ ,  $I$  y  $G$ , según el párrafo 5.9.7.1 de la API 650, con el software "TANK 2013", se obtiene una mayor presión de viento y, por lo tanto, mayores cargas, también debe tener en cuenta que el software



considera los efectos de la presión interna (ConsiderEo presión interna, el diseño es más conservador), los resultados son los siguientes:

1. Fuerza horizontal del viento (cortante)  $V_w = 19056 \text{ Lb}$  (Ver Sección 4 del anexo No. 1)
2. Momento actuante por el viento  $M_w = 424200 \text{ lb-pie}$  (Ver Sección 4 del anexo No. 1)
3. "Se considerará estas acciones como cargas de viento "

#### 3.2.2.4. VERIFICACION DEL REFUERZO INTERMEDIO

##### REFUERZO SUPERIOR:

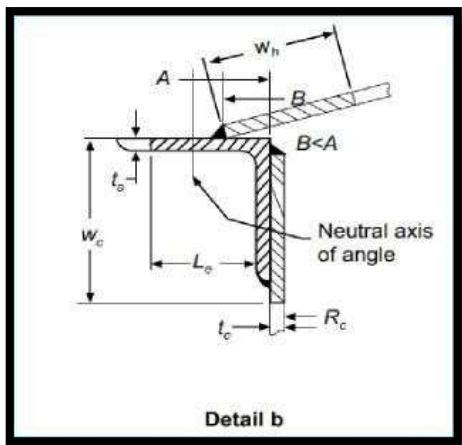


Fig. 8 Detalle "b" para refuerzos superiores de la API 650

Considerando "Detalle b" de la Fig. 7 de la API 650

Selección del perfil:

Perfil seleccionado = L 3" x 3" x 3/8"

a = 3 Inch

b = 3 Inch

ta = 0,374 Inch

A perfil = 2.11 Inch<sup>2</sup>

t c = 0.25 Inch

t h = 0.25 Inch

Le = 3.00 Inch

Rc = 265.75 Inch

Θ = 9.50 °

R2 = 1610 Inch

Wc = 4.89 Inch

W h = 11.81 Inch

F y = 36000 psi

A = 6.29 Inch<sup>2</sup>

→ Areq = 1.92 Inch<sup>2</sup> (5.10.2.6 - API 650)

Areq ≤ A Ok ....

→ Usar = L 3" x 3" x 3/8"

Peso = 453 Kg

= 1000pound

## **REFUERZO INTERMEDIO:**

En la Sección 4 del Anexo No. 6 del cálculo con el software "TANK", puede verificar que no requiere refuerzo intermedio debido a:

→  $H_t > H_{tr}$  No requiere refuerzo intermedio donde:

$H_t$  = Altura máxima sin atizador:

$H_{tr}$  = Altura transformada

### **3.2.3. VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD POR SISMO (E)**

#### **3.2.3.1. DATOS DEL LUGAR Y PARAMETROS SISMICOS**

A) Zona sísmica: Zona 4

(De acuerdo a EMS y E.030 de la RNE)

-Factor de zona :  $Z=0.45$

- Parámetro del Suelo - Tipo S2 (Suelo intermedio)

- Factor de amplificación del suelo:  $S = 1.2$

- Periodo del suelo:  $T_p = 0.6 \text{ s}$

B) Parámetros sísmicos según API 650 - Anexo E<sup>7</sup>

- Tipo de sismo: máximo aceleración del terreno con una probabilidad del 10% para exceder en 50 años.

<b>Uso del grupo sísmico (SUG)</b>	<b>S U G</b>	<b>= 3 (Por fabricante)</b>
<b>Factor de importancia (Tabla E.5 - API 650)</b>	I	=1.5 (Por fabricante)
<b>Clasificación del suelo (Conservadoramente del E.4.4 - API 650)</b>		D (Clase del sitio)
<b>Máxima aceleración del suelo (E.4.3 (2) - API 650)</b>	Sp	=0.4 g
<b>De Tabla E.1 - API 650</b>	Ss	=1.0 g - Fa = 1.1
<b>De Tabla E.2 - API 650</b>	S1	= 0.5 g - Fv = 1.5
<b>Factor de escala (E.4.6.1 - API 650)</b>	Q =	1
<b>Otros parámetros a aplicar en la API 650:</b>		
<b>Coeficiente de fricción (estimada)</b>	u =	0.5

<sup>7</sup> (API Standard 650, 2003)

<b>Factor de ajuste por aceleración espectral (E.2.2 - API 650)</b>	K =	1.5
<b>Periodo de transición (E.4.6.1 - API 650)</b>	TL =	4 s
<b>Sismo máximo durante períodos de 0 seg. (E.4.1 - API 650)</b>	So =	0.40 G
<b>Períodos cortos de aceleración según ASCE 7 (E.2.2 - API 650)</b>	S <sub>DS</sub> =	1.10 G

Tabla 4 Datos de entrada de los parámetros sísmicos según API 65' Anexo E

### 3.2.3.2. VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD DEL VOLCADO POR SISMO

Diámetro nominal del tanque  $D = 44.29 \text{ pies} = 13.50 \text{ m}$

Altura nominal del tanque  $H = 42.65 \text{ pies} = 13.00 \text{ m}$

$$D/H = 1.04$$

Clase del lugar = D

Parámetro de aceleración, periodo de 1 seg.  $S_1 = 0.50$

Parámetro de aceleración, periodos cortos  $S_s = 1.00$

Coefficiente de aceleración  $F_a = 1.10$

Coefficiente de velocidad  $F_v = 1.50$

Parámetros de aceler. Segun ASCE 7  $S_{DS} = 1.10 \%g$

Coefficiente de importancia  $I = 2$

Factor de reducción para modo impulsivo	$R_{wi}=4$ (Tabla E-4 - API 650)
Coeficiente de aceleración impulsiva	$A_i = 0.275 > 0.007$ ¡Ok! 0.28
Peso total del contenido del tanque	$W_p = 4103074$ lb
Peso de la porción impulsiva del líquido	$W_i = 3174201$ lb (API 650 - E.6.1.1)
Altura de acción de la fuerza impulsiva	$X_i = 17.16$ pies (API 650 - E.6.1.2)
Peso total del cilindro (Accesorios Inc.)	$W_s = 58013$ lb

CALCULO DE $X_s$			
Anillo	t	h	t x h
	(in)	Pies	
1	0.313	3.94	1.23
2	0.25	11.81	2.95
3	0.25	19.69	4.92
4	0.25	27.56	6.89
5	0.25	35.43	8.86
6	0.25	43.31	10.83
	<b>1.56</b>		<b>35.68</b>

Tabla 5 Cálculo del centro de gravedad del casco.

Altura del centro de gravedad del cilindro	$X_s = 35.68 / 1.56 = 22.83$ pies
Peso total del techo	$W_r = 24216$ lb
Altura del centro de gravedad del techo	$X_r = 43.88$ pies
Factor de escala del nivel de diseño	$Q = 1$
Factor de ajuste por aceleración espectral	$K = 1.5$
Factor de reducción para modo convectivo	$R_{wc} = 2$ (Tabla E-4 - API 650)

Aceleración espectral en cualquier período	$S_a = 0.40 \%g$
	→ $K_s = 0.58 \text{ lb-pies (API 650 - E.4.5.2)}$
Período natural convectivo	$T_c = 3.85 \text{ s (API 650 - E.4.5.2)}$
	$T_s = 0.682 \text{ s (API 650 - E.2.2)}$
Período de transición por largos períodos	$T_L = 4 \text{ s (API 650 - E.4.6.1)}$
Parámetro de aceleración espectral	$S_{D1} = 0.75 \%g$
Coefficiente de aceleración convectiva	$A_c = 0.146 = A_i \text{ ¡Ok!}$
Peso de la porción convectiva del líquido	$W_c = 978335 \text{ lb/pies (API 650 - E.6.1.1)}$
Altura de acción de la fuerza convectiva	$X_c = 31.27 \text{ pies (API 650 - E.6.1.2)}$

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

Fig. 9 Cálculo de momento del volteo por sismo.

Momento del volteo por sismo	$M_{rw} = 16263547 \text{ lb-pies (API 650 - E.6.1.5)}$
------------------------------	---

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

$$V_c = A_c W_c$$

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

Fig. 10 Formula de la fuerza cortante en la base del tanque.

Cortante en la base por fuerza impulsiva  $V_i = 895518 \text{ lb}$  (API 650 – E.6.1)

Cortante en la base por fuerza convectiva  $V_c = 142942 \text{ lb}$  (API 650 – E.6.1)

Cortante en la base del tanque  $V = 906855 \text{ lb}$  (API 650 – E.6.1)

Peso del techo actuando en el cilindro  $W_{rs} = 174 \text{ lb/pie}$

$$w_t = \left[ \frac{W_t}{\pi D} + w_{rz} \right]$$

Fig. 11 Fórmula del peso del tanque y techo.

Peso del tanque y techo específico  $W_t = 591 \text{ lb/pie}$

Coeficiente de aceleración vertical  $A_v = 0.154 \text{ %g}$  (API 650 – E.6.3)

Fuerza resistente a la volcadura en el anillo  $W_a = 2024 \text{ Ok!}$  (API 650 – E.6.2.1.1)

$$\rightarrow 1.28 * H * D * G * (1 - A_v) = 2046$$

Carga de volcadura por presión interna  $W_{int} = 0 \text{ lb/pie}$

$$J = \frac{M_{rw}}{D^2 [w_t (1 - 0.4A_v) + w_a - 0.4w_{int}]}$$

Fig. 12 Fórmula del ratio de anclaje



Ratio de anclaje “J”      J= 3.22

VERIFICACION SEGÚN API 650 – E.6.2.1.1.1 :

Table E.6—Anchorage Ratio Criteria	
Anchorage Ratio <i>J</i>	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.

Tabla 6 Cuadro de criterios para ratios de anclaje

J > 1.54 ¡El tanque es inestable y requiere anclajes!

### 3.2.3.3. VERIFICACIÓN POR COMPRESIÓN (API 650 – E.6.2.2)

**Cálculo de la fuerza máxima de compresión longitudinal en la base del casco:**

Para  $J \leq 0.785$ :

Máx. Esfuerzo de compresión longitudinal       $\sigma =$  no aplica  
Lb/Pies

Para  $0.785 < J \leq 1.54$ :

Máx. Esfuerzo de compresión longitudinal       $\sigma =$  no aplica  
Lb/Pies<sup>2</sup>

Para  $J > 1.54$ :

Máx. Esfuerzo de compresión longitudinal       $\sigma = 3676$   
Lb/Pies<sup>2</sup>

Esfuerzo máximo de compresión admisible en el casco:

$$\rightarrow G \cdot H \cdot D^2 / t^2 = 1302564$$

Esfuerzo máximo de compresión admisible:  $F_c = 5722 \text{ lb/pulg}^2$

¡Correcto,  $\sigma$  no excede a  $F_c$ ! (API 650 – E.6.2.2)

¡Correcto!  $F_c$  es menor que  $0.5F_y$  (18,000 lb/pulg<sup>2</sup>) (API 650 – E.6.2.2)

#### 3.2.3.4. REQUERIMIENTO DE ANCLAJES

Espaciado máximo entre pernos  $S_{b\_max} = 10.00 \text{ Pies}$  (API 3.12.3, E.7.1.2)

Cantidad mínima de pernos  $N_{b\_Min} = 14.00 \text{ pernos}$  Ok!...

Cantidad de pernos de diseño  $N_b = 20.00 \text{ und}$

Espaciamiento Propuesto para instalar  $S_b = 7 \text{ Pies} = 2134 \text{ mm}$  ¡Ok!...

Tensión en el perno de anclaje  $P_{AB} = 69567 \text{ lb}$

El esfuerzo de fluencia del perno propuesto  $F_y = 36000 \text{ psi}$  Pernos ASTM A-36

Diámetro de los pernos propuestos para instalar  $D_b = 2 \text{ pulg.}$

Esfuerzo a la tensión (Tiene que ser  $\leq 0.8 \cdot F_y$ )  $\sigma_b = 22144 \text{ psi} \leq 28800 \text{ psi}$  Ok!...

### 3.2.3.5. RESUMEN DE CARGAS POR EL SISMO

Fuerza horizontal del sismo (Cortante)  $V_E = 906855 \text{ lb}$

Momento actuante por el sismo  $M_E = 16263547 \text{ lb-Pie}$

Nota: Teniendo en cuenta un análisis y verificación del análisis sísmico con el software "TANK 2013", se obtuvieron resultados similares, cabe para indicar que el software incluye análisis por presiones internas y otros, pero detallados, las cargas resultantes son:

<b>Ratio de anclaje "J"</b>	<b>J = 4.26</b>	<b>(Ver sección 6 del anexo N° 1)</b>
<b>Fuerza horizontal del</b>	$V_w = 912440 \text{ lb}$	(Ver sección 6 del anexo N°1)
<b>Momento cortante por el</b>	$M_w = 16184000 \text{ lb-pie}$	(Ver sección 6 del anexo N°1)
<b>Cargar actuante en</b>	$PAB = 70521 \text{ lb}$	(Ver sección 7 del anexo N° 1)

"Considerarán estas cargas como acciones del sismo"

### 3.2.4. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA VIGA RADIAL

#### 3.2.4.1. DATOS Y CANTIDAD DE CARGAS

##### Modelado de la estructura (Viga simplemente apoyada)

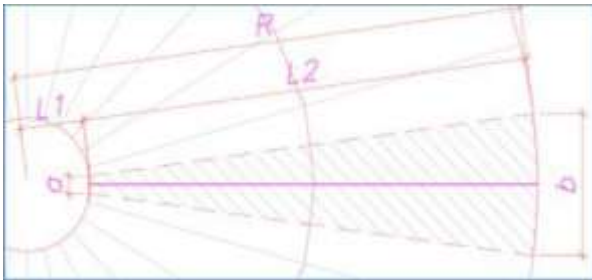


Fig. 13 Modelado de la corona del techo

##### AREA A ANALIZAR SOBRE VIGA

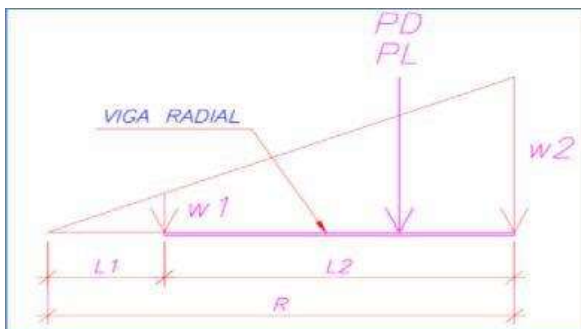


Fig. 14 Diagrama de fuerzas en un perfil de la corona

##### MODELO MATEMÁTICO DE LA VIGA

Para obtener las cargas distribuidas por WD y WL, usará las siguientes ecuaciones:

$$w2 = (a+b) * w \text{ (En kg/m)}$$

$$w1 = w2 * L1 / R \text{ (En kg/m)}$$

Donde:

a= 0.216 m Separación de vigas en corona central

b= 1.762 m Separación de vigas en la pared del tanque ¡Ok! ...

R= 6.843 m Radio inclinado del techo del tanque

L1= 0.843 m Radio de corona vertical inclinada

L2= 6 m Longitud de la viga inclinada

WD 10.28 lb/pie<sup>2</sup> = 50.24 Kg/m<sup>2</sup> Carga muerta del techo por peso de planchas

WL 25.00 lb/pie<sup>2</sup> = 122.17Kg/m<sup>2</sup>Carga viva del techo

w = WD, WL Kg/m<sup>2</sup> Carga muerta y viva del techo

w1, w2 = wD,wL Kg/m Carga muerta y viva distribuida en la viga

### Cantidad de cargas

- wD1 = 12 kg/m -* wD1 = 0.012 Ton/m	Carga muerta distribuida en vigas por peso de planchas (Para SAP 2000)
- wD2 = 99 kg/m -* wD2 = 0.099	(Carga trapezoidal)
- wL1 = 30 kg/m -* wL1 = 0.030 Ton/m	Carga viva distribuida en la viga (para SAP 2000)
- wL2 = 242 kg/m -* wL2 = 0.242	(Carga trapezoidal)

Tabla 7 Distribución de cargas sobre el perfil a analizar en corona.

