

Diseño de Tanque para Almacenamiento de Etanol Anhidro, Capacidad 5000 Barriles, con Membrana Flotante y Domo Geodésico

García N. ⁽¹⁾; Martínez E. ⁽²⁾

⁽¹⁾Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2008

⁽²⁾Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1983, Magíster en Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2006.

⁽¹⁾ ngarcia@espol.edu.ec ⁽²⁾ emartine@espol.edu.ec

Resumen

El objetivo del presente trabajo consiste en el diseño de un Tanque de Almacenamiento de 5000 barriles de capacidad con membrana flotante y Domo Geodésico para Etano Anhidro el cual servirá para suplir las necesidades de expansión de una fábrica local dedicada a la producción de dicho producto. El diseño y selección de componentes se lo realiza bajo las normas y códigos aplicables tales como API650 para la fabricación, montaje y pruebas hidrostáticas, ASME sección IX referente a la calificación de procedimientos, AWS. D1.1 calificación de radiografías y API std. 2555 ASTM D1409 destinado a la calibración de tanques.

Para el desarrollo de la metodología se realizó un análisis del problema presentado en dicha empresa local la cual siente la necesidad de expandirse para poder suplir con la demanda proyectada, dando como resultado el diseño propuesto en este trabajo con los debidos componentes necesarios para su correcta operación y control entre los cuales se encuentra la selección de la membrana flotante, accesorios de instrumentación, sistema de pintura y protección catódica.

Palabras Claves: API, Etanol Anhidro, barriles, domo geodésico, membrana flotante.

Abstract

The objective of the present job is about the design of a storage tank of 5000Barrels of capacity with a geodesic dome and a floating membrane for Anhydrous Ethanol which will be used to satisfy the necessities for expansion of the local company dedicated to the production of the specified product. The design and selection of components will be conducted under applicable codes and standards such as API-650 for fabrication, installation and hydrostatic testing, ASME section IX referring to the qualification of procedures, AWS D1.1 Radiographic qualification and API STD-2555 ASTM D1409 for tank qualification.

To develop the methodology was conducted an analysis of the problem presented by the local company which feels the need to expand in order to fill the projected demand, resulting in the design proposed in this paper with all components necessary for proper operation and control, which includes the selection of the floating membrane, instrumentation accessories, paint system and cathodic protection.

Key Words: API, Anhydrous Ethanol, Barrels, geodesic dome, floating membrane.

1. Introducción

En la actualidad el etanol anhidro cumple un papel importante en la conservación del ambiente ya que su uso para oxigenar combustibles disminuye las emisiones de partículas y gases contaminantes producidos por automóviles y camiones lo cual conlleva a la creación de los biocombustibles que son el resultado de la combinación de gasolina con etanol en diferentes proporciones respectivamente. Este biocombustible es usado por su mayoría en países como Brasil y los Estados Unidos donde poseen estaciones de abastecimientos localizados en todas las ciudades. Por esta razón al implementar este tipo de combustible en nuestro país obliga a que las empresas dedicadas a la producción de etanol anhidro aumenten su producción para poder abastecer la demanda proyectada. Como respuesta a esta demanda la empresa SODERAL necesita realizar la fabricación de un tanque de almacenamiento de etanol en sus instalaciones para su posterior despacho cubriendo así las necesidades del mercado.

Es por ello que para dar solución a la necesidad planteada por la empresa se desarrollará el diseño de un tanque de almacenamiento para etanol anhidro bajo la norma API650 seleccionando los componentes necesarios para el debido control del fluido almacenado y además la selección del sistema de pintura y protección catódica para su conservación con el medio ambiente en el que estará expuesto.

2. Objetivo

El objetivo de este trabajo es presentar el diseño de un tanque para almacenamiento de etanol anhidro de capacidad 5000 barriles (796.22 m³), con membrana flotante y domo geodésico el cual fue encomendado por la empresa SODERAL S.A. con el objetivo de suplir su necesidad de expansión.

