

**PROPUESTA PARA LA ESTANDARIZACION DEL MANTENIMIENTO
TECNICO EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO API EN REFINERIA.**

CLAUDIA PATRICIA TAVERA SALAMANCA

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2010**

**PROPUESTA PARA LA ESTANDARIZACION DEL MANTENIMIENTO
TECNICO EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO API EN REFINERIA.**

CLAUDIA PATRICIA TAVERA SALAMANCA

**Monografía de grado como requisito para optar
al título de Especialista en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles**

**Director: ING. NESTOR IVAN PRADO GARCIA
Docente Asociado Facultad de Ingeniería Civil
Miembro del grupo de Investigación GRINDIC
Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2010**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Msc. Néstor Iván Prado García
Jurado

Msc. Claudia Retamozo Llamas
Jurado

Bucaramanga, Octubre de 2010.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de seguir adelante y no desfallecer ante las pequeñas dificultades y lograr así este nuevo peldaño para mi superación personal.

A mis Padres (Juan y Roselia), a mis abuelitos Trina, a mi tía Inés (Q.E.P.D.), quienes han sido parte esencial en mi formación profesional y personal y a quienes dedico otro triunfo más profesional.

En quienes he encontrado el más grande apoyo, incondicional amor y consejo oportuno, mi hermano Juan y su familia y demás familiares y amigos, a las Directivas de la Universidad, cuerpo Docente y en especial al Director de esta Monografía Ing. Néstor Iván Prado.

CLAUDIA PATRICIA

CONTENIDO

Pág.

CAPITULO 1	11
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2 JUSTIFICACION.....	15
1.3 ALCANCE	16
1.4 OBJETIVO GENERAL.....	16
1.4.1 Objetivos Específicos.....	16
1.5 RELEVANCIA DEL ESTUDIO	16
CAPITULO 2.....	18
2. MARCO DE REFERENCIA.....	18
2.1 DESCRIPCION GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO	27
CAPITULO 3.....	29
3. METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL ESTUDIO	29
3.1 INFORMACIÓN DE LA NECESIDAD	31
3.2 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN.....	31
3.3 CONSIDERACIONES DE LA METOLOGIA	32
3.4 DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL MANTENIMIENTO SEGUN CAPACIDAD DE LOS TANQUES	33
3.5 RIESGOS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	34
3.5.1 Generalidades.....	34
3.5.2 Actividades para sacar de servicio, retiro de lodos y limpieza	38
3.6 CORTE DE TALUD PERIMETRAL DEL TANQUE	42
3.7 ACTIVIDAD PARA INSPECCION Y MEDICIONES PRELIMINARES	44
3.8 ACTIVIDADES PARA REPARACIÓN METALMECANICA DEL TECHO.....	47
3.8.1 Retiro e Instalación de Sellos Secundario.....	47

4.4 ACTIVIDADES PARA REPARACIÓN METALMECANICA DEL CASCO Y FONDO	53
4.4.5 Prueba de Columna de Agua 100% en Tanques de 250 Ba a 200 Ba	57
5. CRONOGRAMA ESTIMADO DE MANTENIMIENTO	61
5.1 DESCRIPCIÓN INFORME FINAL DEL PLAN DE CALIDAD.....	61
6. COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	65
6.1 RAZONES Y FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COSTO DE MANTENIMIENTO.....	66
7. RESULTADOS.....	67
8. CONCLUSIONES	68
9. RECOMENDACIONES.....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	70
ANEXOS.....	71

LISTA DE FOTOGRAFÍA

	Pág.
Foto 1. Cigarro	21
Foto 2. Tanques Cilíndricos Verticales	21
Foto 3. Tanque de Techo Fijo	22
Foto 5. Tanque de Techo Geodésico o Domo	22
Foto 6. Esferas.....	23
Foto 7. Tanque Criogénico	24
Foto 8. Tanque Soportado	25
Foto 9. Tanque Techo Flotante.....	26
Foto 10. Apertura Manhole de Casco e Instalación de Extractor de aire	39
Foto 11. Retiro de Lodos con Camión de Vacío.....	41
Foto 12. Limpieza Interna del Tanque	42
Foto 13. Mediciones del Tanque.....	45
Foto 14. Cambio de Cámaras de Espuma.....	51
Foto 15. Instalación de Sellos Secundarios	52
Foto 16. Desmantelamiento y Montaje de un Tanque	54
Foto 17. Detalle de un Sumidero	56
Foto 18. Wetblasting Externa y Pintura Interna del Tanque.....	57
Foto 19. Tanques Terminado y Modelo de la Placa de Aforo de un Tanque	60

LISTA DE FOTOS

	Pág.
Cuadro 1. Clases de Techos	27
Cuadro 2. Identificación Alcance de los Tanques	34
Cuadro 3. Listado Preliminar de Tanques a reparar	34
Cuadro 4. Modelo de alcance de un tanque api según capacidad del tanque	35
Cuadro 5. Descripción de las Actividades por Item.....	43
Cuadro 6. Descripción de la Actividad por Item	47
Cuadro 7. Descripción de la Actividad por Item	52
Cuadro 8. Toma de datos en Campo.....	55
Cuadro 9. Descripción de la Actividad por Item	59
Cuadro 10. Cronograma estimado de mantenimiento de Tanques API.....	61



RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TÍTULO: PROPUESTA PARA LA ESTANDARIZACION DEL MANTENIMIENTO TECNICO EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO API EN REFINERIA.

AUTOR(ES): CLAUDIA PATRICIA TAVERA SALAMANCA

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Ing. Néstor Iván Prado García

RESUMEN

En la actualidad el Mantenimiento de los Tanques API se hace mediante un cronograma planteado de manera teórica. La experiencia en campo ha demostrado que las reparaciones de los tanques se realizan en ocasiones no en el menor tiempo detallado propuesto si no por lo general en la mayoría de los casos en el mayor tiempo programado dando como resultado sobrecostos en los presupuestos y planteamientos de planes de contingencias no programados para cumplir con la planeación inicial de mantenimiento.