### 3.2.4.2. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIGUETA RADIAL

Se tiene el modelado en SAP 2000, para el análisis y diseño de los haces (Elementos a flexión). En el siguiente cuadro se muestran los resultados, y se puede observar que los elementos no superan el 70% de su resistencia.

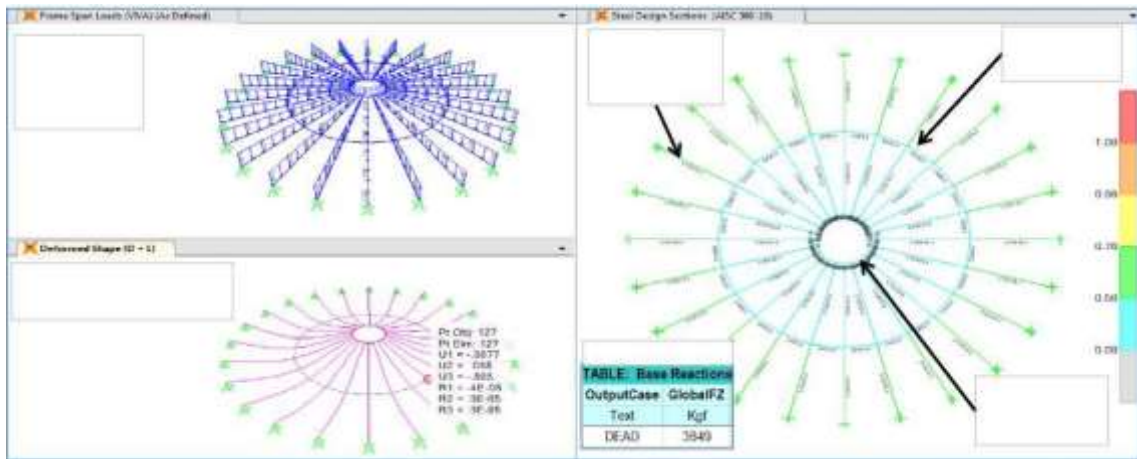


Fig. 15 Modelado de la corona del techo.

El peso de la estructura del techo es:  $W_{vr} = 3649 \text{ kg} = 8046 \text{ libras}$

**"Se considerará como parte de la carga muerta"**

**3.2.5. ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIGUETA  
RADIAL**

**3.2.5.1. RESUMEN DE CARGAS**

CARGA MUERTA (DL)	DL =	117707	lb	(DL = DLR + DLS + DLB + DL1 + DL2)
CARGA MUERTA DE PLACAS DE TECHO	DLR =	16170	lb	
CARGA MUERTA DE PLACAS DE CASCO	DLS =	63509	lb	
CARGA MUERTA DE PLACAS DE FONDO	DLB =	20163	lb	
CARGA MUERTA POR ACCESORIOS	DL1 =	8820	lb	(Estimado de escaleras + accesorios)
CARGA MUERTA POR OTRAS ESTRUCTURAS	DL2 =	9046	lb	(Corona de vigas + vigas radiales)
CARGA POR PRUEBA HIDROSTÁTICA	Ht =	4103074	lb	
LÍQUIDO ALMACENADO	F =	4103074	lb	(Considera lo mismo al total de H, Take Ht o F, pero no a ambos)
CARGA VIVA MINIMA EN TECHO	Lr =	38518	lb	
CARGA DE VIENTO (W)				
FUERZAS CORTANTES POR EL VIENTO	Vw =	19056	lb	
MOMENT DE VOLTEO POR VIENTO	Ms =	424200	lb	
CARGA SISMICA (E)				
CORTANTE DE DISEÑO	Vs =	912440	lb	
MOMENTO DE VOLTEO POR DISEÑO	Ms =	16184000	lb	

Tabla 8 Resumen de cargas en corona de techo.





1. Para el estudio de los condicionantes que constituye los parámetros de entrada para el diseño del mismo.

Condiciones de emplazamiento: para iniciar se estableció las condiciones ambientales para diseñar el tanque y luego se determinó el área disponible para ubicar el tanque de agua desmineralizada, que es una zona de 13m x 13m

Requerimientos sísmicos: Se ubica los requerimientos sísmicos de acuerdo a la normativa que se aplica.

Normativa: La norma API650 cubre los criterios de diseño para tanques de almacenamiento a presión atmosférica.

2. El dimensionamiento del tanque de almacenamiento de agua desmineralizada

Se dimensiona el tanque de 1500 m<sup>3</sup>. Para cumplir con los requerimientos se analiza el diámetro que tiene el tanque para determinar espesores, altura y forma de fondo y techo del tanque, el plan de fabricación y su costo para determinar cuál es la alternativa más idónea.

Según los criterios se escogió un tanque de 13m de altura y 12.5m de diámetro.

1. Material: Acero ASTM A36
4. Material más barato que el inoxidable
5. Fabricación más rápida y con protección, idónea para zonas cercanas al mar y climas suaves.
6. Mantenimiento sencillo.

2. Espesor de las virolas del tanque:

<b>Virola</b>	<b>Altura al suelo de virola (m)</b>	<b>Espesor comercial (mm)</b>
1	12.5	6
2	12	6
3	9.6	6
4	7.2	6
5	4.8	6
6	2.4	9.5

Tabla 9 Resultados de los espesores de plancha para el casco.

3. Techo y fondo:

7. Se adopta un espesor de 6 mm para el techo y fondo.

8. El techo tiene la forma de cono auto-soportado.

4. Tiempo de ejecución.

9. El tiempo de ejecución es de 3 meses y 2 semanas.

5. Costo

10. El costo es de US\$ 198,986.80, es el más económico de otras alternativas.

Finalmente se han calculado las cargas que afectan al tanque seleccionado y aspectos específicos como la necesidad de anillos rigidizadores en el tanque.

Para este proyecto se planteó los requerimientos de abastecimiento de agua desmineralizada para una CTCC en Chilca de Perú que, con las variables, me permitió establecer las bases de diseño para dimensionar el tanque de agua desmineralizada.

### **3.2.6. FABRICACIÓN EN TALLER**

#### **3.2.6.1. RECEPCIÓN DE MATERIALES**

1. Se revisará y reportará la llegada de los materiales y accesorios, anotado en el formato respectivo el estado de los mismos.
2. Para la recepción se deberá tener en cuenta que todos los materiales serán nuevos y deberán encontrarse en perfecto estado. Las propiedades y dimensiones de las planchas y perfiles a utilizar serán las indicadas por la designación correspondiente a la norma ASTM A6/A6M, o los planos emitidos por el cliente, cualquier variación de la misma deberán encontrarse dentro de las tolerancias establecidas por la norma.

3. Se identificará al material con los requisitos exigidos y teniendo en cuenta que las marcas y los certificados sean originales de la siderurgia (Los certificados de calidad de materiales serán entregados por el proveedor).
4. La soldadura se almacenará en el lugar adecuado para preservarla de la humedad. La temperatura de almacenamiento se fijará de acuerdo con el tipo de electrodo y de las especificaciones correspondientes de código y/o las del fabricante. Especial atención se tendrá con la soldadura de bajo hidrógeno.

#### 3.2.6.2. **HABILITADO**

1. Los materiales se habilitarán de acuerdo a lista que figura en cada plano proporcionado por ingeniería, para su fabricación, estos planos deben estar aprobados.
2. Para las labores de dimensionamiento se usará únicamente cintas de acero para efectuar mediciones, control de calidad contará con una cinta calibrada (Certificado de calibración)
3. En esta parte del proceso, el control dimensional es muy importante, por lo que cada plancha correspondiente al fondo, casco, techo y demás

componentes del tanque deben ser verificadas en longitud y diagonales antes de proceder a cortarla, por tanto, el inspector de Control de Calidad debe dar la conformidad antes de realizar los cortes o taladrado si lo hubiera.

4. Para la cuadratura de plancha para casco de tanque se considerará la siguiente tolerancia.

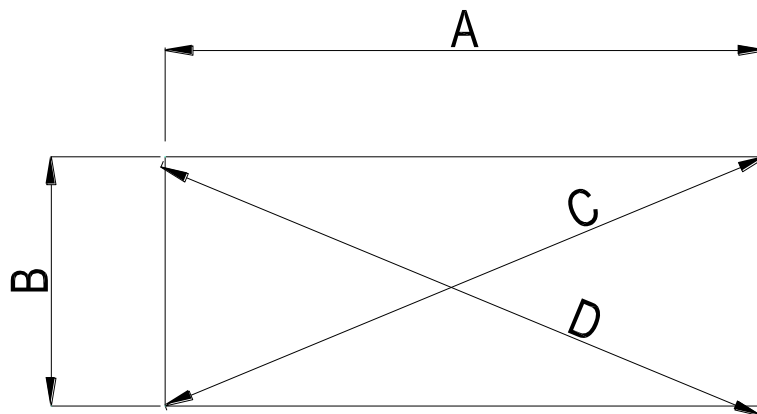


Fig. 17 Representación del control dimensional de planchas.

$$A = \pm 1.5 \text{ mm} \quad B = \pm 1.5 \text{ mm} \quad D-C = \leq \pm 2 \text{ mm}$$

5. El proceso de corte se hará utilizando equipo oxicorte guiado, si hubiera irregularidades esta se removerá usando esmeril y disco de desbaste, los bordes deben quedar uniformes, lisos y libres de escamas o escoria.
6. Uno de los trabajos será el biselado de contorno de plancha (para aplicación de soldadura) correspondientes al casco del tanque, para ellos se utilizará esmeril y disco de desbaste. Se verificará

el ángulo de bisel por parte del inspector de control de calidad teniendo en cuenta los planos de fabricación.

7. Rolado de planchas que conforman el casco del tanque

- Preparación de una plantilla de plancha de 3/32” para verificar la curvatura de rolado de cada plancha según indicaciones del plano.
- Usando la máquina adecuada se procederá con el rolado de la plancha en varias aproximaciones, dentro de una curva de conformado cuya deformación plástica no generaran laminación, fisuras ni fracturas en las fibras de la plancha.
- Verificación del rolado con plantilla.
- Plantillado mediante dispositivos hidráulicos del cilindrado de cada plancha –segmentos que conforman un anillo.
- Protocolo de revisión del control dimensional y radial de cada plancha, emitido por Control de Calidad para dar visto bueno y pase a la siguiente fase del proceso.

8. Para las estructuras soportes de techo, plataformas, escaleras y accesorios se tendrán en cuenta los ítems de 5.1.2.1 al 5.1.2.3.

9. Todos los elementos a fabricarse serán debidamente codificados para facilitar su ubicación en la zona de montaje.

Para las tolerancias dimensionales se tomará como referencia el Código API 650.

El inspector de control de calidad dará conformidad y registrará las mediciones en los formatos correspondientes.

#### 3.2.6.3. ARMADO

1. Una vez que los materiales han sido habilitados se procederá con el armado de los elementos a fabricarse en taller teniendo en cuenta los planos aprobados para fabricación.
2. Una vez que los materiales han sido habilitados se procederá con el armado de los elementos a fabricarse en taller, teniendo en cuenta los planos aprobados para fabricación.
3. Terminado el armado de estructuras u otros elementos el inspector de control de calidad verificará las dimensiones y dará visto bueno para la siguiente fase del proceso.

#### 3.2.6.4. SOLDADURA

1. Después de que el Inspector de Control de Calidad de conformidad al armado de elementos que componen el tanque, se procederá con la ejecución del proceso de Soldadura.
2. El proceso a aplicar para soldadura en taller será el proceso GMAW-S, el cual se ejecutará teniendo en cuenta un procedimiento aprobado y basado en el código ASME Secc. IX.
3. A los soldadores que participen en la ejecución del proyecto, previamente se les evaluará y homologará teniendo como referencia el o los procedimientos aprobados.
4. Las superficies a ser soldadas deberán ser uniformes, planas y libres de imperfecciones, escamas finas, óxidos, grasa, rasgaduras, fisuras y otras discontinuidades que afectarían adversamente la calidad o la resistencia de la soldadura.
5. Para garantizar la sanidad de la soldadura se aplicará tintes penetrantes e inspección visual durante la aplicación de los pases de soldadura según corresponda.
6. El inspector de control de calidad verificará el desarrollo del proceso de soldadura y dará visto



bueno luego de realizar la inspección visual y control dimensional de la soldadura teniendo en cuenta el código ASME Secc. IX y planos de fabricación.

#### 3.2.6.5. PRE – ENSAMBLE

1. Después que el proceso de soldadura haya concluido y control de calidad haya dado visto bueno, se realizará el pre-ensamblaje de elementos, se verificará las dimensiones finales de acuerdo a las tolerancias que mEa la norma y los planos de fabricación.
2. Finalmente, el Supervisor de Control de Calidad dará su conformidad y el pase respectivo para dar lugar a los trabajos de limpieza mecánica.

#### 3.2.6.6. LIMPIEZA MECÁNICA

1. Se hará limpieza mecánica a todos las estructuras y componentes que son parte del tanque; para realizar este trabajo se hará con la ayuda de cinceles, esmeril de 4.5", escobilla de fierro, lima redonda, lima plana, lima de media caña.

2. Se retirarán los chisporroteo, pegotes y escorias de soldadura, se esmerilará o pasará lima a las rebabas y filos cortantes, etc.

#### 3.2.6.7. GRANALLADO

1. Todos los elementos que conforman el tanque serán granallados con la finalidad de remover el óxido y obtener buenas condiciones para la aplicación de pintura, se ejecutará de acuerdo a norma SSPC – SP10, arenado metal blanco; el Inspector de Control de Calidad con el apoyo de asistencia técnica del proveedor de pintura verificarán que se cumpla los requisitos de la norma antes mencionada.
2. El inspector del área de pintura verificará y dará visto bueno del correcto granallado de las superficies.

#### 3.2.6.8. PINTURA

1. La aplicación de recubrimiento o pintado de los componentes del tanque se ejecutará de acuerdo al procedimiento de pintura elaborado por el proveedor y se tendrá en cuenta los requerimientos del cliente y las normas para recubrimientos.

2. El inspector encargado del área de recubrimiento verificará las condiciones ambientales para proceder con la ejecución del trabajo.
3. El inspector encargado del área de recubrimiento verificará y registrará los espesores en seco de cada capa a pintar.

#### 3.2.6.9. EMBALAJE

1. Dada la conformidad y cumplido el tiempo de secado de la pintura aplicada se procederá a dar pase para el embalaje de los elementos que conforman el tanque, se verificará que cada elemento este codificado de acuerdo a los planos de fabricación.
2. Las planchas que conforman el casco del tanque serán embaladas de manera adecuada y sobre una estructura base aparente tal que durante el transporte no se produzca deformaciones o las planchas pierdan el rolado.
3. Para el despacho a obra el inspector de control de calidad dará visto bueno y firmará el formato de liberación.

### 3.2.7. PLAN DE MANTENIMIENTO

Este plan de mantenimiento es para que el tanque pueda tener más vida útil (50 años, ya que el tanque tiene vida útil de 10 años netos, además de que la garantía por cualquier daño es de 5 años por la empresa ejecutora) mientras se siga un protocolo el cual se listará a continuación:

La norma API 650 suministra los requerimientos mínimos para la mantención de la integridad de los tanques de techo flotante.

La planificación del mantenimiento del tanque, se lleva a cabo mediante la organización de todo el departamento de logística, seguridad, ambiental, legal; cumplir con las normativas internacionales y leyes nacionales; para que el tanque vuelva a brindar el servicio para el cual fue diseñado y construido. Dentro de la planificación es importante justificar toda esta planificación mediante el diagrama de causa y efecto aplicado mediante las siete viabilidades que a continuación se observa:

Empieza la fase de movilización de la logística; herramientas, equipos, contenedores, instalación de facilidades temporales, instalación y operación de bombas portátiles. Al encontrarse el tanque en su interior con un remanente mínimo de producto, ya cerrada la válvula principal; iniciamos la fase de aislamiento seguro en el tanque; colocando la brida ciega en la tubería principal de carga y descarga de agua; y se coloca una tarjeta azul de seguridad indicando que se procederá a realizar

un trabajo en frío. Para la apertura del tanque, el departamento de Seguridad Industrial evalúa los posibles riesgos que los trabajadores debe conocer cuando ingresen a un espacio confinado como lo es un tanque de almacenamiento de agua desmineralizada. Esta fase de aislamiento seguro, termina con la apertura de manholes de casco y techo; ventilación natural del tanque; instalación de extractores y ventiladores; retiro de válvulas de compuerta y actuadores; retiro de válvulas de presión y vacío; retiro de motores y agitadores. El tiempo de ventilación natural al tanque de almacenamiento de petróleo fue de 48 horas, antes del ingreso del personal para su limpieza y extracción del producto remanente. Utilizar la guía y procedimientos para la entrada y limpieza de tanques de almacenamiento de petróleo. El tanque de almacenamiento de agua desmineralizada lo consideramos un espacio confinado porque, es un área que tiene ingresos y/o salidas restringidas, ventilación natural desfavorable, no está diseñado para que los trabajadores lo ocupen de manera permanente, existe el peligro de gases inflamables, tóxicos o que desplacen el aire respirable, temperaturas elevadas, constituyéndose un peligro para la salud y seguridad del personal que ingrese.