Debido al incremento de la demanda actual y la proyección de aumento de la misma, SODERAL S.A. ha dispuesto incrementar su capacidad de almacenamiento para suplir la demanda inmediata ya que la expansión de la infraestructura general llevará un mayor tiempo la cuál incrementará la capacidad de producción y almacenamiento de la empresa, que está prevista a comenzar aproximadamente en diez años dependiendo de la necesidad de crecimiento.

3. Metodología

A continuación se muestra la metodología planteada para la realización del objetivo en el

presente proyecto y que fue la guía a seguir en el diseño del sistema propuesto.

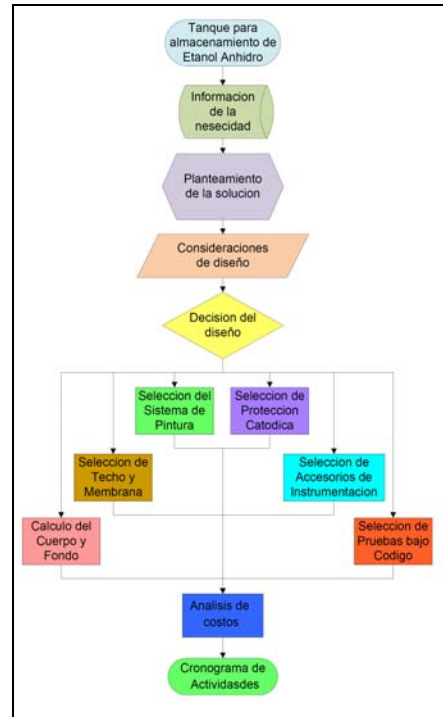


Figura 1. Metodología del proyecto

3.1. Información de la necesidad

La producción promedio diaria de etanol anhidro de esta compañía es de aproximadamente 30000 litros los cuales cubren la demanda actual de sus clientes. Desafortunadamente la infraestructura actual no permite el almacenamiento de producto de contingencia, la capacidad de producción diaria puede ser mayor a los 30000 litros y previendo un incremento de la demanda la compañía dispone incrementar su capacidad y por ello ha decidido elaborar un estudio para el diseño de un tanque de almacenamiento para cubrir una futura demanda.

Debido al estudio de proyección de demanda realizado por SODERAL se ha llegado a la conclusión de que la infraestructura actual no es capaz de solventar esta proyección de demanda y por ello se dispone a construir un tanque de 5000 barriles (796.22m³) para almacenamiento de etanol anhidro el cual satisface la proyección de los primeros cinco años. Esta resolución fue determinada en base a que un

proyecto de ampliación total de la instalación está previsto a comenzar en los próximos cinco años.

3.2. Planteamiento de la solución

Se presentan las opciones de los distintos diseños para la construcción de un tanque de almacenamiento mediante una matriz de alternativas valorada se escogerá de entre estas opciones la que satisfaga la demanda del cliente y un criterio de diseño óptimo.

Criterio	Preferencia del Cliente			Techo			Cuerpo Vertical con fondo plano			Escalera Helicoidal			Geomembrana		
	membrana flotante	domo con membrana flotante	Techo flotante externo	d=12m h=8.8m	d=1m h=10.5m	d=10m h=12.67	30° de circunferencia del cuerpo	45° de circunferencia del cuerpo	60° de circunferencia del cuerpo	pvc	hdpe	dp	5	4	4
Mantenimiento	1	5	2	5	4	3	3	4	4	3	5	5	5	5	5
Rendimiento	3	5	3	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
Durabilidad	2	5	1	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
Seguridad	3	5	3	3	5	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5
Apariencia	3	5	3	3	5	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5
Costo	5	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Valor Total	72	115	66	106	116	96	84	95	100	106	115	106	115	106	106

Figura 2. Matriz de decisión

3.3. Consideraciones de diseño

La información mínima requerida (condiciones de operación y de diseño) es: volumen, temperatura, peso específico del líquido, corrosión permisible, velocidad del viento, coeficientes sísmicos de la zona, las características tanto del fluido que desea almacenar y el lugar donde se ha de instalar dicho tanque, material a utilizar en el tanque, etc.

Se establecerá la magnitud y dirección de las cargas externas que pudieran ocasionar deformaciones en el tanque, con el fin de diseñar los elementos involucrados con este.