Esta propuesta intenta estandarizar e ilustrar los procedimientos normales y requeridos de las actividades estimadas para el mantenimiento de los Tanques API de Refinería, que deberían ser considerados por los grupos encargados de cada actividad, así como las precauciones y normas básicas de seguridad a ser consideradas en toda aquellas situaciones que frecuentemente se presentan; antes, durante y luego del proceso de Mantenimiento de los Tanques.

El alcance de esta propuesta involucra la descripción y especificación de los elementos constitutivos en las reparaciones de mantenimiento de los tanques API, así como, herramientas, equipos, el proceso de recepción de los materiales, de preparación del tanque, paso a paso el procedimiento de mantenimiento de cada una de las partes (en un orden más o menos secuencial), la calibración y la inspección final conjuntamente con las pruebas requeridas.

PALABRAS CLAVES: MANTENIMIENTO DE TANQUES, NORMAS API, ASME, ANSI, ASTM



RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITLE: OFFER FOR THE STANDARDIZATION OF THE TECHNICAL MAINTENANCE IN TANKS OF STORAGE API IN REFINERY

AUTOR(ES): **CLAUDIA PATRICIA TAVERA SALAMANCA**

FACULTY: Faculty of Civil Engineering

DIRECTOR(A): Ing. Néstor Iván Prado García

SUMMARY

At present the Maintenance of the Tanks API is done by means of a chronogram raised of a theoretical way. The experience in field has demonstrated that the repairs of the tanks are realized in occasions not in the minor detailed proposed time if not in general in most cases in the major programmed time giving like proved extra charges in the budgets and expositions of plans of contingencies not programmed to expire with the initial planeación of maintenance.

This offer tries to standardize and to illustrate the procedures normal and needed of the activities estimated for the maintenance of the Tanks API of Refinery, which they should be considered for the groups in charge of every activity, as well as the precautions and basic procedure of safety to being considered in everything those situations that frequently they present; before, during and after the process of Maintenance of the Tanks.

The scope of this offer involves the description and specification of the constitutive elements in the repairs of maintenance of the tanks API, as well as, tools, equipments, the process of receipt of the materials, of preparation of the tank, stepwise the procedure of maintenance of each one of the parts (in a more or less sequential order), the calibration and the final inspection together with the needed tests.

KEY WORDS: MAINTENANCE OF TANKS, PROCEDURE API, SEIZE ME, ANSI, ASTM

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Para la Planta de Refinería de Barrancabermeja en la fase de Planeación de Mantenimiento de Tanques existen un número de tanques API de diferentes capacidades, de acuerdo a las necesidades de mantenimiento, se incluyen en una programación de mantenimiento periódico generalmente cada dos, cinco o diez años. Para ello se organizan equipos de trabajo y se contratan las actividades propias de reparación del tanque cuando se da el caso. Para los profesionales técnicos, estudiantes, resulta ventajoso el tener un Manual que estandarice los procedimientos de las actividades de reparación de acuerdo a los tipos de tanques de almacenamiento a reparar.

Es importante aclarar que las indicaciones que se dan en este manual, no deberán nunca prevalecer sobre las normativas internas de cada compañía en cuanto a seguridad y protección integral, ni deberán sobreponerse al criterio, sentido común, ni experiencia de los grupos especializados en cada área.

Las especificaciones que en este manual se indican son de carácter general, para las condiciones de mantenimiento, especificando de acuerdo a las inspecciones realizadas a un tanque particular. Con el presente documento se describen de manera general los trabajos de Mantenimiento Técnico requerido para cada uno de los tanques programados para atender los requerimientos de mantenimiento de los tanques de toda la GRB (Gerencia Refinería de Barrancabermeja), ejecutando trabajos entre otras en las siguientes áreas internas y externas de la Planta de Refinería de Barrancabermeja.

Se recomienda tener este instrumento siempre a la mano durante todo el proceso de mantenimiento de tanques API, ya que con él se podrán identificar los procedimientos a seguir en cada mantenimiento, inclusive, contará con una explicación detallada de cómo realizar la calibración, inspección y pruebas finales del tanque.

GLOSARIO DE SIGLAS

EQUIPO ESTÁTICO

CÓDIGOS APLICABLES.

En Colombia el diseño y cálculo de tanques de almacenamiento, se encuentra sujeto en la publicación que realiza el "Instituto Americano del Petróleo", al que esta institución designa como "STANDAR A.P.I. 650", para tanques de almacenamiento a presión atmosférica y "STANDAR A.P.I. 620", para tanques de almacenamiento sometidos a presiones internas cercanas a $1 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ ($14 \text{ lb} / \text{pu} \text{lg}^2$). El estándar A.P.I. 650 sólo cubre aquellos tanques en los cuales se almacenan fluidos líquidos y están contruidos de acero con el fondo uniformemente soportado por una cama de arena, grava, concreto, asfalto, etc, diseñados para soportar una presión de operación atmosférica o presiones internas que no excedan el peso del techo por unidad de área y

Una temperatura de operación no mayor de $93 \text{ }^\circ\text{C}$ ($200 \text{ }^\circ\text{F}$), y que no se usen para servicios de refrigeración.

API (American Petroleum Institute)

- **API 650:** Norma que determina la construcción de tanques soldados para el almacenamiento de petróleo. La presión interna a la que pueden llegar a estar sometidos es de 15 psi, y una temperatura máxima de $90 \text{ }^\circ\text{C}$. Con estas particularidades, son aptos para almacenar a la mayoría de los productos comercializables producidos en una refinería.

- Para productos que deban estar a mayor presión (ej. LPG) hay otras normas que rigen su construcción.
- En aplicaciones especiales, se utilizan tanques criogénicos (ej. Almacenamiento de gas natural licuado), que se rigen por una norma específica.
- **API 653:** Norma que fija el Mantenimiento General de tanques para almacenamiento de diferentes productos del petróleo.

En nuestro país, comúnmente se diseña según normas API que hacen referencia a los materiales fijados por las normas ASTM, y se siguen las normas de seguridad dadas por NFPA.