Registrar y documentar los datos obtenidos del monitoreo de gases dentro de tanque de almacenamiento de agua desmineralizada. Para la inspección técnica, se evalúan las posibles fallas en el cuerpo, fondo, techo y soldaduras; interna y

externamente al tanque, porque la falla es una alteración que impide al tanque cumplir la función para la cual fue diseñado.

Para inspección de la pared; procedemos al armado de andamios por toda la parte perimetral del tanque, realizamos la medición de espesores por ultrasonido antes y después de cada cordón de soldadura de cada anillo, ya sea horizontal o vertical, a distancias no menores de 50 mm. en la periferia del recipiente y en el sentido de las manecillas del reloj. Defectos, deterioro, corrosión que pueda afectar el rendimiento o integridad estructural del cuerpo del tanque; basados en la medición de espesores, se deberá reparar y el nivel de líquido admisible del tanque reducirse.

Para la inspección del techo; debemos conocer que son diseñados para soportar una carga viva de por lo menos 25 psi, más la carga muerta ocasionada por el mismo. Las planchas corroídas con espesor promedio menor a 0,09 pulgadas en un área de 100 pulgadas cuadradas deben ser reparadas o reemplazadas.

Los miembros estructurales deben ser inspeccionados; todos los elementos torcidos, corroídos, deformados; deben ser reemplazados o reparados. (API 650, Apéndice C). El deterioro del material del sello; es el resultante de su desgaste por fricción y la corrosión por estar expuesto al clima. Para la inspección de la base; las causas que deterioran la fundación del tanque son: asentamiento, erosión, agrietamiento y deterioro del concreto.

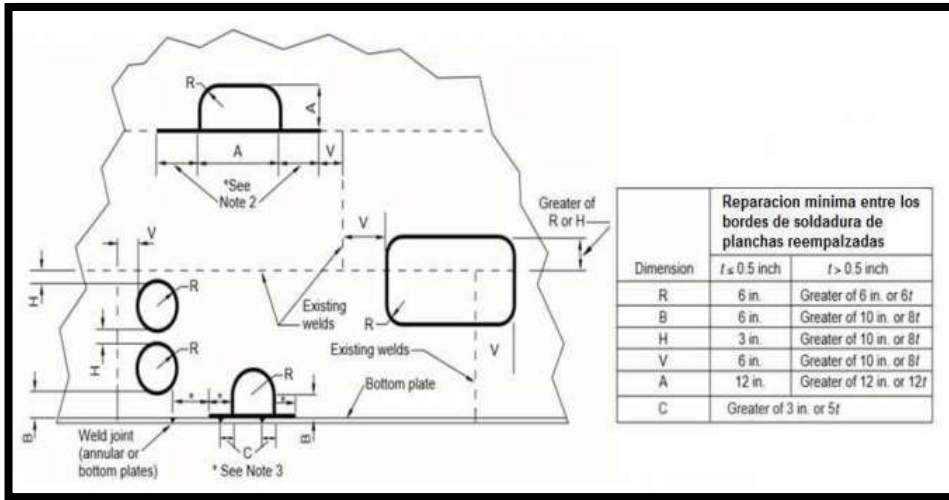
(Ingreso de agua, alcalinos, ácidos) La placa anular del tanque se encuentra entre la fundación y el fondo del tanque; el espesor no debe ser menor a 0,1 pulgadas y depende su elección mediante la siguiente Tabla:

ESPELOR DE LAMINA DEL PRIMER ANILLO (in)	ESFUERZOS EN EL PRIMER ANILLO (2,34D (H - 1))/t. (lb/in <sup>2</sup> )			
	<24000	<27000	<29700	<32400
t ≤ 0,75	0,17	0,2	0,23	0,3
0,75 < t ≤ 1	0,17	0,22	0,31	0,38
1 < t ≤ 1,25	0,17	0,26	0,38	0,48
1,25 < t ≤ 1,5	0,22	0,34	0,47	0,59
t > 1,5	0,27	0,4	0,53	0,68

Los cimientos utilizados para soportar el tanque, el método que se utilizará para desalojar el producto almacenado, el grado de sedimentación de sólidos en suspensión, la corrosión del fondo y el tamaño del tanque; son causas para que el fondo falle. Se considera un mantenimiento mayor en un tanque de almacenamiento de agua desmineralizada, cuando el anillo anular sufre alguna reparación.

Elaboración de un informe técnico; donde se detalla los resultados de las evaluaciones previas a los correctivos que se deben tomar en cuenta por encontrarse las deformaciones, pittings, corrosión en soldaduras y planchas.

Todas las reparaciones y alteraciones, deberán ser realizadas en base a lo establecido en la norma API 650; el espesor de las planchas de repuesto no podrá ser menor que la plancha adjunta en el mismo anillo, fondo o techo.





3.2.8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

		ANEXO IV															
		CRONOGRAMA DE TRABAJO															
PROYECTO : Fabricación , Transporte y Montaje de Un Tanque de Agua desmineralizada de 13,500 mm diámetro x 11,400 mm altura																	
CLIENTE : DURO FELGUERA S.A., SUCURSAL DEL PERU Y TURBOGENERADORES DEL PERU SAC																	
OFERTA : PPTO-GER -064-ENERO-2015																	
FECHA : 30/01/2015																	
ITEM	Descripción de Partida	Unidad	Cant.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>1.00</b>	<b>ACTIVIDADES PRELIMINARES Y PROVISIONALES</b>																
1.01	Calculo y diseño.	Global	1.00														
1.03	Ingeniería de detalle-Planos de taller	Global	1.00														
1.04	Procedimientos de fabricación	Global	1.00														
1.05	Plan de calidad , Puntos de inspección	Global	1.00														
1.06	Homologación de soldadores , POR, WPS	Global	1.00														
1.07	Charlas de inducción y Exámenes Médicos	Global	1.00														
1.08	Movilización y Desmovilización de Equipos y Herramientas	Global	1.00														
1.09	Oficina y almacén de obra	Global	1.00														
<b>2.00</b>	<b>FABRICACION DE TANQUE CILINDRICO VERTICAL</b>																
2.01	Adquisición de materiales	Global															
2.02	Trazado y corte de techo de Tanque incluyendo viguetas radiales	Global															
2.03	Trazado, corte y rolado de casco de Tanque	Global															
2.04	Trazado y corte de fondo de Tanque	Global															
2.05	Fabricación de conexiones , escaleras y barandas.	Global															
2.06	Transporte de todo lo fabricado	Global															
<b>3.00</b>	<b>MONTAJE DE TANQUE EN OBRA DE CHILCA</b>																
3.01	Tanque de agua desmineralizada	Global															
3.04	Prueba Hidrostática	Global															
3.05	Dossier de calidad	Global															

Tabla 10 Cronograma de trabajo de ingeniería, fabricación y montaje del tanque.

## CONCLUSIONES

1. En este proyecto se ha dimensionado un tanque de acero que cumpla con las especificaciones de una CTCC, con esto se garantiza la protección de los elementos que intervienen con el fluido a almacenar en un tiempo de 10 años y para prolongarla debe de estar bajo supervisión el recubrimiento ya que puede aumentar la conductividad y disminuir el tiempo de vida útil de los elementos que intervienen en la planta.
2. Con los cálculos realizados por el software Intergraph Tank y la norma API 650 se asegura que el tanque pueda soportar los esfuerzos a los que va a estar sometido cuando este en operación, de esta manera se concluye que aún con el software es necesario realizar cálculos para verificar que los datos de entrada hayan sido ingresados correctamente en el programa ya que al ser un modelo matemático tiene las condiciones ideales de cálculo, mas no confiables totalmente.
3. En el proceso de fabricación se tiene que seguir un plan en el cual se detalle el procedimiento de calidad a ejecutar, por ello es de suma importancia realizar controles en habilitado, armado, soldadura, pintura, homologación y para asegurar los tiempos de fabricación además de evitar sobrecostos innecesarios y estar a destiempo con los plazos establecidos en el cronograma.

## RECOMENDACIONES

Como recomendaciones al trabajo realizado en este proyecto:

1. Se sugiere validar siempre los cálculos con las normas, en este caso API 650 ya que al ser un modelo matemático tiene que ser corroborado con dicha norma.
2. El ingreso de más datos, como las turbulencias del viento o cambios de temperatura harán que el modelamiento matemático en el software nos dé un alcance más cercano a la realidad, aun así, la norma nos da pautas para asegurar que el tanque estará en óptimas condiciones en su funcionamiento en planta.
3. Los aspectos que se recomiendan para que el producto diseñado sea de calidad es seguir procedimientos que detallan la norma, ya que todos los procesos ya están probados por personas con experiencia y nos ofrecen todos los detalles para conseguir un producto de calidad.
4. El producto terminado se sugiere que pase por la máxima cantidad de pruebas de funcionamiento, ya sea estáticamente como en funcionamiento de la planta, esto garantizará que no haya fallos en el futuro, además de seguir un plan de mantenimiento para aumentar su vida útil, sobre todo para proteger de la corrosión y agentes contaminantes que son los puntos más críticos de protección.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- I. Alexander, A. B. (2011). Diseño de tanques de acero soldado apoyado sobre el suelo para almacenamiento de hidrocarburos. Lima Peru: Peter Alexander.
- II. API Standard 650. (2003). Welded Steel Tanks for Oil Storage. EEUU: ten edition.
- III. ASIRU SA. (2015). Costos y presupuestos - tanque de agua desmineralizada. Lima Lurin: ASIRU SA.
- IV. ASIRU SA. (2015). Dossier de calidad - Tanque de almacenamiento de agua. Lima, Lurin: ASIRU SA.
- V. D1.1, A. (2010). Structural welding code steel.
- VI. Jimenez, A. (2012). Diseño de un tanque de almacenamiento atmosferico de 20000 Bls de capacidad. Universidad de Veracruzana, Mexico.
- VII. OSINERGMIN. (1 de Marzo de 2018). CENTRAL TERMOELÉCTRICA CICLO COMBINADO CHILCA 1 1.4.2. Obtenido de CENTRAL TERMOELÉCTRICA CICLO COMBINADO CHILCA 1: [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/electricidad/Documentos/PROYECTOS%20GFE/Acorde%C3%B3n/Generaci%C3%B3n/1.4.2.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/electricidad/Documentos/PROYECTOS%20GFE/Acorde%C3%B3n/Generaci%C3%B3n/1.4.2.pdf)
- VIII. Vicente, A. R. (Octubre 2010). DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DESMINERALIZADA PARA UNA CENTRAL TERMICA DE CICLO COMBINADO. Madrid España: UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

## ANEXOS

Anexo A RESULTADOS CON SOFTWARE “TANK” .....	86
Anexo B PRESUPUESTO - INGENIERÍA.....	103
Anexo C PRESUPUESTO - SUMINISTRO Y TRANSPORTE .....	104
Anexo D PRESUPUESTO - PINTURA.....	105
Anexo E HOJA DATA DE LA CTCC CHILCA 2 .....	106
Anexo F PLANOS DE FABRICACION.....	110

## Table of Contents

SECCIÓN N° 1: Job Title Page .....	2
SECCIÓN N° 2: User Input Data .....	3
SECCIÓN N° 3: Wind, Material, Thickness & Weights .....	11
SECCIÓN N° 4: Roof Evaluation/Design & Appendix F .....	15
SECCIÓN N° 5: Seismic Analysis Results .....	17
SECCIÓN N° 6: Anchor Bolt Details .....	20
SECCIÓN N° 7: Anchor Chair Calculations .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
	2

**SECCION N° 1**

PROJECT: TANQUE DE AGUA DESMINERALIZADA

CLIEN

T :

ANALY

ST:

NOTES

:

Tag: : Tanque N° B-1

Producto : AGUA

DESMINERALIZADA Capacidad Bruta :

11704 Bls

Diámetro Nominal : 13.500 m

Altura Nominal : 13.000 m

Tipo : Tanque cónico de acero con techo autosoportado

Material : Planchas de acero al carbono ASTM A36

**SECCION N°-2****API-650/653 GENERAL TANK DATA :****API-650 11th Edition, Addendum 3, Aug. 2011**

API Design Code ( 650 or 653 ) .....650

Design Method (V, O, or A)

..... O (V=variable, O=one foot,

A=Appendix A)

Run Objective (D=design, A=analyze) ..... A

Design Temperature ..... (F ) 94.992

Design Pressure at Top ..... (lb./sq.in.) 0.87025E-01

Shell Material ..... A-36

Ratio of Normal Operating Pressure/Design Pressure [Fp] 0.40000

Shell Design Stress [Sd] ..... (lb./sq.in.) 23200.Shell Hydro Test Stress [St] ..... (lb./sq.in.) 24900.

Tank Nominal Diameter [D] .....	(pie.)	44.291
Tank Shell Height [HTK] .....	(pie.)	42.651
Design Liquid Level [H] .....	(pie.)	42.651
Liquid Specific Gravity [G] .....		1.0000
Weight of Attachments/Structures .....	(lb.)	8820.0
Distance down to Top Wind Girder .....	(pie.)	0.00000
Joint Efficiency (App A or 653) [E] .....		1.0000
Wind Velocity .....	(pie./sec. )	68.351
Insulation Thickness .....	(in.)	0.00000
Insulation Density .....	(lb./cu.in.)	0.00000

Include Annular Base Plate Details ..... No

Include Wind Moment in Appendix F 4_2 Calculations ....		Yes
Shell Course # 1 Height .....	(pie.)	7.8740
Shell Course # 1 Thickness .....	(in.)	0.31496
Shell Course # 1 Corrosion Allowance [CA] .....	(in.)	6 0.59055E-01
Shell Course # 2 Height .....	(pie.)	7.8740
Shell Course # 2 Thickness .....	(in.)	0.25000
Shell Course # 2 Corrosion Allowance [CA] .....	(in.)	0.59055E-01
Shell Course # 3 Height .....	(pie.)	7.8740
Shell Course # 3 Thickness .....	(in.)	0.25000
Shell Course # 3 Corrosion Allowance [CA] .....	(in.)	0.59055E-01
Shell Course # 4 Height .....	(pie.)	7.8740
Shell Course # 4 Thickness .....	(in.)	0.25000
Shell Course # 4 Corrosion Allowance [CA] .....	(in.)	0.59055E-01
Shell Course # 5 Height .....	(pie.)	7.8740
Shell Course # 5 Thickness .....	(in.)	0.25000
Shell Course # 5 Corrosion Allowance [CA] .....	(in.)	0.59055E-01
Shell Course # 6 Height .....	(pie.)	3.2808
Shell Course # 6 Thickness .....	(in.)	0.25000
Shell Course # 6 Corrosion Allowance [CA] .....	(in.)	0.59055E-01

TANK SHELL COURSE MATERIALS :

A-36

Shell Course # 1 Design Stress [Sd] .....	(lb./sq.in.)	23200. Shell
Course # 1 Hydro Test Stress [St] ...	(lb./sq.in.)	24900.
Shell Course # 1 Minimum Yield Stress .	(lb./sq.in.)	
36000. Shell Course # 1 Minimum Tensile Stress ...	(lb./sq.in.)	



58000. Shell Course # 1 Maximum Thickness ....(in. )

0.75000

Shell Course # 1 Material Grade .....

Shell Course # 1 Material Group .....1

Shell Course # 2 Hydro Test Stress [St]

(lb./ [sq.i](#) .)23200....(lb./n.) 24900.

Shell Course # 2 Minimum Yield Stress . (lb./[sq.in.](#)) 36000.