El sobre espesor por corrosión se incluirá en cuerpo, fondo, techo y estructura, y sólo se agrega al final del cálculo de cada uno de los elementos del tanque, debido a que la agresividad química no es lo mismo para el fluido en estado líquido o gaseoso y en algunos casos hasta para los lodos.

3.4. Cálculo del cuerpo y fondo

En esta sección se realizan los cálculos para los espesores de cuerpo y fondo, teniendo como consideración las propiedades mecánicas del material a utilizar y el factor de corrosión establecido por las normas [1], [2], [3].

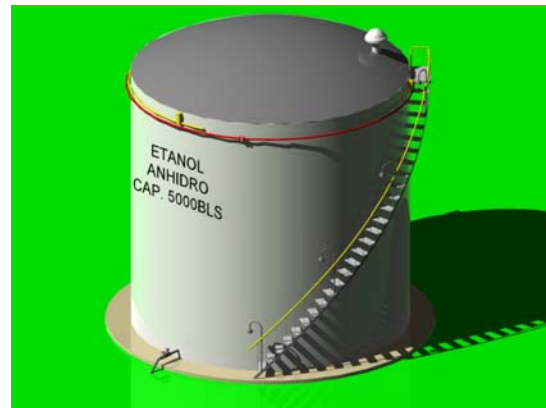


Figura 3. Tanque para almacenamiento de etanol anhidro

3.5. Selección de techo y membrana

Se dan a conocer las ventajas y desventajas de utilizar un techo en forma de domo geodésico con membrana flotante en comparación con un techo fijo [4].

También se describen los componentes necesarios en el domo geodésico y membrana flotante para obtener una mayor eficiencia en almacenamiento de producto e incrementar su seguridad contra incendios.



Figura 4. Tanque con domo geodésico y membrana interna

3.6. Selección del sistema de pintura

El sistema de pintura seleccionado es el que otorga mayor protección anticorrosiva para poder almacenar el producto, [5], [6].

Este sistema es el que se describe a continuación:

Primera capa:

- Tipo de pintura: epóxico fenólico holding primer
- Espesor seco: 75 micras (3mils)
- Color: Claro
- VOC: Máx 328 g/litro
- Perfil de rugosidad: 50 – 75 micras
- Preparación de superficie: ISO SA2 ½

Segunda capa:

- Tipo de pintura: epóxico fenólico
- Espesor recomendado: no menor a 300 micras secas (12mils)
- Color: Claro
- VOC: Máx 131 g/litro
- Preparación de superficie: En áreas quemadas, cordones de soldadura ISO SA2 ½, en el resto del área proporcionar rugosidad al holding primer mediante un barrido.

3.7. Selección de protección catódica

La recomendación hecha al cliente para el sistema de protección catódica el cual da la mayor conveniencia par este diseño es uno basado en corriente impresa con un ánodo de Titanio [7].

Queda a disposición del cliente la utilización del sistema especificado.

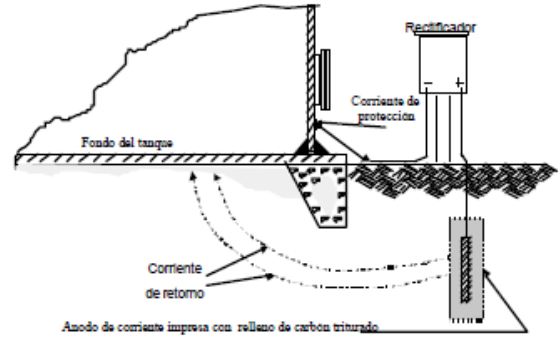


Figura 5. Protección catódica con corriente impresa

3.8. Selección de accesorios de instrumentación

Los accesorios de instrumentación son los siguientes:

Interruptores de nivel: Para prevenir rebosamiento de producto.

Medidor de nivel tipo radar: Para determinar volumen de producto almacenado.

Transmisor de presión: Utilizado en combinación con radar y sensor de temperatura para análisis del nivel de líquido almacenado en el tanque.

Sensor de temperatura: Utilizado en combinación con radar y medidor de presión para análisis del nivel de líquido almacenado en el tanque.