ASME (American Society of Mechanical Engineers)

- Sección II – Especificaciones de Materiales
- Sección V - Ensayos No destructivos
- Sección IX - Calificación de Soldadura

ANSI (American National Standards Institute)

American Welding Society (AWS)

ASTM Material Specification.

- ASTM E-165 Liquid Penetrant Inspection
- ASTM E-709 Practice for Magnetic Particle Examination
- ASTM E-273 Practice for Ultrasonic Examination

ECOPETROL S.A.

- Código de Colores Interno de ECP-GCB.
- Procedimiento de protección de tuberías PIP-22-N-015.

MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL

RESOLUCION NÚMERO 003673 DE 2008(26 de Septiembre de 2008) Por la cual se establece el Reglamento Técnico de Trabajo Seguro en Alturas

EQUIPO ELECTRICO E INSTRUMENTOS

- GCB-ELEC-IN-008 - Instructivo para otorgar el permiso para trabajos eléctricos en la GCB
- GCB-ELEC-IN-010 - Instructivo para aplicar aislamiento seguro de plantas y equipos en la GCB
- GCB-ELEC-MA-001 – Manual de seguridad eléctrica de la GCB

En caso de discrepancia entre los códigos referentes a un mismo aspecto, prevalecerá aquel cuyos requerimientos sean más estrictos desde el punto de vista de seguridad.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente no existe un sistema estandarizado de los requerimientos para el Mantenimiento Técnico en Tanques de Almacenamiento basados en los requisitos de la Norma API 650 en la Refinería de Barrancabermeja. Norma que rige el (Diseño, fabricación y construcción de tanques de almacenamiento de combustible), La característica particular de este sistema de gestión de calidad según la especificación API es el de satisfacer las exigencias de la industria petrolera, petroquímica y del Gas Natural. Al ser éste un rubro con requisitos de calidad muy altos, API vio la necesidad de elaborar un sistema de gestión de calidad con criterios específicos para cubrir dichos requisitos de una forma más concreta que otros sistemas de gestión como ser el ISO 9001.

Adicionalmente como soporte a seguir, se basa en los aspectos considerados de las Especificaciones Técnicas para el Mantenimiento de los tanques de

almacenamiento aprobada por la Regional de Abastecimiento de Bienes y Servicios de la Regional Magdalena Medio.

De acuerdo con lo anterior, se hace importante realizar la estandarización técnica de los requerimientos a seguir para el Mantenimiento de los Tanques según Norma API 650.

1.2 JUSTIFICACION

En la actualidad la ingeniería se encuentra en constante crecimiento y se cuenta con los conocimientos y la infraestructura requerida para hacer controles automáticos a costos relativamente bajos.

La automatización de estos procesos, mejora la eficiencia en los tiempos de mantenimiento de los diferentes tanques por menos pérdidas por errores cometidos (ya sean por los dispositivos o por el operador), aumentado la eficiencia operativa y supervisión del sistema, además de facilitarle el manejo del sistema.

La Estandarización de las actividades de reparación en tanques de mantenimiento, arrojando reportes cuando sea necesario a una central administrativa que los requiera. Los factores anteriormente mencionados son los que llevan al desarrollo de este proyecto queriendo dar soluciones con eficiencia, rapidez, exactitud, Estandarizando y Definiendo los requerimientos Técnicos y las obligaciones en HSE (Health, Safety, Environmental (Salud, Seguridad y Ambiente)) que se requiere y se deben de cumplir atendiendo a las normas de ECOPETROL S.A. Esto facilitaría el cumplimiento de las DPS (Documento de Pliegos de Condiciones) para la implementación del Plan Integral de Gestión HSE en las fases de planeación, alistamiento, ejecución y cierre de obras asociadas a: "Obras de Mantenimiento Técnico para los tanques de Almacenamiento API de la Gerencia Refinería Barrancabermeja de Ecopetrol S.A Ubicada en

Barrancabermeja, Santander Colombia”, estableciendo como meta fundamental: Cero Accidentes Incapacitantes y Mantenimientos óptimos de los Tanques API.

1.3 ALCANCE

El alcance de esta propuesta involucra la descripción y especificación de los elementos constitutivos en las reparaciones de mantenimiento de tanques garantizando que cumplen con los todos requisitos de la norma API 650.

1.4 OBJETIVO GENERAL.

Estandarizar los requerimientos de Mantenimiento Técnico en Tanques de Almacenamiento API en la Refinería de Barrancabermeja.

1.4.1 Objetivos Específicos.

- Describir las condiciones de los daños de acuerdo a los registros históricos de reparación desde el año 2005.
- Identificar los Tanques de Almacenamiento API en la Refinería de Barranca
- Establecer una propuesta para la Estandarización del Mantenimiento Técnico de un Tanque API.

1.5 RELEVANCIA DEL ESTUDIO

El presente Manual es importante porque se describirán de manera general las actividades y sub actividades de los trabajos de Mantenimiento Técnico requeridos y necesarios a manera general para el mantenimiento de un tanque API para atender los requerimientos de acuerdo a inspecciones y recomendaciones emitidas por personal técnico para el mantenimiento de los tanques de toda la GRB, ejecutando trabajos entre otras en las siguientes áreas internas y externas

de la Planta de Refinería de Barrancabermeja y servirá como guía de consulta para la Programación de actividades, optimización de recursos y costos durante el Mantenimiento de Tanques de acuerdo a los alcances establecidos para cada tipo de Tanque.