Shell Course # 2 Minimum Tensile Stress ... (lb./[sq.in.](#)) 58000.

Shell Course # 2 Maximum Thickness .... (in. ) 0.75000

Shell Course # 2 Material Grade .....

Shell Course # 2 Material Group ..... 1

Shell Course # 3 Material Name ..... A-

36

Shell Course # 3 Design Stress [Sd] ... (lb./[sq.in.](#)) 23200.

Shell Course # 3 Hydro Test Stress [St] ... (lb./[sq.in.](#)) 24900.

Shell Course # 3 Minimum Yield Stress . (lb./[sq.in.](#)) 36000.

Shell Course # 3 Minimum Tensile Stress ... (lb./[sq.in.](#)) 58000.

Shell Course # 3 Maximum Thickness .... (in. ) 0.75000

Shell Course # 3 Material Grade .....

Shell Course # 3 Material Group .....

Shell Course # 4 Material Name ..... A-

36

Shell Course # 4 Design Stress [Sd] ... (lb./[sq.in.](#)) 23200.

Shell Course # 4 Hydro Test Stress [St] ... (lb./[sq.in.](#)) 24900.

Shell Course # 4 Minimum Yield Stress . (lb./[sq.in.](#)) 36000.

Shell Course # 4 Minimum Tensile Stress ... (lb./[sq.in.](#)) 58000.

Shell Course # 4 Maximum Thickness .... (in. ) 0.75000

Shell Course # 4 Material Grade .....

Shell Course # 4 Material Group ..... 1

6

Shell Course # 5 Material Name ..... A-36

Shell Course # 5 Design Stress [Sd] ... (lb./ <a href="#">sq.in.</a> )	23200.
Shell Course # 5 Hydro Test Stress [St] ... (lb./ <a href="#">sq.in.</a> )	24900.
Shell Course # 5 Minimum Yield Stress . (lb./ <a href="#">sq.in.</a> )	36000.
Shell Course # 5 Minimum Tensile Stress ... (lb./ <a href="#">sq.in.</a> )	58000.
Shell Course # 5 Maximum Thickness .... (in. )	0.75000
Shell Course # 5 Material Grade .....	
Shell Course # 5 Material Group .....	1
Shell Course # 6 Material Name .....	A-
36	
Shell Course # 6 Design Stress [Sd] ... (lb./ <a href="#">sq.in.</a> )	23200.
Shell Course # 6 Hydro Test Stress [St] ... (lb./ <a href="#">sq.in.</a> )	24900.
Shell Course # 6 Minimum Yield Stress . (lb./ <a href="#">sq.in.</a> )	36000.
Shell Course # 6 Minimum Tensile Stress ... (lb./ <a href="#">sq.in.</a> )	58000.
Shell Course # 6 Maximum Thickness .... (in. )	0.75000
Shell Course # 6 Material Grade .....	
Shell Course # 6 Material Group .....	1
ANCHOR BOLT DETAILS :	
Anchor Bolt Diameter (optional) .....	(in.) 2.0000
Threads per Unit Length .....	(1/in.) 8.0000
Bolt Allowable Stress .....	(lb./ <a href="#">sq.in.</a> )
28800. Number of Anchor Bolts (optional)	
.....	20.000
Bolt Yield Stress .....	(lb./ <a href="#">sq.in.</a> )
36000. Bolt Offset from Mean Tank Diameter .....	(pie.)
0.27231	
Anchor Bolt Corrosion Allowance (optional) .....	(in.) 0.59055E-01
Wind Data :	
Kz parameter .....	1.0400
Kzt parameter .....	1.00
Kd parameter .....	0.95000
Importance Factor (I) .....	1.0000
Gust Factor (G) .....	0.85000
API-650 ROOF DETAILS SPECIFICATION :	
Roof Type (1-4) .....	3
(1=Supt Cone 2=Rapieer Supt Cone 3=Cone 4=Dome 5=Umbrella)	
Angle Between Roof E Horizontal .....	(deg) 9.4623
Net Area at Roof/Shell Junction [A] .....	( <a href="#">sq.in.</a> ) 1.5225

Thickness of Roof Plate .....	(in.)	0.25000
Roof Plate Corrosion Allowance .....	(in.)	0.59055E-01
Weight of Snow on Roof .....	(lb.)	0.00000
Roof Live Load .....	(lb/ft <sup>2</sup> )	25.000
---/ For General Roof, No Design /---		
Weight of Roof Plates .....	(lb.)	0.00000
Weight of Roof Framing .....	(lb.)	0.00000
Pct of Weights Supported by Shell .....		0.00000
---/ For Supported Cone Roof Design /--- Preferred		
Rapier Type (W, WT, S, C) .....		
Preferred Girder Type (W, WT, S, C)		
.....C Preferred Column Type (W, WT, S,		
C, DC, DI, P ) .....		
Roof Plate Material .....	A-36	
Roof Plate Allowable Design Stress .....	(lb./sq.in.)	
23200. Structural Member Material		
.....A-36		
Structural Member Allowable Design Stress..		
(lb./sq.in.)	23200. Maximum Allowed Rapier Length	
..... (ft.)	22.146	
Maximum Allowed Girder Length .....	(ft.)	22.146
Center Column Cap Plate Diameter .....	(ft.)	0.00000
API-650 SEISMIC DATA (App E.) :		
Minimum Yield Strength of Bottom Plate ...	(lb./sq.in.)	36000.
Minimum Yield Strength of Weld Material ...	(lb./sq.in.)	36000.
Nominal Thickness of Bottom Plate (tb) .....	(in.)	0.31496
Seismic	Use	Group
.....	1.0000	(SUG)
Friction		Factor
.....	0.50000	
Importance		Factor
.....	1.0000	
Initial Anchorage Type		
.....M Earthquake Type		
.....M		
Site		Class
.....	4.0000	
Spectral Acceleration Adjustment Coefficient		(K)
.....	1.5000	
Scaling	Factor	(Q)
.....	1.0000	
Transitional	Period	(TL)
.....	4.0000	
Mapped maximum earthquake for short periods		(Ss)
.....	1.0000	

```

Mapped maximum earthquake for 1 sec periods (S1)
.....0.50000
Mapped maximum earthquake for 0 sec period (S0)
.....0.40000
Non-ASCE peak ground acceleration (Sp)
.....0.40000
ASCE short period design acceleration parameter (SDS)
.....1.1000
--- Site Specific Data ---
Spectral acceleration parameter at 0 period (Sa0*)
.....0.00000
Spectral acceleration parameter at any period (Sa*)
.....0.00000
computation Control Directives

```

```

ROOF_PROJECTION_IN_WIND_MOMENT= YES
SHELL_THICK_CONVERG_TOLERANCE= 0.49999999E-02
in. GENERATE_MESSAGE_FILE= NO
COSINE_CURVE_TOLERANCE= 0.30000001
COSINE_CURVE_ITERATION_LIMIT= 100.00000
WIND_GIRDER_SHELL_THICKNESS= MAX
SHELL_SETTLEMENT_METHOD=
FOURIER_SERIES CORRODED_NOZZLES=
NO
653_CORRODED_HYDROTEST_CASE= NO
THICKNESS_ROUNDUP_TO_NEAREST= 0.00000000 in.
PLATE_MATERIAL_DENSITY= 0.28360000
lb./cu.in. MODIFY_FLUID_HEIGHT_BY_PRESSURE= NO
ROUND_ANCHOR_BOLTS_BY= 4.0000000
WIND_MOMENT_IN_APP_F= Sect_5.9.7.1
FULL_SHELL_WEIGHT_IN_APP_F=
YES USE_P_FROM_F.4.1_ONLY_IN_F.6=
YES
USE_NON_CORRODED_ROOF_WEIGHT_AS_DLR=
NO
YIELD_FOR_SEISMIC_IS_DERATED_FOR_TEMP=
NO

```

**TANK(c) Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2013**  
**SECCION N° 3**

WARNING #51 (General Tank  
Data)

The shell plate nominal widths should normally be at least 72 inches.  
(Refer to

5  
.   
6  
.   
1  
.   
2  
)

WARNING #139 (Roof  
Data)

The specified value of "maximum rapieer length" is close to the tank radius. This value should not be used in an attempt to specify the actual rapieer length. This value should be set based on what can be purchased or transported.

WARNING #43 (Seismic  
Analysis Data)

The seismic scaling factory is typically 2/3.

Error Check Summary  
Report

Fatal Errors  
0

Warning Messages  
3

Notes  
0

Error Checking  
Completed

## **SECCION N°4**

### **WIND INFORMATION**

**API-650 11th Edition, Addendum 3, Aug. 2011**

Wind Velocity .....	(pie./sec. )	68.351
Velocity Factor .....		0.15082
Wind Pressure .....	(lb./ <a href="#">sq.in.</a> )	0.67147E-01
Area Exposed to Wind .....	(pie. **2)	1970.8
Sect 5.9.7.1 Wind Moment on Tank .....	( <a href="#">pie.lb.</a> )	0.42420E+06
Wind Shear Force Acting on Tank .....	(lb. )	19056.

## MATERIAL PROPERTY INFORMATION

Wind Girder Height Reduction Factor .. 1.0000

The following material properties have been modified in accordance with API-650 (E API-653 where applicable).

Course	Material	Design	Test	
App M	Number	Name	Stress (Sd)	
Stress (St)	Reduction			
(lb./sq.in.)	(lb./sq.in.)			
1	A-36	23200.	24900.	1.0000
2	A-36	23200.	24900.	1.0000
3	A-36	23200.	24900.	1.0000
4	A-36	23200.	24900.	1.0000
5	A-36	23200.	24900.	1.0000
6	A-36	23200.	24900.	1.0000

## SHELL COURSE THICKNESS DATA - One Foot Method

12

Thickness Values for Three Cases

### MIN TEMP COURSE DESIGN

TEST USER (deg F )

(in.)	(in.)	(in.)	Status		
1	0.26580	0.25000	0.31496	13.3	PASS
2	0.22671	0.18750	0.25000	11.0	PASS
3	0.18763	0.18750	0.25000	11.0	PASS
4	0.18750	0.18750	0.25000	11.0	PASS
5	0.18750	0.18750	0.25000	11.0	PASS
6	0.18750	0.18750	0.25000	11.0	PASS

**Note, "ANALYSIS" mode has been activated. From this point on, the user specified thicknesses will be used for all calculations. The above values for DESIGN E TEST thicknesses are for reference purposes only.**

### SHELL COURSE ALLOWED

FLUID HEIGHTS Fluid Heights

for Three Cases

**COURSE DESIGN TEST REQUIRED**

(pie.) (pie.) (pie.)

2	39.468	55.056	34.777
3	39.468	55.056	26.903
4	39.468	55.056	19.029
5	39.468	55.056	11.155
6	39.468	55.056	3.2806

Maximum allowed fluid height of entire tank for:

Design Thickness Case	..... (pie.)	)	47.342
Test Thickness Case	..... (pie.)	)	62.93Required
fluid height	..... (pie.)	)	42.651

**BASE PLATE DETAILS - SHELL WEIGHT & CENTER OF GRAVITY**

Weight of Shell + Nozzles	..... (lb.)	)	
Total Weight of all Nozzles	..... (lb.)	)	
			63497.
			0.00000
Center of Gravity (Shell+Nozzles)	(pie.)	)	20.529

**WIND OVERTURNING STABILITY CHECK**

Corroded Shell Weight + %Roof - Uplipie	..... (lb.)	)	
50281. wa	(lb./in.)	)	
			123.40
Mw - moment due to wind (hor+ver) press	(pie.lb.)	)	0.26375E+06
Mpi - moment due to internal pressure ..	(pie.lb.)	)	0.42758E+06
Mf - moment due to tank liquid .....	(pie.lb.)	)	0.45632E+07
Mdl - moment due to shell & roof .....	(pie.lb.)	)	0.12845E+07
Anchors not needed for Sect. 5.11			

**WIND GIRDER INFORMATION**

For "open top" tanks ...

Required Section Modulus, Top Girder	... (in. **3)		
			1.2619
Table 5-20 Detail, B value	..... (in.)	)	b
			0.00
Table 5-20 Shape name (if applicable)	.....		2.5x2.5x.25
Maximum Height of Unstiffened Shell	..... (pie.)	)	421.76

**WIND GIRDER - TRANSFORMED SECTION METHOD**

Number of Intermediate Girders Req'd ..... 0

**WEIGHT SUMMARY**

Shell (Corroded) .....	(lb.):	49184.
Shell (Non-Corroded) .....	(lb.):	63497.
Bottom Plate .....	(lb.):	20117.
Nozzles .....	(lb.):	0.
Roof Plates .....	(lb.):	15947.
Roof Framing/Structure .....	(lb.):	0.
Shell Attachments .....	(lb.):	8820.
Insulation .....	(lb.):	0.
Operating Fluid .....	(lb.):	4096442.
Water Weight .....	(lb.):	4096442.
Operating Weight (Non-Corroded) .....	(lb.):	4204824.
Test Weight (Non-Corroded) .....	(lb.):	4204824.
Empty Weight (Non-Corroded) .....	(lb.):	108381.



**SECCION N°-5**

TANK - Roof Design/Analysis Data

API-650 11th Edition, Addendum 3, Aug. 2011

SELF-SUPPORTING CONE ROOF

Roof thickness per 5.10.5, Cone Roof..(in. ): 0.55906

total weight of Roof Plates ..... (lb. ): 15947.  
Based on user input thickness)

user Specified Design Roof Load ..... (lb./sq.in.): 0.24451  
including user plate thickness)

Computed Design Roof Load ..... (lb./sq.in.): 0.24451  
including user plate thickness)

**BOF EVALUATIONS - Appendix F**

Uplift force due to internal pressure..(lb. ): 19308.  
total weight resisting uplift ..... (lb. ): 84497.

max Design Pressure, limited by uplift.(in of H2O ): 6.1030  
max Design Pressure, limited by uplift.(lb./sq.in.): 0.22038  
(According to F.4.2)

max Design Pressure, roof/shell joint.(in of H2O ): 6.0010  
max Design Pressure, roof/shell joint.(lb./sq.in.): 0.21670

Compression Ring Failure Pressure ..... (in of H2O ): 8.6889

Impression Ring Failure Pressure .... (lb./sq.in.): 0.31376  
(According to F.4.1)

**16**

(According to F.6)

Required Compression Areas, Roof/Shell Junction

Area as per Section F.5 (in. **2 ):	0.30208
Area as per Section 5.10.5, Cone Roof. (in. **2 ):	0.89317

**FRANGIBLE ROOF-TO-SHELL JUNCTION  
AREA LIMIT**

Area as per Section 5.10.2.6 (in. **2 ):	1.9183
--	--------

Top Angle Requirement Per 5.1.5.9.e	2x2x1/4
-------------------------------------	---------

(This is a minimum angle size based solely on the tank

diameter. Other criteria may require a larger section

**TANK(c) Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc.  
2013**

17

**SEISMIC EVALUATION RESULTS - Appendix E API-650 11th**

**Edition, Addendum 3, Aug.  
2011**

Site-Specific Ground Motion

Design Fluid Weight (lb.)	0.40964E+07
Sp -design level peak accel for nonASCE	0.40000
Ss -MCE at period of 0.2 seconds	1.0000
S0 -MCE at period of 0.0 seconds	0.40000
S1 -MCD at period of 1.0 seconds	0.50000
SDS-design spectral accel parameter	1.1000
FA -acceleration based site coefficient	1.1000
FV -velocity based site coefficient	1.5000
TS - FvS1 / FaSs	0.68182

98

TC -convective sloshing period	(sec)	3.8499
Ac -convective		
spectral accel parameter		
0.14611		
Ai -impulsive		
spectral accel parameter		
0.27500		
Wc -effective convective fluid weight	(lb. )	0.97676E+06
Wi -effective impulsive fluid weight	(lb. )	0.31691E+07
Vc -convective liquid base shear	(lb. )	0.14271E+06
Vi -impulsive liquid base shear	(lb. )	0.90231E+06
V -total design base shear	(lb. )	0.91353E+06
VS -shear resistance	(lb. )	0.19746E+07
Xc -ring wall convective moment arm	(pie. )	31.26
XCS-slab convective moment arm	(pie. )	31.927
XIS-slab impulsive moment arm	(pie. )	23.983
WS -shell+appurtenances weight	(lb. )	72317.
Wrs-roof, framing 10% snow weight	(lb. )	0.00000
Mrw-ringwall overturning moment	( <u>pie.lb.</u> )	0.16184E+08
Ms -slab overturning moment	( <u>pie.lb.</u> )	0.21979E+08
AV -vertical acceleration parameter		0.15400
Ge -effective specific gravity		0.93840
wa -resisting annulus force	(lb./in.)	
189.09 wt -tank + roof weight at shell base	(lb./in.)	
43.310		
J -the anchorage ratio		2.9927
L -reqd min annular plate projection	(pie. )	0.00000
<i>Anchorage ratio too large, anchors needed</i>		
Wab-Minimum anchorage resistance	(lb./in.)	846.12

18

N -number of anchor bolts required		16
Pab-anchor seismic design load	(lb. )	88301.
Sc -shell compressive stress	(lb./ <a href="#">sq.in.</a> )	3599.7
Sa -shell allowable stress	(lb./ <a href="#">sq.in.</a> )	5777.8

Height of sloshing wave	(pie. )	6.4713
Required Freeboard	(pie. )	4.5299

**Course Hoop Stress Hoop Allowable**

([lb./sq.in.](#)) ([lb./sq.in.](#))

1	18971.	30856.
---	--------	--------

TANK 2013, **API-650/653** Analysis

Licensee:

Job: TQ 11704 Bls Date: Jul 17,2015

ID:  
Time: 2:07a

2	19898.	30856.
3	15846.	30856.
4	11564.	30856.
5	7037.8	30856.
6	2560.3	30856.