3.9. Selección de pruebas bajo código

Las pruebas a realizar en el tanque serán regidas bajo la norma API 650 [1] las cuales de detallan en el siguiente cuadro.

Proceso	Descripción	Observaciones
Hidrostático	Cuerpo de tanque	
Partículas Magnéticas	Junta soldada fondo - cuerpo	100 % de la circunferencia
Partículas Magnéticas	Juntas soldadas entre anillos	100% de la circunferencia
Agua	Flotación de membrana	<ul style="list-style-type: none"> •Capaz de soportar dos veces su peso muerto •Capacidad de flotación inalterada aunque dos flotadores se encuentren inundados o dañados

Figura 6. Requerimientos de inspección

3.10. Análisis de costos

Habiendo efectuado el análisis de costo de suministro e instalación para el diseño propuesto el monto del proyecto esta dentro del presupuesto del cliente.

3.11. Cronograma de actividades

En esta sección se estable el tiempo promedio para la ejecución de las diversas tareas que comprenden la construcción del tanque.

4. Resultados

Como resultado del diseño y selección de los componentes se tiene un tanque de capacidad 5000 barriles que satisface la necesidad del cliente y las normas internacionales y nacionales.

5. Conclusiones

- El diseño planteado cumple a cabalidad las necesidades y especificaciones programadas por el cliente.
- Los domos geodésicos (Apéndice "G", API 650) y las cubiertas internas flotantes de aluminio (Apéndice "H", API 650) son la solución a los tradicionales problemas operacionales, de seguridad, ambientales y de mantenimiento en los tanques de almacenamiento atmosférico permitiendo una mayor seguridad y confiabilidad de los mismos.
- El diseño propuesto del tanque es accesible para construcción local ya que la mayoría de los materiales se encuentran en el país, logrando así la disminución de importación y generando nuevas plazas de trabajo.
- La cantidad de dinero a invertir en este diseño es accesible considerando que el costo del domo geodésico y la membrana flotante es menor que el de un techo cónico, teniendo así una mayor calidad y eficiencia.
- Al utilizar el interruptor de nivel como sistema de detección se elimina la implementación del sistema de rebose de sobrellenado el cual produce pérdida de producto.

6. Recomendaciones

- Aplicar un sistema contra incendios de prevención aunque la norma no lo especifique para brindar mayor seguridad a la infraestructura y al ambiente circundante.

- Para el sistema de protección catódica se sugiere un sistema por corriente impresa en una cama espiral de ánodo de Titanio.
- El domo geodésico de aluminio puede ser de las compañías CONSERVATEK ó ISIVEN, ya que las mismas han trabajado en Sudamérica instalándolos.
- Una infraestructura de cubierta sobre el tanque incrementará su eficiencia y es un sistema preventivo contra incendios, esto se debe a que el tanque permanecerá en sombra manteniendo una temperatura estable y así no se requiere un sistema de enfriamiento para el producto almacenado.
- Realizar periódicamente inspecciones al sistema diseñado para prevenir cualquier daño ocasionado por corrosión que puedan afectar la integridad del tanque.
- La utilización de una geomembrana en todo el cubeto del tanque es una medida preventiva que se recomienda para minimizar la contaminación en caso de derrame.

7. Referencias

- [1] Norma API 650 “Welded Steel Tank for Oil Storage”, 11 ava edición, 2007.
- [2] Norma NRF-015-PEMEX-2003 “Protección de Áreas y Tanque de Almacenamiento de Productos Inflamables y Combustibles”, 2004.
- [3] Norma NRF-010-PEMEX-2001 “Espaciamientos Mínimos y Criterios para la Distribución de Instalaciones Industriales en Centros de Trabajo de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios”, 2004.
- [4] Norma API SPC 12D, “Specification for Field Welded Tanks for Storage of Production Liquids”, 1994.
- [5] Norma de Seguridad Industrial PETROECUADOR, 1991.
- [6] Norma SSPC-SP5 “Steel Structures Painting Council”, 2000.
- [7] Norma API 651 “Cathodic Protection of Aboveground Petroleum Storage Tanks”, 1997.