CAPITULO 2

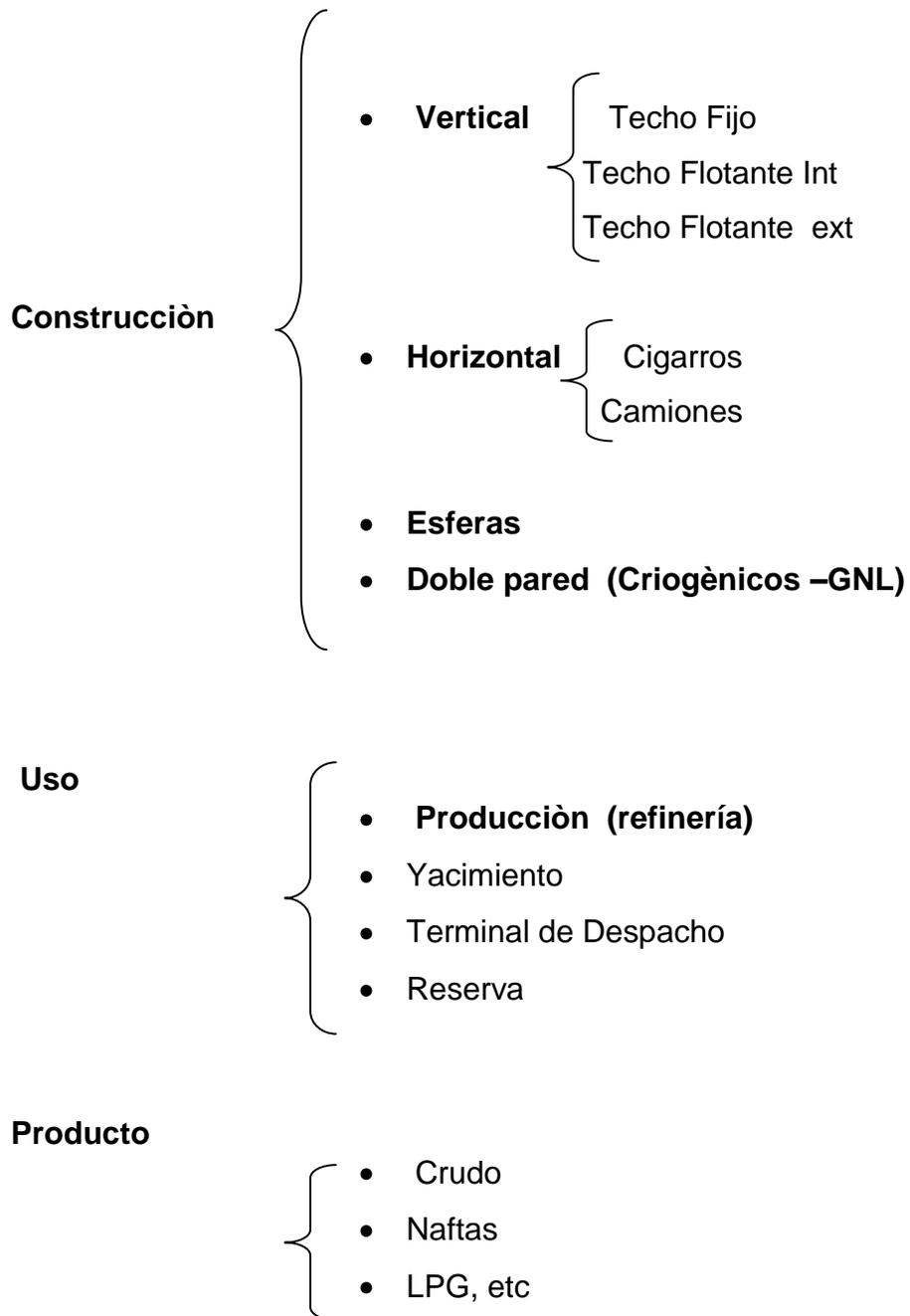
2. MARCO DE REFERENCIA.

Aprovisionamiento del Petróleo

Aprovisionar la gran variedad de productos, simboliza para la industria del petróleo un gran valor en la explotación de los servicios de hidrocarburos:

- Actúa como pulmón entre la producción y el transporte para cumplir con las diferentes necesidades de consumo.
- Facilita la sedimentación de agua y barros del crudo antes de despacharlo por oleoducto o a destilación.
- Ofrece flexibilidad operativa a las refinerías.
- Actúan como punto de referencia en la medición de despachos de producto, y son los únicos aprobados en la actualidad por la aduana.

CLASIFICACIÒN



TIPOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Los tanques de almacenamiento de Hidrocarburos son utilizados como depósitos para guardar volúmenes de productos determinados para luego utilizarlos o comercializarlos.

Los tanques de almacenamiento, se clasifican en:

- 1.- Cilíndricos Horizontales.
- 2.- Cilíndricos Verticales de Fondo Plano.

Los Tanques Cilíndricos Horizontales, común mente son de volúmenes relativamente bajos, debido a que presentan problemas por fallas de corte y flexión. Por lo general, se usan para almacenar volúmenes pequeños. Horizontal: A presión atmosférica (camiones)

Horizontales: A presión atmosférica > Presión Atmosférica (cigarros)

Cigarros

Los recipientes de almacenamiento de forma horizontal (cigarros) se utilizan hasta un determinado volumen de capacidad. Para recipientes mayores, se utilizan las esferas.

Los casquetes de los cigarros son toriesféricos, semielípticos o semiesféricos.

Fuente: Información Tomada Correo Electrónico www.scribd.com/doc/24020745/tanques-de-almacenamiento-de-Hidrocarburos y de las Normas API 650-653



Foto 1. Cigarro

Los Tanques Cilíndricos Verticales de Fondo Plano

Esta clase de Tanques de Almacenamiento almacenan grandes cantidades volumétricas de producto a muy bajos costos, pero su delimitación es que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas.

Estos tipos de tanques se clasifican en:

- De techo fijo.



Foto 2. Tanques Cilíndricos Verticales

Fuente: Información Tomada Correo Electrónico www.scribd.com/doc/24020745/tanques-de-almacenamiento-de-Hidrocarburos y de las Normas API 650-653

- De techo flotante Exterior con Sellos



Foto 3. Tanque de Techo Fijo

-De Techo Geodésico



Foto 5. Tanque de Techo Geodésico o Domo

Fuente: Información Tomada Correo Electrónico www.scribd.com/doc/24020745/tanques-de-almacenamiento-de-Hidrocarburos y de las Normas API 650-653

Esferas

Las esferas son construidas utilizando chapas de acero. Es soportada por medio de columnas de concreto reforzado la cual son diseñadas para soportar el peso de la esfera durante la prueba hidráulica (pandeo). Al igual que en los cigarros, en las soldaduras de la esfera se deben tomar radiografías para verificar las posibles fisuras internas producidas durante el montaje.