**Seismic Evaluation Summary.**

Seismic shell stress check passed  
Base shear within limits  
Hoop stress within allowable.

**SECCION N° 7**

**Anchor Chair Cap Input Values:**

Thickness of Gusset Plates	j	0.748
in. Width of Gussets at Top Plate	twdt	6.890
in. Width of Gussets at Base Plate	bwdt	1.969
in. Height of Gussets	Hg	11.811
in. Height of Gussets plus top Plate thickness	h	13.071
in. Distance between Gussets	g	5.906
in. Dist. from Bolt Center to Gusset (Rg/2)	cg	2.953
in. External Corrosion Allowance	Ca	0.0591
in.		
Top Plate allowable stress	S	21600.0
<a href="#">lb./sq.in.</a>		
Number of Gussets per bolt	ng	2

Bottom Shell Course Thickness		0.315
in. Shell Course Corrosion Allowance		0.0591
in. Thickness of Tank Baseplate	m	0.315
in. Thickness of Top Plate	c	1.260
in. Radial Width of the Top Plate	b	6.890
in. Circumferential Width of the Top Plate	a	8.661
in. Anchor Bolt Diameter	d	2.00
in.		

**Anchor Chair Cap E Gusset Plate Analysis Results:**

**Required Thickness of Top Chair Cap Plate per AISI:**

P Bolt Load  
e Bolt eccentricity (center of bolt to shell  
OD) Sb Allowable Bending Stress ( 1.5 \* S )  
g Distance between  
Gussets d Bolt  
Diameter

**23**

**Top Chair Cap Plate Required Thickness  
per AISI [Tc]:**

$$= ( P / ( Sb * e ) * ( 0.375 * g - 0.22 * d ) )^{1/2} + c$$

$$= ( 70520 / ( 32400 * 3.110 ) * ( 0.375 * 5.91 - 0.22 * 2.000 ) )^{1/2} + 0.059 = 1.1734 \text{ in.}$$

**Stress in the Top Plate at given Thickness [Stpl]:**

$$= P ( 0.375 * b - 0.22 * d ) / e / ( c - Ca )^2$$

$$= 70520 ( 0.375 * 5.906 - 0.22 * 2.000 ) / 3.110 / ( 1.260 - 0.059 )^2$$

$$= 27905.0 \text{ lb./sq.in.}, \text{ must be less than } 32400.0 \text{ lb./sq.in.}$$

**Required Gusset Thickness per AISI:**

Gusset Plate Thickness is the greater of( 0.5 in (12mm), 0.04(

$$hg)) = \max( 0.500 , 0.04( 11.811 ) ) + Ca$$

$$= 0.559 \text{ in.}$$

For gusset plates the following must also be true:

$$\text{Gusset Thickness} * \text{Average Gusset Width} \geq (P/1000)/25$$

$$= ( 0.748 - 0.059 ) * 4.331 > ( 70.521 / 25 )$$

$$\text{Passed} = 2.984 > 2.821 \text{ Passed}$$

**Local Stress at the Top Plate per AISI, including axial Stress [S]:**

$$\begin{aligned}
&= P \cdot e / t^2 [1.32 \cdot Z / (1.43 \cdot a \cdot h^2 / (R \cdot t)) \\
&+ (4(a)(h)^2)^{.333} + 0.031 / (R \cdot t)^{1/2}] \\
&= 70520 \cdot 3.11 / 0.26^2 [1.32 \cdot 0.92 / (1.43 \cdot 8.66 \cdot (13.07)^2 / (265.81 \cdot 0.26)) \\
&+ (4 \cdot 8.66 \cdot (13.07)^2)^{.333} + 0.031 / (265.81 \cdot 0.26)^{1/2}] \\
&= 95130.0 \text{ lb./sq.in}
\end{aligned}$$

$$= 1 / [(0.177 \cdot a \cdot m / (R \cdot t)^{1/2}) \cdot (m/t)^2 + 1]$$

$$= 1 / [(0.177 \cdot 8.661 \cdot 0.315 / (265.807 \cdot 0.256)^{1/2}) \cdot (0.315 / 0.256)^2 + 1] =$$

0.919

Radial Distance [e]:

$$= (D_c - D_s) / 2$$

$$= (537.716 - 531.496) /$$

$$2 = 3.110 \text{ in.}$$

**TANK(c) Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2013**

## PRESUPUESTO DEL TANQUE DE AGUA DESMINERALIZADA

### Anexo B PRESUPUESTO - INGENIERÍA

RESUMEN DEL SUMINISTRO, FABRICACION y MONTAJE EN NUESTROS TALLERES								
<b>CLIENTE</b>	<b>TURBOGENERADORES</b>		<b>OT No.</b>		<b>H/DIA</b>		8.00	
<b>OBRA</b>	TANQUE DE 13500 DIA X 13000 ALTURA AUTOSOPORTADO		<b>Jefe de Proyecto</b>		<b>DIAS/MES</b>		15.00	
<b>PPTO.</b>	Mat. A-36		<b>FECHA : 09/12/14</b>		<b>CLAVE</b>	<b>TOTAL</b>	10.00	
<b>Partidas</b>	<b>RUBROS</b>		<b>PRESUPUESTADO</b>					
<b>PESO</b>	65055.00 KGS.		<b>PLAZO ENTREGA</b>	38.51	<b>DIAS</b>		2.57 MESES	
<b>1</b>	<b>MATERIALES (Nacionales e importados)</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>US\$./Unidad</b>	<b>Monto (US\$.)</b>	<b>Total (US\$)</b>	
1.01	PERFILES Y PLANCHAS ESTRUCTURALES A36		54600.00	Kgs.	0.00	0.00		
1.02	VIGAS		6000.00	Kgs.	0.00	0.00		
1.03	ANGULOS		1900.00	Kgs.	0.00	0.00		
1.04	PELDANHOS MAS PLAFORMAS INTERMEDIAS		900.00	Kgs.	0.00	0.00		
1.05	TUBOS DE BARANDAS		850.00	Kgs.	0.00	0.00		
1.06	TUBOS INOX	65055.00	255.00	Kgs.	0.00	0.00		
1.07	BRIDAS		50.00	Global	0.00	0.00		
1.08	ACCESORIOS		500.00	Kgs.	0.00	0.00		
1.09	SOLDADURA		1951.65	kgs.	0.00	0.00		
1.10	PERNOS		273.00	kgs.	0.00	0.00		
1.11	EMPAQUETADURAS		1.00	Global	0.00	0.00		
1.12	PINTURA INTERIOR TECHO ,CUERPO Y FONDO		1057.00	m2.	0.00	0.00		
1.13	PINTURA EXTERIOR TECHO Y CUERPO MAS ACC.		1120.00	m2.	0.00	0.00		
1.14	CONSUMIBLES						0.00	
1.15	MARGEN		5.00	%		0.00	0.00	
<b>2.00</b>	<b>FABRICACION</b>		<b>RENDIMIENTO</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>US\$./Unidad</b>	<b>Monto (US\$.)</b>	<b>Total (US\$)</b>
2.01	MANO DE OBRA		18.00	3080.56	Hh.	0.00	0.00	
2.02	EQUIPOS		0.036	2341.98	Hm.	0.00	0.00	0.00
<b>3.00</b>	<b>SERVICIOS</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>US\$./Unidad</b>	<b>Monto (US\$.)</b>	<b>Total (US\$)</b>	
3.01	INGENIERIA + QC		1.00	Global	9000.00	9000.00		
3.02								
3.03	ARENADO INTERIOR TECHO CASCO Y FONDO		1057.00	m2.	0.00	0.00		
3.04	ARENADO EXTERIOR + 3 CAPAS INTERIOR		1120.00	m2.	0.00	0.00		
3.05	TRANSPORTE EQUIPOS		14.00	BULTOS	0.00	0.00		
3.06	TRANSPORTES INTERNOS		14.00	CARGAS	0.00	0.00		
3.16	GALVANIZADO		900.00	Kgs.	0.00	0.00		
3.17	RAYOSX,PRUEBAS, ETC		54600.00	Global	0.00	0.00		
3.20	LIQUIDOS PENETRANTES		1.00	GLOBAL	0.00	0.00	9000.00	
	<b>COSTO PRIMO</b>		<b>(1+2+3)</b>				<b>A=</b>	<b>9000.00</b>
<b>4.00</b>	<b>GASTOS FABRICACION</b>							
			3080.56	Hh.	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>COSTO DE PRODUCCION</b>		<b>(1+2+3+4)</b>				<b>B=</b>	<b>9000.00</b>
<b>5.00</b>	<b>GASTOS GENERALES</b>							
5.20	Gastos Administrativos		7.00	%	de B	630.00		
5.30	Gastos de Ventas		4.00	%	de B	360.00		
5.40	Carga Financiera		4.00	%	de B	360.00		1350.00
	<b>COSTO DE VENTA</b>		<b>(1+2+3+4+5)</b>				<b>C=</b>	<b>10350.00</b>
<b>6.00</b>	<b>UTILIDADES</b>							
			10.00	%	de B			900.00
	<b>VALOR VENTA TOTAL</b>		<b>(1+2+3+4+5+6)</b>				<b>US\$.</b>	<b>11250.00</b>
	<b>impuesto ala renta</b>							<b>225.00</b>
	<b>TOTAL</b>							<b>11,475.00</b>
	No Incluye el impuesto de ley vigente.							
							<b>\$/Kg</b>	<b>0.18</b>

Anexo C PRESUPUESTO - SUMINISTRO Y TRANSPORTE

RESUMEN DEL SUMINISTRO, FABRICACION y MONTAJE EN NUESTROS TALLERES								
CLIENTE	TURBOGENERADORES			OT No.		H/DIA	8.00	
OBRA	TANQUE DE 13500 DIA X 13000 ALTURA AUTOSOPORTADO			Jefe de Proyecto		DIAS/MES	15.00	
PPTO.	Mat. A-36		FECHA : 09/12/14	CLAVE	TOTAL	HOMBRES	10.00	
Partidas	RUBROS			PRESUPUESTADO				
PESO	65055.00	KGS.	PLAZO ENTREGA	38.51	DIAS	2.57	MESES	
1	MATERIALES (Nacionales e importados)		Cantidad	Unidad	US\$/Unidad	Monto (US\$.)	Total (US\$)	
1.01	PERFILES Y PLANCHAS ESTRUCTURALES A36		54600.00	Kgs.	0.61	33306.00		
1.02	VIGAS		6000.00	Kgs.	0.85	5100.00		
1.03	ANGULOS		1900.00	Kgs.	3.50	6650.00		
1.04	PELDANHOS MAS PLAFORMAS INTERMEDIAS		900.00	Kgs.	2.85	2565.00		
1.05	TUBOS DE BARANDAS		850.00	Kgs.	0.90	765.00		
1.06	TUBOS INOX	65055.00	255.00	Kgs.	4.50	1147.50		
1.07	BRIDAS		50.00	Global	3.00	150.00		
1.08	ACCESORIOS		500.00	Kgs.	2.00	1000.00		
1.09	SOLDADURA		1951.65	kgs.	3.18	6206.25		
1.10	PERNOS		273.00	kgs.	3.00	819.00		
1.11	EMPAQUETADURAS		1.00	Global	400.00	400.00		
1.12	PINTURA INTERIOR TECHO ,CUERPO Y FONDO		1057.00	m2.	0.00	0.00		
1.13	PINTURA EXTERIOR TECHO Y CUERPO MAS ACC.		1120.00	m2.	0.00	0.00		
1.14	CONSUMIBLES					3723.75		
1.15	MARGEN		5.00	%		3091.62	64924.12	
2.00	FABRICACION		RENDIMIENTO	Cantidad	Unidad	US\$/Unidad	Monto (US\$.)	Total (US\$)
2.01	MANO DE OBRA		18.00	3080.56	Hh.	6.10	18791.39	
2.02	EQUIPOS		0.036	2341.98	Hm.	0.50	1170.99	19962.38
3.00	SERVICIOS		Cantidad	Unidad	US\$/Unidad	Monto (US\$.)	Total (US\$)	
3.01	INGENIERIA + QC		1.00	Global	0.00	0.00		
3.02								
3.03	ARENADO INTERIOR TECHO CASCO Y FONDO		1057.00	m2.	7.10	7504.70		
3.04	ARENADO EXTERIOR + 3 CAPAS INTERIOR		1120.00	m2.	0.00	0.00		
3.05	TRANSPORTE EQUIPOS		14.00	BULTOS	150.00	2100.00		
3.06	TRANSPORTES INTERNOS		14.00	CARGAS	100.00	1400.00		
3.07	TRANSPORTES A SITIO		7.00	Unidad	500.00	3500.00		
3.08	GALVANIZADO		900.00	Kgs.	0.00	0.00		
3.09	RAYOSX,PRUEBAS, ETC		54600.00	Global	0.03	1638.00		
3.10	LIQUIDOS PENETRANTES		1.00	GLOBAL	500.00	500.00	16642.70	
	COSTO PRIMO		(1+2+3)			A=	101529.20	
4.00	GASTOS FABRICACION		3080.56	Hh.	1.50	4620.83	4620.83	
	COSTO DE PRODUCCION		(1+2+3+4)			B=	106150.0322	
5.00	GASTOS GENERALES							
5.20	Gastos Administrativos		7.00	%	de B	7430.50		
5.30	Gastos de Ventas		4.00	%	de B	4246.00		
5.40	Carga Financiera		4.00	%	de B	4246.00	15922.50	
	COSTO DE VENTA		(1+2+3+4+5)			C=	122072.54	
6.00	UTILIDADES		10.00	%	de B		10615.00	
	VALOR VENTA TOTAL		(1+2+3+4+5+6)			US\$.	132687.54	
	impuesto ala renta		2.00	%			2,653.75	
	TOTAL						135341.29	
	No Incluye el impuesto de ley vigente.							
						\$/Kg	2.08041336	



## Anexo D PRESUPUESTO - PINTURA

RESUMEN DEL SUMINISTRO, FABRICACION y MONTAJE EN NUESTROS TALLERES							
<b>CLIENTE</b>	TURBOGENERADORES			<b>OT No.</b>		<b>H/DIA</b>	8.00
<b>OBRA</b>	TANQUE DE 13500 DIA X 13000 ALTURA AUTOSOPORTADO			<b>Jefe de Proyecto</b>		<b>DIAS/MES</b>	15.00
<b>PPTO.</b>	Mat. A-36		<b>FECHA : 09/12/14</b>	<b>CLAVE</b>	<b>TOTAL</b>	<b>HOMBRES</b>	10.00
<b>Partidas</b>	<b>RUBROS</b>			<b>PRESUPUESTADO</b>			
<b>PESO</b>	65055.00	KGS.	PLAZO ENTREGA	38.51	DIAS	2.57	MESES
<b>1</b>	<b>MATERIALES (Nacionales e importados)</b>			<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>US\$/Unidad</b>	<b>Monto (US\$.)</b>
1.01	PERFILES Y PLANCHAS ESTRUCTURALES A36			54600.00	Kgs.	0.00	0.00
1.02	VIGAS			6000.00	Kgs.	0.00	0.00
1.03	ANGULOS			1900.00	Kgs.	0.00	0.00
1.04	PELDANHOS MAS PLAFORMAS INTERMEDIAS			900.00	Kgs.	0.00	0.00
1.05	TUBOS DE BARANDAS			850.00	Kgs.	0.00	0.00
1.06	TUBOS INOX	65055.00		255.00	Kgs.	0.00	0.00
1.07	BRIDAS			50.00	Global	0.00	0.00
1.08	ACCESORIOS			500.00	Kgs.	0.00	0.00
1.09	SOLDADURA			1951.65	kgs.	0.00	0.00
1.10	PERNOS			273.00	kgs.	0.00	0.00
1.11	EMPAQUETADURAS			1.00	Global	0.00	0.00
1.12	PINTURA INTERIOR TECHO ,CUERPO Y FONDO			1057.00	m2.	13.00	13741.00
1.13	PINTURA EXTERIOR TECHO Y CUERPO MAS ACC.			1120.00	m2.	16.00	17920.00
1.14	CONSUMIBLES						0.00
1.15	MARGEN			5.00	%		1583.05
<b>2.00</b>	<b>FABRICACION</b>			<b>RENDIMIENTO</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>US\$/Unidad</b>
2.01	MANO DE OBRA			18.00	3080.56	Hh.	0.00
2.02	EQUIPOS			0.036	2341.98	Hm.	0.00
<b>3.00</b>	<b>SERVICIOS</b>			<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>US\$/Unidad</b>	<b>Monto (US\$.)</b>
3.01	INGENIERIA + QC			1.00	Global	0.00	0.00
3.02							
3.03	ARENADO INTERIOR TECHO CASCO Y FONDO			1057.00	m2.	0.00	0.00
3.04	ARENADO EXTERIOR + 3 CAPAS INTERIOR			1120.00	m2.	6.45	7224.00
3.05	TRANSPORTE EQUIPOS			14.00	BULTOS	0.00	0.00
3.06	TRANSPORTES INTERNOS			1.00	CARGAS	0.00	0.00
3.16	GALVANIZADO EN CALIENTE			900.00	Kgs.	0.50	450.00
3.17	RAYOSX,PRUEBAS, ETC			54600.00	Global	0.00	0.00
3.20	LIQUIDOS PENETRANTES			1.00	GLOBAL	0.00	0.00
	<b>COSTO PRIMO</b>			<b>(1+2+3)</b>			<b>A= 40918.05</b>
<b>4.00</b>	<b>GASTOS FABRICACION</b>			<b>3080.56</b>	<b>Hh.</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
	<b>COSTO DE PRODUCCION</b>			<b>(1+2+3+4)</b>			<b>B= 40918.05</b>
<b>5.00</b>	<b>GASTOS GENERALES</b>						
5.20	Gastos Administrativos			7.00	%	de B	2864.26
5.30	Gastos de Ventas			4.00	%	de B	1636.72
5.40	Carga Financiera			4.00	%	de B	1636.72
	<b>COSTO DE VENTA</b>			<b>(1+2+3+4+5)</b>			<b>C= 47055.76</b>
<b>6.00</b>	<b>UTILIDADES</b>			<b>10.00</b>	<b>%</b>	<b>de B</b>	<b>4091.81</b>
	<b>VALOR VENTA TOTAL</b>			<b>(1+2+3+4+5+6)</b>			<b>US\$. 51147.56</b>
	<b>impuesto ala renta</b>			<b>2.00</b>	<b>%</b>		<b>1022.95</b>
	<b>TOTAL</b>						<b>52,170.51</b>
	No Incluye el impuesto de ley vigente.						
						<b>\$/Kg</b>	<b>0.80</b>

# Anexo E HOJA DATA DE LA CTCC CHILCA 2



## CENTRAL TERMOELÉCTRICA CICLO COMBINADO CHILCA 2 (112,8 MW)

<b>DENOMINACIÓN</b>	CENTRAL TERMOELÉCTRICA CHILCA 2 ( AMPLIACIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA CICLO COMBINADO CHILCA 1)
<b>EMPRESA CONCESIONARIA</b>	ENERSUR
<b>TECNOLOGÍA</b>	Generación Termoeléctrica
<b>UBICACIÓN</b>	Departamento Lima Provincia Cañete Distrito Chilca Altitud 40 msnm
<b>DATOS TÉCNICOS DE CENTRAL</b>	Potencia a Instalar (75,4 MW Ciclo Simple / 112,8 MW Ciclo Combinado) Número de Unidades de Generación 1 Turbinas a Gas 1 Turbina de Vapor N° de Calderas de Recuperación 1 Calderas de Recuperación N° de Aerocondensadores 1 Sistema de enfriamiento de aire para condensación de vapor Fuente de Energía Gas Natural
<b>DATOS DE GENERADOR</b>	Marca (G.G./G.V) General Electric / Siemens Potencia (G.G./G.V) 75,4 MW / 37,4 MW Tensión generación (G.G./G.V) 13,8 kV / 13,8 kV Factor potencia(G.G./G.V) 0,80 – 0,85
<b>DATOS DE TURBINA</b>	Marca ( T.G./T.V) General Electric / Siemens Potencia ( T.G./T.V) 75,4 MW / 37,4 MW Velocidad ( T.G./T.V) 5 254 / 4 700 rpm
<b>DATOS DE TRANSFORMADOR (TG)</b>	Potencia 84-105 MVA Relación de Transformación 220/13,8 kV
<b>DATOS DE TRANSFORMADOR (TV)</b>	Potencia 44-55 MVA Nivel de Tensión 220/13,8 kV
<b>DATOS DE CONTRATO</b>	Tipo de contrato Modificación de Autorización MINEM Fecha de Resolución 24.01.2015 Puesta en Operación Comercial (POC) <b>06.05.2016 (Ciclo Simple) – En Operación</b> <b>16.12.2016 (Ciclo Combinado)</b>
<b>INFORMACIÓN RELEVANTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La Modificación de la Autorización para desarrollar la actividad de generación eléctrica en la C.T. Chilca 1, fue otorgada por el MINEM mediante R.M. N° 011-2015-MEM/DM del 24.01.2015, consistente en la instalación de la quinta y sexta unidad de generación.</li> <li>Mediante la R.M. N° 217-2016-MEM/DM del 09.06.2016, el MINEM aprobó la modificación de la Autorización, según la cual se fracciona en dos Autorizaciones independientes, quedando la C.T. Chilca 1 compuesta por 4 unidades de 847,05 MW y la nueva C.T. Chilca 2 compuesta por 2 unidades de 112,8 MW. La C.T. Chilca 2 está ubicada al lado este de la C.T. Chilca 1.</li> <li>El proyecto cuenta con el CIRA aprobado con oficio N°110-2015-DCE-DGPA/MC del 20.01.2015; y con el Estudio de Pre Operatividad aprobado con carta COES/D/DP-1019-2014 del 31.07.2014.</li> <li>Con carta COES/D/DP-2056-2015 del 16.12.2015, el COES aprobó el Estudio de Operatividad para el ciclo simple, que corresponde a la energización del transformador y sincronización de la unidad TG; y con carta COES/D/DP-397-2016 del 07.04.2016, el COES aprobó el Estudio de Operatividad del ciclo combinado, que corresponde a la energización del transformador principal y sincronización de la unidad TV.</li> <li>La contratista a cargo de la obra fue Duro Felguera S.A.</li> <li>Con carta COES/D/DP-502-2016 del 04.05.2016 se aprobó la Puesta en Operación Comercial de la Turbina a Gas TG-41 (ciclo simple), a partir del 06.05.2016 con una potencia efectiva de 75,49 MW.</li> <li>Con carta COES/D/DP-851-2016 del 15.08.2016, el COES autorizó la conexión al SEIN para las Pruebas de Puesta en Servicio del Transformador GSU y la Unidad TV de la C.T. Chilca 2.</li> <li>Con carta COES/D/DP-1285-2016 del 14.12.2016, el COES aprobó la Puesta en Operación Comercial de la C.T. Chilca 2 (Turbina a Gas TG-41 y Turbina a Vapor TV-42), desde las 00:00 horas del 16.12.2016 con una potencia efectiva total de 114,04 MW.</li> <li>El monto de inversión aproximado del fue de 140 MM US\$.</li> </ul>
<b>DIAGRAMA UNIFILAR DE GENERACIÓN</b> 	



Plano de Ubicación del Sistema de Bombeo de Agua de Mar



Chimeneas de los Ciclos Simple y Combinado



Nave de Turbina-Generador a Vapor



Vista del Aerocondensador



Vista de la C.T. Chilca 2

## TANQUE MONTADO SIN RECUBRIMIENTO FINAL - ASIRU SA



## TANQUE EN PROCESO DE RECUBRIMIENTO – ASIRU SA



## TANQUE FINALIZADO – ASIRU SA

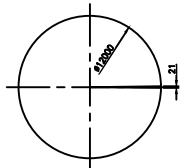


Anexo F **PLANOS DE FABRICACIÓN**

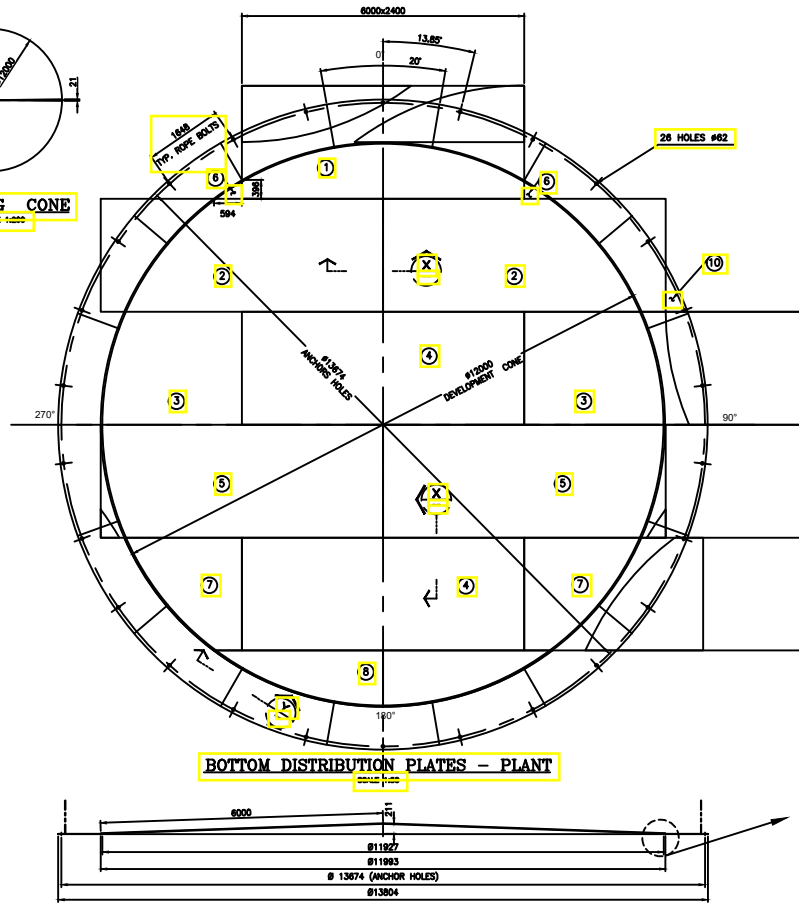




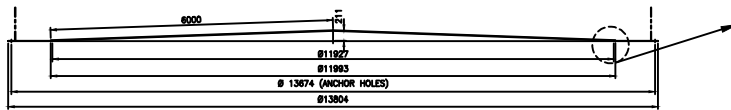




**CUTTING CONE**  
SCALE: 1:200



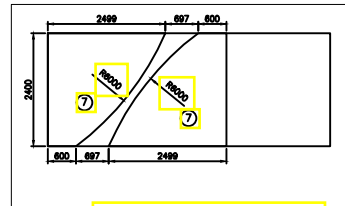
**BOTTOM DISTRIBUTION PLATES - PLAN**  
SCALE: 1:200



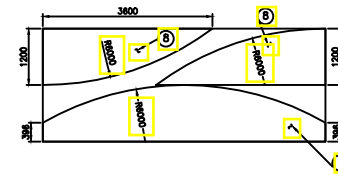
**ELEVATION**  
SCALE: 1:200



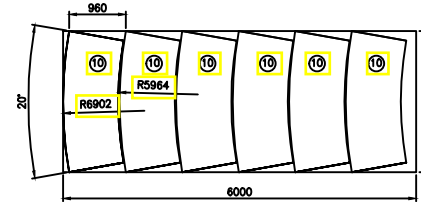
**CUTTING RING SEGMENTS**  
SCALE: 1:200



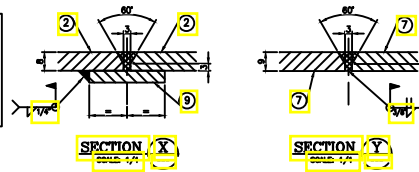
**CUTTING RING SEGMENTS**  
SCALE: 1:200



**CUTTING RING SEGMENTS**  
SCALE: 1:200

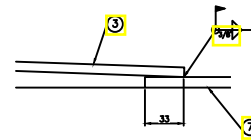


**CUTTING RING SEGMENTS**  
SCALE: 1:200

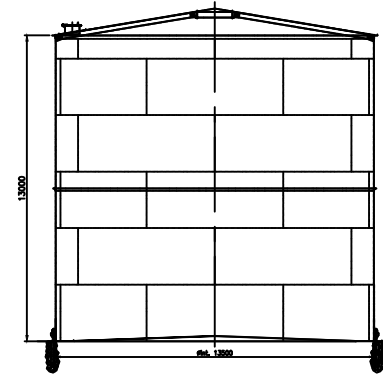


**SECTION X**  
SCALE: 1/4"

**SECTION Y**  
SCALE: 3/4"



BILL OF MATERIALS									
ITEM	QTY.	DESCRIPTION	MEASURE		WEIGHT(Kg)		MATERIAL	OBSERVATIONS	
			Width (mm)	Length (mm)	UNIT	SUB-TOTAL			
TANK BOTTOM									
1	1	PL 8	1196	x 6000	354.10	354.10	A-36		
2	2	PL 8	2400	x 3300	811.38	1622.76	A-36		
3	2	PL 8	2400	x 3000	456.12	912.24	A-36		
4	2	PL 8	2400	x 6000	904.32	1808.64	A-36		
5	2	PL 8	2400	x 6000	879.50	1759.00	A-36		
6	2	PL 8	396	x 594	77.9	155.8	A-36		
7	2	PL 8	2400	x 2400	252.06	504.12	A-36		
8	2	PL 8	2400	x 3364	184.82	369.64	A-36		
9	2	Plate 316 x 114"	x 59680		7340	146.80		Total Length	
10	18	PL 9	1029	x 2400	132.37	2382.66	A-36		
					TOTAL WEIGHT (Kg)		9,909.72		



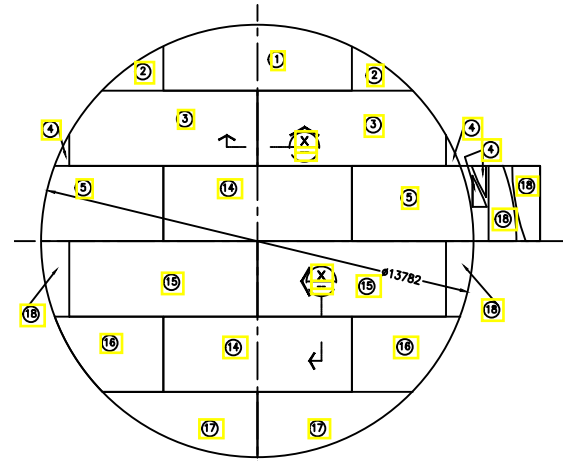
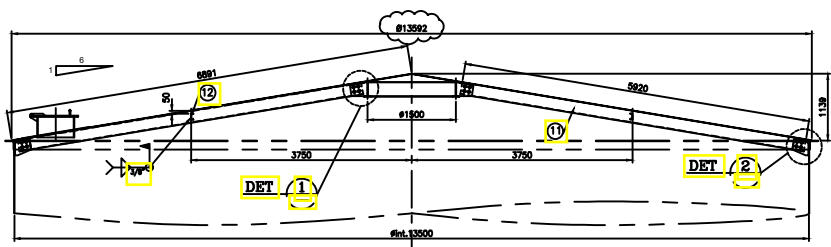
**KEY PLAN**  
SCALE: 1:200

NOTES:  
1- LOCATION TO SEE PLAN A1-DF-TK-AG-001.