Para el acceso de la esfera se construye una escalera y poder acceder a la parte superior para el mantenimiento de las válvulas de seguridad, aparatos de telemedición, etc.



Foto 6. Esferas

En esta Monografía sólo trataremos los tanques de techo fijo (autosoportado y soportado por estructura) y tanques sin techo. Los de techo flotante no se tratarán a fondo debido a que el diseño de los sistemas de flotación se encuentran patentados y solamente los titulares de esas patentes pueden divulgar información al respecto.

Fuente: Información Tomada Correo Electrónico www.scribd.com/doc/24020745/tanques-de-almacenamiento-de-Hidrocarburos y de las Normas API 650-653

Doble pared (Tanques Criogénicos –GNL)

Los tanques Criogénicos son utilizados para almacenar Gas Natural Licuado (GNL), la cual trata el gas natural (principalmente metano) reducido o licuado mediante un proceso criogénico donde se disminuye su temperatura a -160°C , reduciendo a su volumen a unas seiscientas veces y de esta forma facilitando su almacenamiento y el transporte a través de buques metaneros hasta las plantas de regasificación. Las condiciones de mantenimiento de un tanque criogénico es ejecutado a través de contratistas extranjeros y/o nacionales con experiencias demostradas en mantenimiento de tanques criogénicos ya que las condiciones de seguridad durante su mantenimiento son de alto riesgo.



Foto 7. Tanque Criogénico

Fuente: Información Tomada Correo Electrónico www.scribd.com/doc/24020745/tanques-de-almacenamiento-de-Hidrocarburos y de las Normas API 650-653

TIPOS DE TECHOS.

De acuerdo al estándar de la Norma A.P.I. 650, se determinan los tanques de acuerdo al tipo de techo, lo que proporcionará el servicio recomendable para éstos.

1.- **Techo Fijo.-** Son utilizados para almacenar productos no volátiles o de bajo contenido de ligeros (no inflamables) como son: agua, diesel, asfalto, petróleo crudo, etc. Debido a que al disminuir la columna del fluido, se va generando una cámara de aire que facilita la evaporación del fluido, lo que es altamente peligroso.

Los techos fijos se clasifican en:

- Techos autoportados
- Techos Soportados



Foto 8. Tanque Soportado

Fuente: Información Tomada Correo Electrónico www.scribd.com/doc/24020745/tanques-de-almacenamiento-de-Hidrocarburos y de las Normas API 650-653

2.- **Techo Flotante.**- Son utilizados para almacenar productos con alto contenido de volátiles como son: *alcohol, gasolinas y combustibles en general.*

Esta clase de techo fue fomentado para reducir y/o abolir la cámara de aire, o espacio libre entre el espejo del líquido y el techo, además facilita un medio aislante para la superficie del líquido, disminuir la velocidad de transferencia de calor al producto almacenado durante los periodos en que la temperatura ambiental es alta, obviando así la formación de gases (su evaporación), la contaminación del ambiente y a su vez se reducen los riesgos al almacenar productos inflamables.



Foto 9. Tanque Techo Flotante

3.- **Los Tanques sin Techo.**- Son utilizados para guardar productos en los cuales no es importante que éste se contamine o que se evapore a la atmósfera como el caso del agua cruda, residual, contra incendios, etc. El diseño de este tipo de tanques requiere de un cálculo especial del anillo de coronamiento.

Fuente: Información Tomada Correo Electrónico www.scribd.com/doc/24020745/tanques-de-almacenamiento-de-Hidrocarburos y de las Normas API 650-653

T.C	Techo Conico sin membrana
T.C.M.I.F	Techo Conico con Membrana Interna Flotante
T.F	Techo flotante
T.G.	Techo Geodesico o Domo
T.G.M	Techo Geodesico o Domo con Membrana
K	Tanque

Cuadro 1. Clases de Techos

2.1 DESCRIPCION GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

El área de la Gerencia de Refinería de Barrancabermeja (GRB) se extiende en un área de 361.51 hectáreas, en las que se distribuyen más de cincuenta modernas plantas y unidades de proceso, tratamiento, servicios y control ambiental.

Entre las cuales existen cinco unidades Topping, cuatro unidades de ruptura catalítica, dos plantas de polietileno y plantas de alquilación, ácido sulfúrico, parafinas, aromáticos y plantas para el procesamiento de residuos.

Actualmente en la Refinería de Barrancabermeja se están consolidando proyectos importantes, como la construcción de la Planta de Hidrotratamiento, el cual se encuentra en un 90% de avance y cuyo objetivo es mejorar la calidad de los combustibles.

El número de Tanques de Almacenamiento con que actualmente cuenta la GRB son aproximadamente 280 unidades, la cual se le realizan mantenimientos periódicos de acuerdo a los requerimientos técnicos emitidos por el Departamento de Apoyo Técnico de Ecopetrol (ATP)

CARACTERISTICAS DE LA ZONA

Las condiciones ambientales de las unidades son consideradas severas, los aspectos principales que se deben tener en cuenta son:

Temperatura al sol 30 a 45 °C

Temperatura a la sombra 20 a 40 °C

Presión atmosférica 740 mm Hg.

Nivel Pluviométrico 2.718 mm (Prom. anual)

Humedad relativa 90%

Interferencia de Radiofrecuencia 50 volt./mt @ 27-900 Mhz

Nivel sobre el nivel del Mar: Menor a 1.000 metros.

Además, debe tener en cuenta que la zona es considerada como una de las de mayor índice pluviométrico del país, ya que las lluvias son abundantes durante el año.

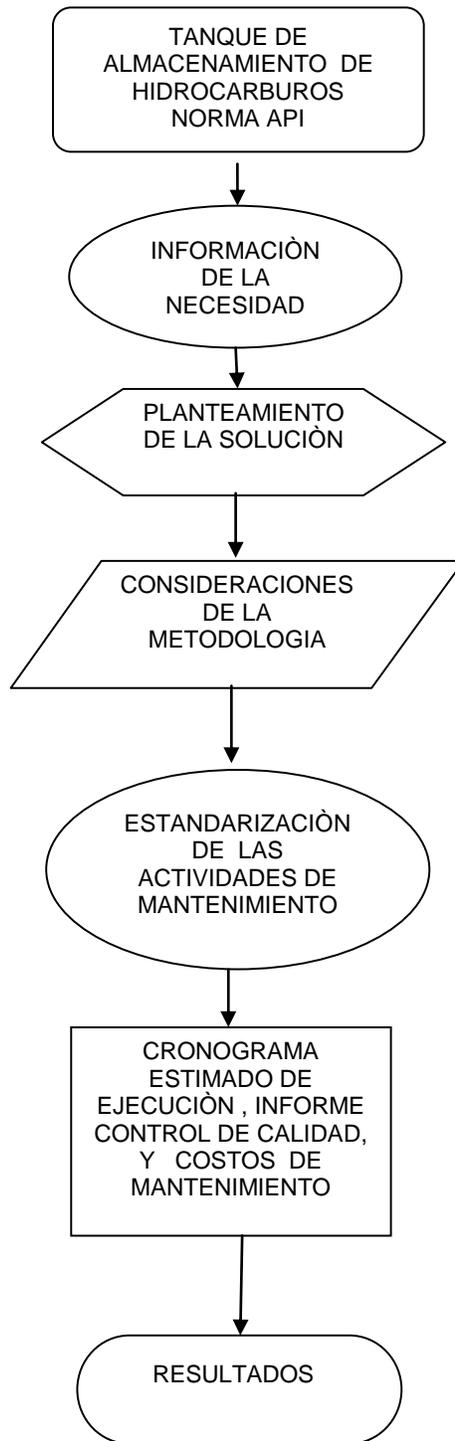
CAPITULO 3

3. METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL ESTUDIO

Con el presente documento se describirá de manera general los trabajos de las actividades y sub actividades de una manera estimada basados en experiencias en Mantenimiento de Tanques API apoyados en las recomendaciones emitidas en las inspecciones y recomendaciones entregadas por el personal de Apoyo Técnico de Producción (ATP) para el Mantenimiento Técnico de Tanques de Almacenamiento API en la Gerencia de Refinería de Barranca (GRB) donde se presentan la relación de estas actividades que pueden aumentar ó disminuir de acuerdo a los resultados de las inspecciones que se realicen de cada tanque.

A continuación se muestra la metodología planteada para la realización del objetivo en la presente Monografía y que fue la guía a seguir en la estandarización del sistema propuesto.

Metodología del Proyecto



3.1 INFORMACIÓN DE LA NECESIDAD

Actualmente no existe un sistema estandarizado de los requerimientos para el Mantenimiento Técnico en Tanques de Almacenamiento API en la Gerencia de Refinería de Barrancabermeja (GRB), para el mantenimiento de los tanques api se basan en las Normas API que son las normas que se toman como base para el mantenimiento de los tanques de almacenamiento, adicionalmente como soporte a seguir, se basa en los aspectos considerados de las Especificaciones Técnicas aprobados por la Regional de Abastecimiento de Bienes y Servicios de la Regional Magdalena Medio.

De acuerdo con lo anterior, se hace importante realizar la estandarización técnica de las actividades y sub actividades estimadas a ejecutar a seguir para en el Mantenimiento de los Tanques API.

3.2 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

En la actualidad el Mantenimiento de los Tanques API se hace mediante un cronograma planteado de manera teórica. La experiencia en campo ha demostrado que las reparaciones de los tanques se realizan en ocasiones no en el menor tiempo detallado propuesto si no por lo general en la mayoría de los casos en el mayor tiempo programado dando como resultado sobrecostos en los presupuestos y planteamientos de planes de contingencias no programados para cumplir con la planeación inicial de mantenimiento.

Esta propuesta intenta estandarizar e ilustrar los procedimientos normales y requeridos de las actividades y sub actividades para el mantenimiento de los Tanques API de Refinería, que deberían ser considerados por los grupos encargados de cada actividad, así como las precauciones y normas básicas de seguridad a ser consideradas en toda aquellas situaciones que frecuentemente se presentan; antes, durante y luego del proceso de Mantenimiento de los Tanques.

La estandarización involucra también la descripción y especificación de los elementos constitutivos en las reparaciones de mantenimiento de los tanques api, así como, herramientas, equipos, el proceso de recepción de los materiales, de preparación del tanque, paso a paso el procedimiento de mantenimiento de cada una de los componentes (en un orden más o menos secuencial), la calibración y la inspección final conjuntamente con las pruebas requeridas.

3.3 CONSIDERACIONES DE LA METOLOGIA

Las consideraciones anteriormente mencionadas son los que llevan al desarrollo de esta Monografía queriendo dar soluciones con eficiencia, rapidez y exactitud. Para la recolección de información se utilizaron las siguientes técnicas:

- Observación directa.
- Revisión de archivos de la trazabilidad de mantenimientos a partir del año 2005 relacionada con los aspectos técnicos de mantenimiento.
- Establecer una propuesta de actividades y sub actividades para la Estandarización del Mantenimiento Técnico de un Tanque API.

La información se organizó y analizó para cumplir con los objetivos propuestos.

3.3.1 Estandarización de las Actividades de Mantenimiento de Tanques de Techo Cónico y/o Flotantes. El presente documento describe las actividades estimadas requeridas y necesarias para la estandarización del Mantenimiento de un Tanque API en las instalaciones de la Gerencia Complejo Barrancabermeja (GRB) de los equipo estático, civil, eléctricos e instrumentación. Dichos Requerimientos Generales y la descripción de las actividades son complementados por las sub actividades estimadas e incluidas y definidas en el presente documento. El objetivo es conocer inicialmente el alcance de las actividades principales a ejecutar para el Mantenimiento de un Tanque API y así

se puede mantener la confiabilidad sostenible en los tanques de almacenamiento y su capacidad de diseño, mediante ejecución de los trabajos definidos de acuerdo a las recomendaciones emitidas por el equipo de Apoyo Técnico de la Producción (ATP), la cual incluyen acciones de mantenimiento preventivo y correctivo, también implican en algunos casos reposición o cambio de los diferentes componentes. De las tareas se desprenden en algunos casos sub tareas, en dichos casos para considerar el trabajo realizado deberá verificarse que la tarea y todas sus sub tareas se han cumplido correctamente.