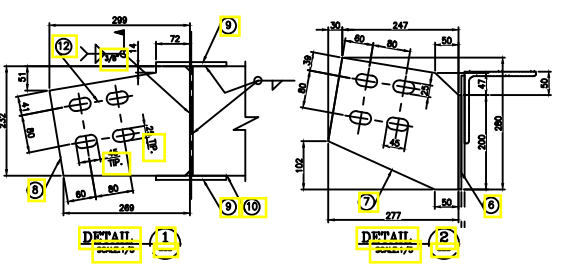
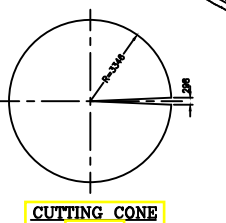
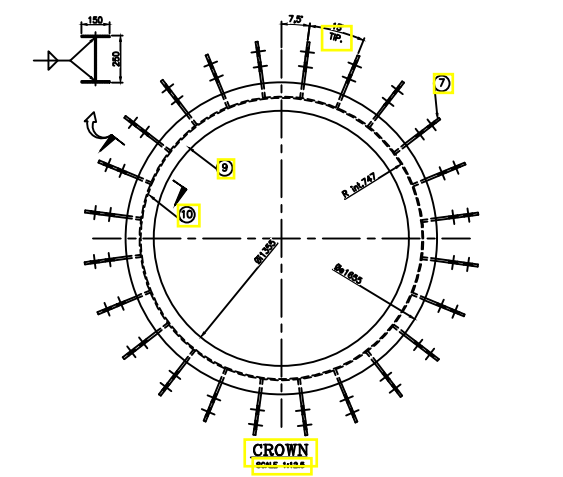
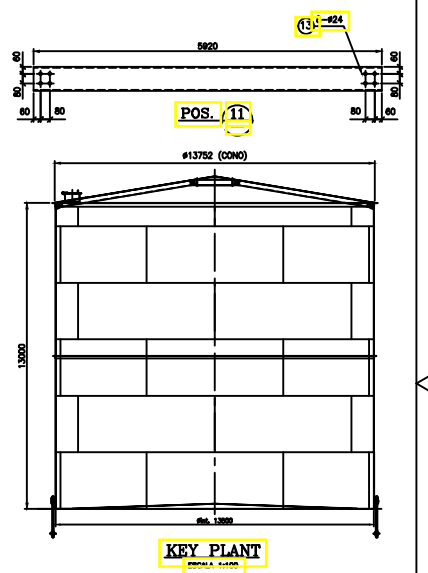
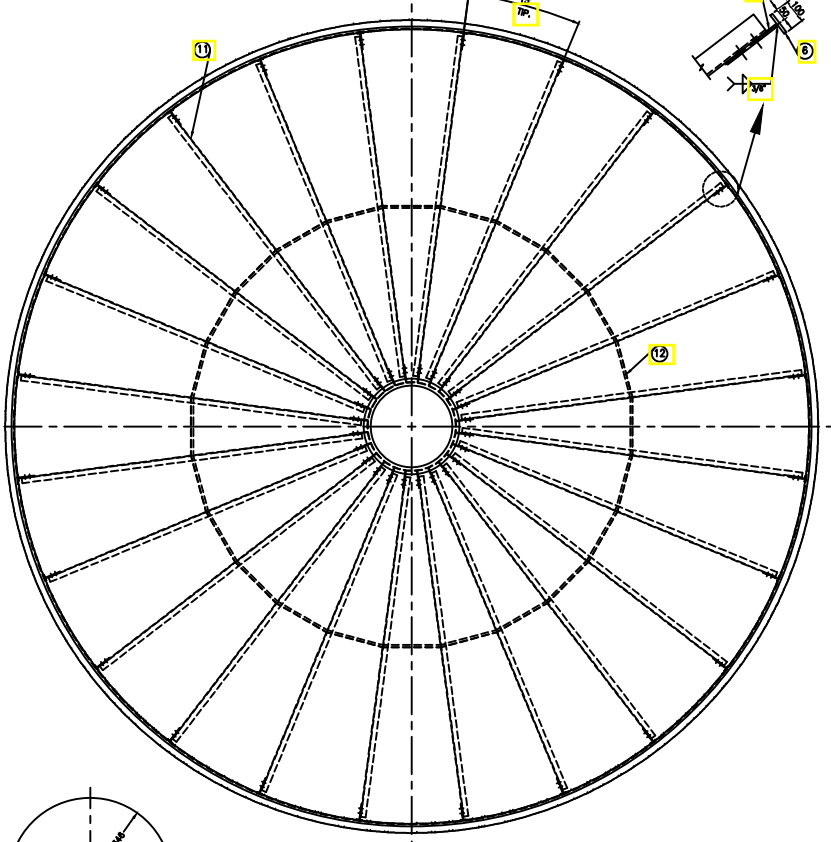
NO.	DESCRIPTION	DATE	BY	CHKD.	APPV.	DATE
01	MODIFIED ARRANGEMENT					
02	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
03	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
04	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
05	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
06	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
07	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
08	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
09	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
10	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
11	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
12	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
13	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
14	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
15	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
16	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
17	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
18	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
19	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
20	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
21	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
22	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
23	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
24	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
25	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
26	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
27	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
28	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
29	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
30	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
31	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
32	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
33	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
34	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
35	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
36	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
37	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
38	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
39	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
40	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
41	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
42	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
43	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
44	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
45	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
46	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
47	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
48	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
49	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
50	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
51	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
52	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
53	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
54	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
55	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
56	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
57	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
58	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
59	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
60	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
61	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
62	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
63	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
64	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
65	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
66	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
67	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
68	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
69	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
70	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
71	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
72	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
73	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
74	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
75	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
76	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
77	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
78	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
79	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
80	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
81	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
82	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
83	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
84	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
85	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
86	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
87	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
88	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
89	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
90	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
91	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
92	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
93	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
94	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
95	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
96	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
97	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
98	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
99	ANCHORING HOLE IN POS. 7					
100	ANCHORING HOLE IN POS. 7					



PROJECT	"WATER TANK DESMINERALIZADA"	DRAWN	ASIRUSA
PLAN	TANK DIA. INT.=13500 , H=13000 BOTTOM OF TANK	DATE	10/07/18
		SCALE	AS INDICATED
		NUMBER DRAWING	A1-DF-TK-F-003
		REV.	2



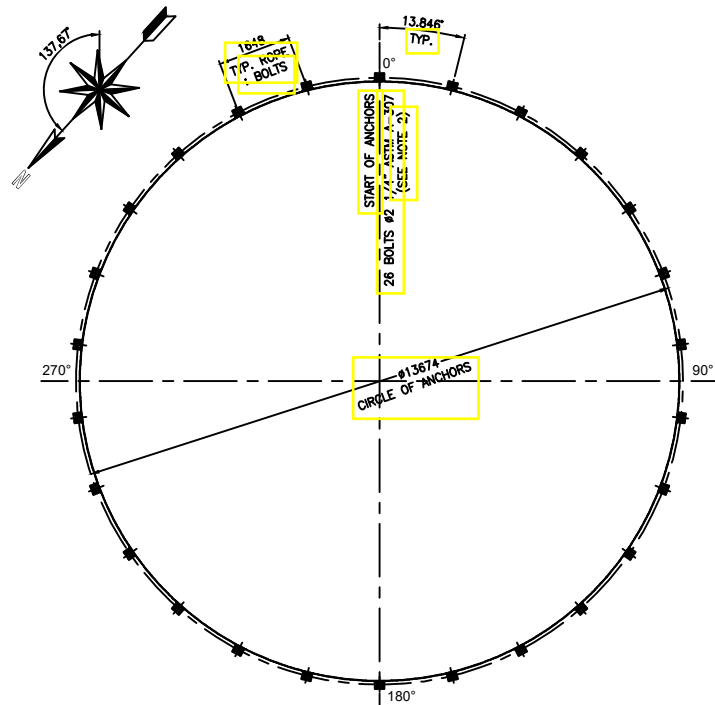
BILL OF MATERIALS						
ITEM	QTY.	DESCRIPTION	MEASURE (mm)	WEIGHT (kg)	MATERIAL	OBSERVATIONS
TANK ROOF						
1	1	PL 1/2"	200 x 800	88.29	A36	
2	2	PL 1/2"	100 x 700	78.07	A36	
3	2	PL 1/2"	800 x 800	863.99	A36	
4	2	PL 1/2"	250 x 800	121.11	A36	
5	2	PL 1/2"	300 x 300	48.91	A36	
6	20	PL 1/2"	100 x 200	18.6	A36	
7	20	PL 1/2"	200 x 200	52.8	A36	
8	20	PL 1/2"	277 x 200	85.5	A36	
9	2	PL 2"	2430 x 2130	41.41	A36	
10	1	PL 1/2"	100 x 200	27.28	A36	
11	20	Channel 10 x 15.34	x 80	34.98	A36	
12	20	Channel 10 x 15.34	x 80	7.89	A36	
13	120	SPRINTER	x 7"	2.09	A36	
14	2	PL 1/2"	200 x 800	77.80	A36	
15	2	PL 1/2"	200 x 300	77.80	A36	
16	2	PL 1/2"	200 x 300	77.80	A36	
17	2	PL 1/2"	200 x 300	77.80	A36	
18	2	PL 1/2"	200 x 300	77.80	A36	
19	2	PL 1/2"	800 x 200	132.23	A36	
TOTAL WEIGHT (kg)				13282.03		



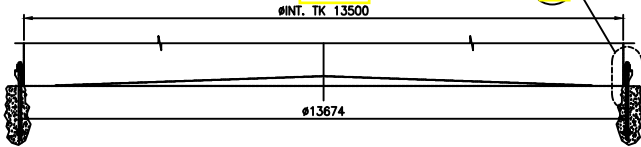
NOTES:  
1- LOCATION TO SEE PLAN A1-DF-TK-A0-001.

13	APPROVED FOR CONSTRUCTION	DATE	10/07/15	SCALE	AS SHOWN
14	APPROVED FOR CONSTRUCTION	DATE		SCALE	
15	APPROVED FOR CONSTRUCTION	DATE		SCALE	
16	APPROVED FOR CONSTRUCTION	DATE		SCALE	
17	APPROVED FOR CONSTRUCTION	DATE		SCALE	
18	APPROVED FOR CONSTRUCTION	DATE		SCALE	
19	APPROVED FOR CONSTRUCTION	DATE		SCALE	
<p>CLIENT: DURO FELGUERA S.A.</p> <p>PROJECT: "WATER TANK DESMINERALIZADA"</p> <p>PLAN: TANK DIA. INT.=13500 , H=13000</p> <p>ROOF OF TANK</p> <p>DATE: 10/07/15</p> <p>SCALE: AS SHOWN</p> <p>NUMBER DRAWING: A1-DF-TK-T-004</p> <p>REV. 2</p>					





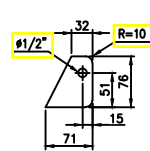
**PLAN**  
SCALE 1:75  
Ø INT. TK 13500



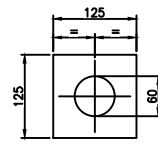
**DISTRIBUTION OF ANCHORS**  
SCALE 1:50

**NOTES:**

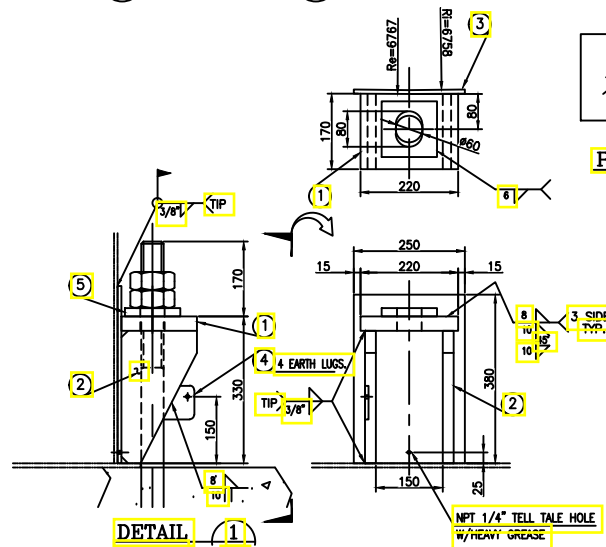
- 1.- DIMENSIONS ARE IN mm.
- 2.- START HERE INDICATED IS REFERENTIAL. VERIFY THE LOCATIONS OF THE SADDLES NOT INTERFERE WITH ACCESSORIES OR OTHER ITEMS IN THE TANK
- 3.- THE TANKS SHALL INCLUDE FOUR(4) LUGS WELDED TO THE FOUR QUADRANTS OF THE PERIMETER BOTTOM RING, EXTERNALLY, TO FASTEN THE CABLES OF THE SACRIFICE ANODES.
- 4.- SEE PLAN OF GENERAL ARRANGEMENT A1-DG-TK-AG-001.



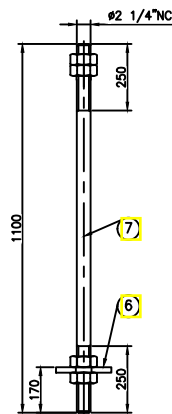
POS. (4)



POS. (5)

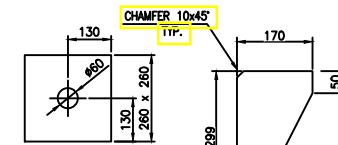


**DETAIL**  
SCALE 1:7.5



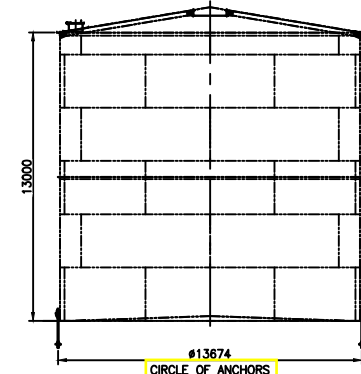
**DETAIL OF ANCHOR**  
SCALE 1:12.5

		BILL OF MATERIALS						
ITEM	QTY	DESCRIPTION	MEASURES		WEIGHT (Kg)		MATERIAL	OBSERVATIONS
			Width (mm)	Long (mm)	UNIT	SUB-TOTAL		
ANCHORS OF TANK								
1	26	PL 32	170	x 220	9.39	244.27	A-36	
2	52	PL 25	170	x 299	6.83	355.16	A-36	
3	26	PL 9	250	x 380	6.71	174.51	A-36	
4	4	PL 9	71	x 76	0.38	1.52	A-36	4 earth lugs @ 90°
5	26	PL 19	125	x 125	2.33	60.59	A-36	
6	26	PL 25	260	x 260	13.27	344.83	A-36	
7	26	BAR Ø2 1/4"		x 1100	22.50	585.00	SAE-1020	W/N and Lock Nut
TOTAL WEIGHT (Kg)						1,765.98		



POS. (6)

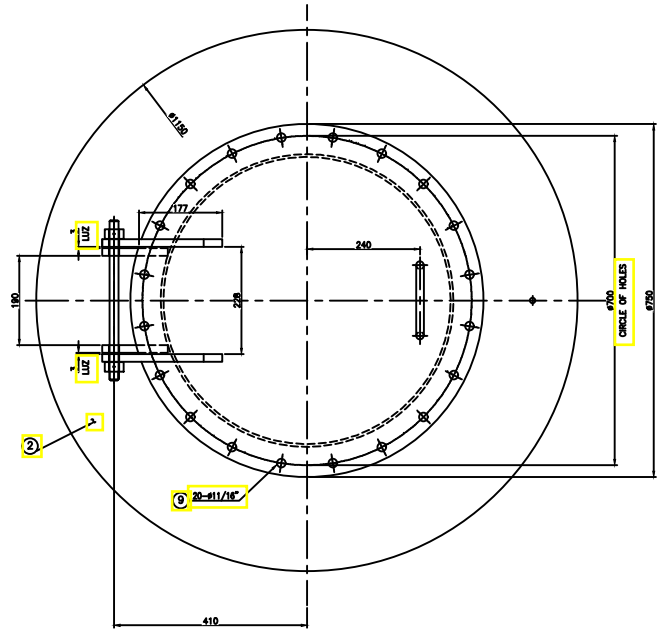
POS. (2)