Estos requerimientos, condiciones y trabajos generales aplican a cada uno de los equipos a mantener. La reposición y el mantenimiento de los diferentes equipos que hacen parte del alcance de este documento deberán conservar los principios de diseño del fabricante y acogerse a la última revisión de los códigos y normas anteriormente descritos. A continuación se tratara de describir en un orden cronológico las actividades principales y las sub actividades a realizar en el Mantenimiento de tanques de almacenamiento.

3.4 DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL MANTENIMIENTO SEGUN CAPACIDAD DE LOS TANQUES

Para definir las actividades para el Mantenimiento tanques, es importante y necesario identificar primero el alcance según capacidad de los tanques de acuerdo al modelo del cuadro adjunto teniendo en cuenta las siguientes columnas: la capacidad del tanque, La columna “Lavado” solo incluye las actividades de instalación de ciegos, achique, retiro de lodos, lavado del tanque y puesta en servicio del tanque. La columna “Mantenimiento” incluye todas las actividades del tanque desde la instalación de ciegos, achique, retiro de lodos, lavado y las actividades de mantenimiento (actividades mecánicas y puestas en servicio del tanque). Estas cantidades son estimadas y podrán aumentar o disminuir de acuerdo a las necesidades del contratante.

Cuadro 2. Identificación Alcance de los Tanques

Capacidad	Núm. Estimado Tks	Lavado	Mantenimiento
Menor igual a 50 Kls			
Mayor a 50 Kbls y Menor igual a 100 Kbls			
Mayor a 100 Kbls			

Listado Preliminar de Tanques a reparar

Por otra parte, como complemento a la tabla anterior, también se presenta un listado de los tanques a intervenir, donde se muestra la capacidad, dimensiones y producto almacenado. El siguiente es un modelo del cuadro donde se incluye el listado de tanques a los cuales se le ha planeado ejecutar el mantenimiento y lavado:

Cuadro 3. Listado Preliminar de Tanques a reparar

Item	Tanque	Area	H(ft)	D(ft)	Producto	Capacidad	Alcance
1	K	MPP	30	42	JET A	5068	Mtto

3.5 RIESGOS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO

3.5.1 Generalidades. Todos los tanques que almacenan productos del petróleo se encuentran expuestos a que se presenten uno o más de los siguientes riesgos durante la actividad de la preparación del tanque para entrada y limpieza:

- Incendio y explosión
- Deficiencia o enriquecimiento de oxígeno
- Sustancias tóxicas (líquidos, vapores, y polvo).
- Riesgos físicos y de otra clase.

Cuadro 4. Modelo de alcance de un tanque api según capacidad del tanque

<u>2A</u>	<u>Aislamiento de Tanques</u>
1	Achique (pirofolicos)
2	SAS
3	Funcionamiento de monitores
4	Ronda estructurada
<u>2A</u>	<u>Limpieza de Tanques</u>
5	Análisis de riesgos
2	Ciegos y apertura de Manholes
3	Toma muestras de lodos
4	Retiro de lodos
5	Lavado del Tanque con Jabón Biodegradable
5	Armado de Andamios
6	Iluminación interna antiexplosión
7	Limpieza con Brush off
<u>2B</u>	<u>Inspección</u>
8	Revisión de Techo, fondo y estructura
9	Limpieza de 4 tiras
10	Permitir inspección de líneas anexas
11	Permitir a CI inspeccionar cámaras de espuma
12	Retirar 2 sectores de lamina del fondo
13	Realizar MFL al fondo
14	Análisis de Asentamiento
15	Análisis de Redondez
<u>2C</u>	<u>Actividades de Mantenimiento y Reparación</u>
16	Para tanques de Slop se debe inyectar agua
17	Para dar permisos se debe verificar y evitar auto ignición
18	Mantenimiento a Cámaras de espuma
19	Instalar Cámara de espuma
20	Instalar de línea de espuma
21	Instalar soportes en línea espuma
22	Instalar carreta en línea espuma
23	instalar cheke en línea espuma
24	asegurar posición del deflector en cámara espuma
25	Instalar soportes en línea espuma
26	instalar cheke en línea espuma
27	Instalar tapa a las siamesas

28	Antes de Sand Blasting cubrir las Válvulas MOV como protección
29	Mantenimiento a agitadores
30	Desmantelar gorro chino e instalar cuello de ganso
31	Instalar rejilla de acceso al techo
32	Cambio contingente de laminas de techo
33	Cambiar % del techo de acuerdo a inspección
34	Aplomar columna central
35	Iluminación, tierras, MOV, Tierras eléctricas
36	Construir tubo de medición manual
37	Instalar escotilla de medición manual
38	Construir tubo de medición tipo servo
39	Recomendación de Instrumentos
40	Mantenimiento a PPV
41	Construir tapa de Manhole 24"
42	Construir Manhole 24"
43	Cambiar espárragos del Manhole
44	Cambio de empaque de Manhole
45	Mantenimiento de válvulas
46	Verificar el sumidero en la parte mas baja
47	instalar rompedor de vórtice
48	Adecuación del patio
49	subir caja de Aguas Aceitosas
50	elaborar plano
51	Retirar 2 sectores de lamina del fondo de acuerdo a recomendaciones de inspección
52	Instalar parche en el fondo
53	Nivelar fondo con arena compacta
54	Adecuación del dique
55	Instalar gotera en techo
56	Hacer loza 360° en concreto y/o Mantenimiento áreas anexas
57	tapar orificio en las ruanas
58	sellar en fondo y fundación
59	limpiar drenajes después de Sand Blasting
60	Probar caja de Aguas Aceitosas y Aguas Lluvias
61	Instalar facilidad de acceso a cámara de espuma
62	Instalar Baranda Perimetral
63	Instalar toma muestra en línea de recibo