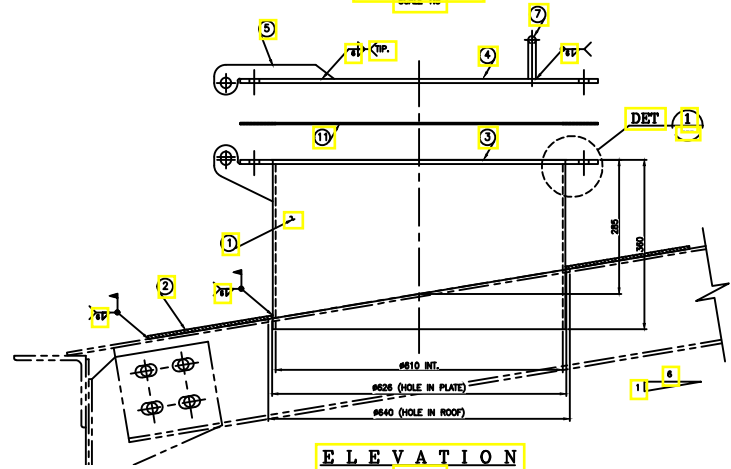
**KEY PLAN**  
ESCALA 1:150

Rev.	Description	J.B.	V.T.	11/07/15
Check	Approv.	Date		
CLIENT: <b>DURO FELGUERA S.A.</b>				
PROJECT: <b>"WATER TANK DESMINERALIZADA"</b>		DWG.: J. SUIZA		
PLAN: <b>TANK Øi=13500 H=13000 SADDLES OF ANCHORS</b>		DIS.: ASIRUSA		
		REV.: J. BUSTIOS		
		APPROV.: Y. TAPIA		
		DATE: 10/07/15	SCALE INDICADA	
		NUMBER DRAWING	REV.	
A2-DF-TK-BA-005		1		

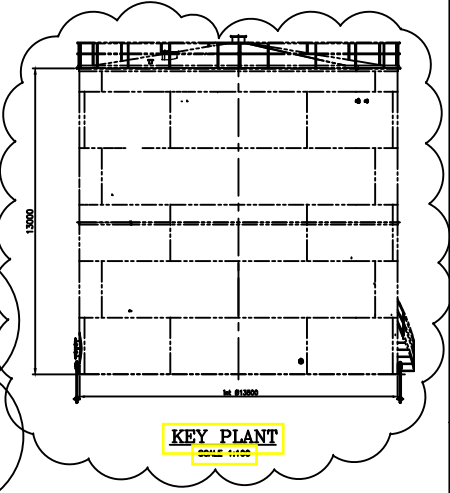
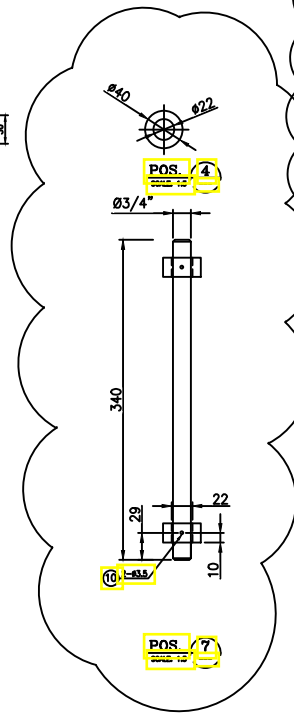
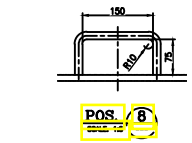
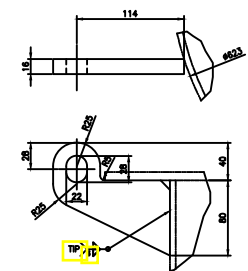
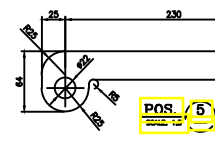
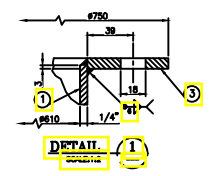




**PLANT**  
SCALE: 1:100



**ELEVATION**  
SCALE: 1:100

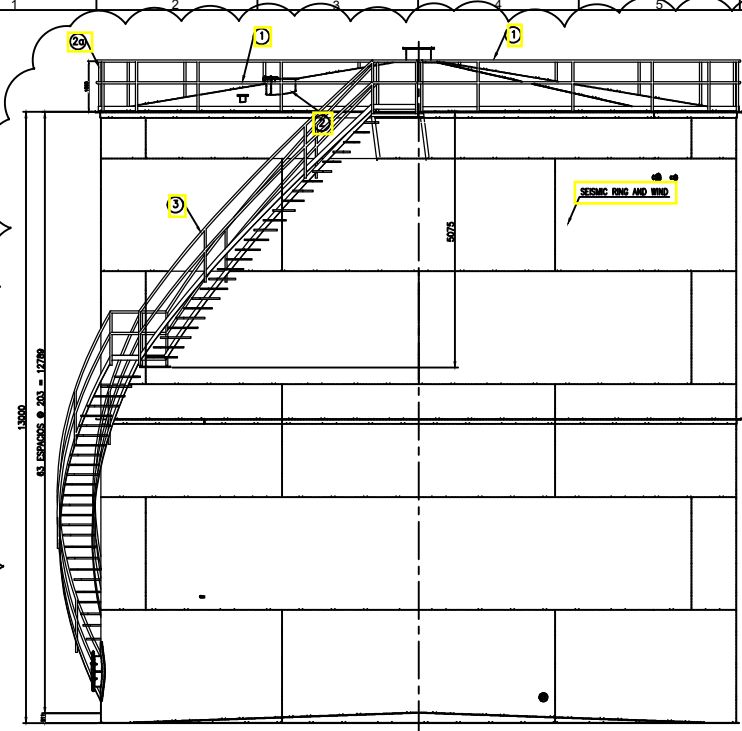


**KEY PLANT**  
SCALE: 1:100

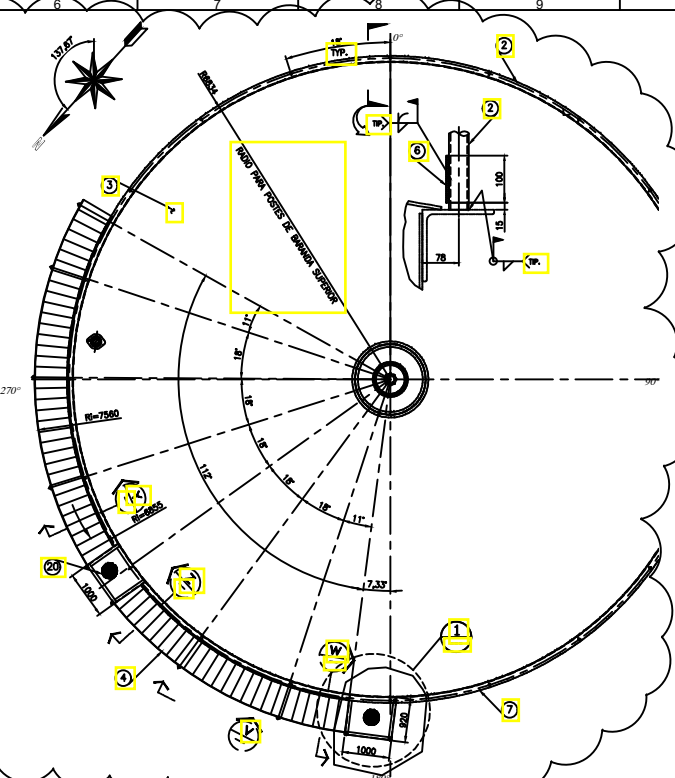
BILL OF MATERIALS									
ITEM	QTY.	DESCRIPTION	MEASURE		WEIGHT (Kg)		MATERIAL	OBSERVATIONS	
			Width (mm)	Length (mm)	UNIT	SUB-TOTAL			
ROOF MANHOLE									
1	1	PL 1/4"	254	x 1936	34.16	34.16	A-36		
2	1	FL 9	Ø2150	x Ø340	3354	3354	A-36		
3	1	FL 9	Ø2750	x Ø623	1010	1010	A-36		
4	1	FL 9	x Ø2750	3305	3305	A-36			
5	2	FL 16	64	x 255	1.05	2.10	A-36		
6	2	FL 16	85	x 185	0.98	1.96	A-36		
7	1	BAR Ø 34"	x 340	0.76	0.76	SAC-1020			
8	1	BAR Ø 58"	x 300	0.47	0.47	SAC-1020	W2 Nub & WPr		
9	20	Bols Ø 58" NC	x 2"	0.00	0.00	A-307	WV N & WPr		
10	2	Split Pins	Ø 1/8"	x 1 1/2"	0.00	0.00	A-307	WV N & WPr	
11	1	RUBBER 1/8"	Ø2750	x 0.00	0.00	Nature Rubber			
12	2	Ø 1/8" Ø 1/4"	x 30"	0.07	0.14				
TOTAL WEIGHT (Kg)						136.37			

1.- SEE GENERAL ARRANGEMENT TANK IN PLANE A1-DF-TK-AG-001.

1	MODIFIED KEY PLANT	J.M.	V.T.	17/08/15
2	MODIFIED TANK ARRANGEMENT	J.M.	V.T.	17/08/15
3	MODIFIED TANK ARRANGEMENT - 2D VIEW	J.M.	V.T.	17/08/15
REV.	Description	Checked	Approved	Drawn
DURO FELGUERA S.A.				
PROJECT	"WATER TANK DESMINERALIZADA"	DWL - SUZSA		
PLAN	TANK DIA. INT.=13500 , H=13000	DRL - SUZSA		
	ROOF MANHOLE	REV. - SUZSA		
		APPROV. IN. NAPA		
<b>asirusa</b>		DATE:	33/07/15	SCALE: IN. CADAS
		NUMBER DRAWING		REV.
		A1-DF-TK-MHT-007		2

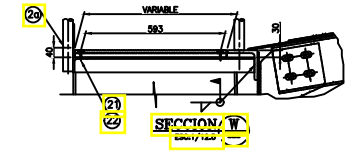


**ELEVATION**  
SCALE: 1:200

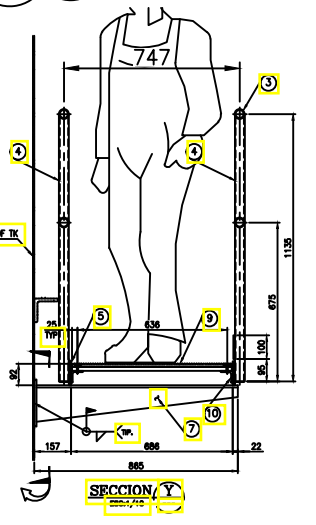
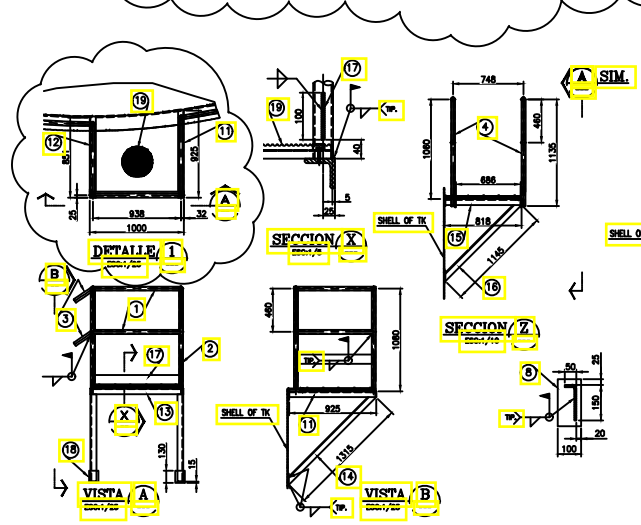


**PLANT**  
SCALE: 1:200

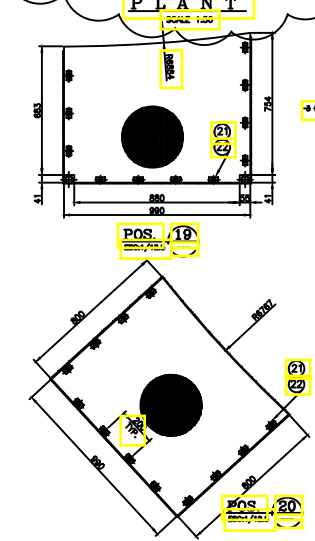
ITEM	QTY.	DESCRIPTION	MEASURE		WEIGHT (kg)	MATERIAL	OBSERVATIONS
			Length (mm)	UNIT			
<b>PERIMETER HANDRAIL &amp; STAIRCASE</b>							
1	2	Pipe Ø1 1/2 Sch40	4150	14.185	28372	A-53	Length total
2	30	Pipe Ø1 1/2 Sch40	1050	3.66	7301	A-53	
3	4	Pipe Ø1 1/2 Sch40	1970	6.65	3363	A-53	Length total
4	16	Pipe Ø1 1/2 Sch40	1130	3.96	6138	A-53	
5	2	Flange 305 x 5	9100	218.02	12820	A-53	Length total
6	2	Flange 102 x 4	4730	212.02	11249	A-53	
7	6	Plate 305	180 x 865	9.13	5478	A-36	
8	6	Plate 305	100 x 200	1.80	108	A-36	
9	30	Flange 102	200 865	6.80	43820	A-53	Calculus
10	124	1/2"x1/4"	x 275	1.21	16158	A-36	
<b>PLATFORM</b>							
11	1	12 1/2"x2 1/2"x1/4"	925	5.94	514	A-36	
12	1	12 1/2"x2 1/2"x1/4"	861	5.19	419	A-36	
13	1	12 1/2"x2 1/2"x1/4"	960	6.04	524	A-36	
14	2	12 1/2"x2 1/2"x1/4"	9310	7.99	1558	A-36	
15	2	12 1/2"x2 1/2"x1/4"	812	4.88	391	A-36	
16	2	12 1/2"x2 1/2"x1/4"	1145	6.98	1397	A-36	
17	1	Pipe Ø1 1/2 Sch40	7550	25.82	2554	A-53	Length total
18	2	Pipe Ø1 1/2 Sch40	1050	3.66	7301	A-53	
19	2	Pipe Ø1 1/2 Sch40	1135	3.94	727	A-53	
20	1	Flange 102 x 4	3058	157.0	157.0	A-36	Length total
21	8	Plate 1/4"	100 x 150	0.81	387	A-36	
22	1	Flange Carbon 30	795 x 950	320.0	320.0	A-36	Calculus
23	1	Flange Carbon 30	800 x 950	29.14	29.14	A-36	Calculus
24	21	Flange 1/4"	25 x 48	0.01	271	A-36	Calculus
25	271	Spot 3/16"	x 20 mm	0.00	271	A-36	Calculus
					<b>TOTAL WEIGHT (kg)</b>	<b>2,172.08</b>	



**SECCION Y**  
SCALE: 1:50

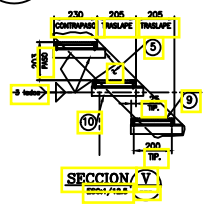


**SECCION Y**  
SCALE: 1:50



**POS. 19**  
SCALE: 1:50

**POS. 20**  
SCALE: 1:50



**SECCION V**  
SCALE: 1:50

**NOTES:**  
1- IN ALL GENERAL ARRANGEMENTS, FINISHES ARE TO BE AS SHOWN.  
2- THE GAPS TO SECURE THE CLIPS IN STEPS AND PLATFORMS ARE TAPPING.

<p>ENER SUR CORPORATION</p>		<p>DATE: 20-08-2014 ISSUE FOR THE MANUFACTURE</p>		<p>SCALE: 1:50</p>	
<p>PROJECT: PERIMETER HANDRAIL, SPIRAL STAIRCASE AND PLATFORM</p>		<p>CLIENT: UTE New Chilca</p>		<p>CONTRACTOR: UTE</p>	
<p>PROJECT DOCUMENT NUMBER: 20002128420001001</p>		<p>PROJECT DOCUMENT NUMBER: 20002128420001001</p>		<p>PROJECTION: 00 0</p>	