64	PLP a Termo pozos
65	Limpieza de sistema Aguas Lluvias y Aguas Aceitosas
66	Retiro de aislamiento en líneas anexas
67	Cambiar trampas de vapor
68	Cambio de Membrana
69	Cambio de Sello
70	Cambio de Sello
71	Cambio de manguera
72	PH a serpentín
<u>2D</u>	<u>Pintura</u>
73	Garantizar 5 años
74	Control de calidad
75	Procedimiento de pintura
76	Pintura exterior
77	Repinte exterior
78	limpieza interior
79	identificación con Rombo
80	altura del rombo
81	Pintura de tubería
82	Identificación de tubería
83	Nombre del producto en tubería
84	Pintar plataformas
85	identificar sentido de flujo en tubería
86	Código de colores
87	Pintar cajas
88	enumerar tierras
89	Identificación de letreros en dique
90	Pintar Próxima Inspección en los Manholes (5 años)
<u>2E</u>	<u>AFORO</u>
91	aforo
92	Placa
93	pintar el techo
<u>2F</u>	<u>ENTREGA</u>
94	Programar la Entrega del Tanque

3.5.2 Actividades para sacar de servicio, retiro de lodos y limpieza

3.5.3 Posicionar Patas de Techo Flotante para Mantenimiento y/o Servicio.

Esta actividad se refiere al trabajo de las siguientes tareas principales para un tanque de techo flotante:

- Retiro y Reinstalación de pines posicionadores.
- Ubicación de la pata en posición de mantenimiento y/o operación
- Reinstalación de pines posicionadores
- Retiro de pata para reparación y/o cambio de la misma
- Instalación de pata reparada y/o nueva

3.5.4 Instalar Ciegos en Líneas Asociadas a Tanques de Diámetros de 1/2”

a 36”. Esta actividad contempla el suministro de platinas ciegas y la instalación de las mismas e uniones bridadas a las líneas asociadas para tanques de techo flotante y cónico. La ejecución de esta actividad se refiere al trabajo de Prefabricación y suministro de platinas ciegas de acuerdo dimensiones estándar. Desacoplar y acoplar la unión bridada (tanto para instalación como para retiro de la platina ciega) y contempla las siguientes subtareas.

- Limpieza de los asientos de junta o áreas de sello de los empaques
- Instalación de platinas ciegas con su empaque temporal.
- Retiro de platinas ciegas.
- Acople de bridas aplicando el torque adecuado de los pernos con su empaque definitivo.

3.5.5 Abrir Manhole Exteriores de Techo entre Diámetros de 20” a 36”. Esta labor contempla el trabajo necesario para abrir manholes exteriores de techo de diámetros entre 20” a 36”. La ejecución de este trabajo contempla, las siguientes tareas principales:

- Soltar la tornillería de la tapa del manhole
- Retirar, limpiar y asegurar la tapa del manhole
- Limpiar, grafitar y estibar (organizar, almacenar) los espárragos y tuercas.

3.5.6 Abrir Manhole Exteriores de Casco entre Diámetros de 20” a 36”. Esta labor contempla el trabajo necesario para abrir manholes exteriores de Casco 20” a 36” casco de diámetro. La ejecución de este trabajo contempla, pero sin limitarse, las siguientes tareas principales:

- Soltar la tornillería de la tapa del manhole
- Retirar, limpiar y asegurar la tapa del manhole
- Limpiar, grafitar y estibar (organizar, almacenar) los espárragos y tuercas.



Foto 10. Apertura Manhole de Casco e Instalación de Extractor de aire

3.5.7 Retiro y Montaje de Agitadores y motor para Tanque. Esta labor se refiere al trabajo requerido para el desmontaje del agitador y motores instalados en el casco de los tanques. La ejecución de este trabajo contempla pero sin limitarse a las siguientes tareas principales:

- Desconexión eléctrica y mecánica del agitador-motor.
- Transporte del agitador-motor al taller de mantenimiento (dispuesto por ECOPETROLS.A. o taller externo si se requiere).
- Limpieza de áreas de acople del agitador-motor con el tanque.

3.5.8 Achique de Tanque Productos Livianos, Medios y Pesados. Esta labor se refiere al trabajo requerido y necesario para retirar o trasegar el producto Liviano (Gasolina, ACPM, Nafta, Jet-A), Mediano (Crudo, Gasóleo, DMO, Slop) y pesado duro (Asfalto, fondo de vacío y Brea) remante que se encuentra en el interior del tanque usando camión de vacío, motobomba diesel, neumática y/o sifón. La ejecución de este trabajo contempla, pero sin limitarse, las siguientes tareas principales:

- Acoplamiento de sistema de succión.
- Retiro de producto del tanque.
- Disposición del producto retirado del tanque.

3.5.9 Retiro de Lodos de Tanques de Producto Liviano (Gasolinas, ACPM, Naft y Jet A). Esta

Esta labor se refiere al trabajo requerido y necesario para retirar lodos del interior de tanques (Gasolinas, ACPM, Naft y Jet A), remanente que se encuentra en el interior del tanque, utilizando sifón, motobomba diesel ó eléctrica (intrínsecamente segura y con polo a tierra) ó bomba neumática (con polo a tierra) ó camión de vacío (con

polo a tierra), camión de vacío. Antes de realizar los trabajos se debe asegurar que se encuentren instalados el SAS (Sistema Seguro de equipos) y diligenciando los respectivos permisos de trabajo y el traslado del lodo retirado al sitio que le sea autorizado.



Foto 11. Retiro de Lodos con Camión de Vacío

3.5.9 Limpieza Interna de Tanques de Producto Liviano, Mediano y Pesado.

Este trabajo es la actividad para lavar y limpiar el interior de tanques. La ejecución de este trabajo contempla, pero sin limitarse, las siguientes tareas principales:

- Lavado interno del tanque
- Limpieza interior del tanque.

El método de limpieza interior de lavado se realiza con agua a presión, trapeado y/o herramientas manuales. Generalmente el lavado del tanque se efectúa usando agua de contra incendio de las instalaciones anexas. El área a la cual se le efectuó la primera limpieza, se le debe realizar un nuevo lavado con agua y “jabón biodegradable” el cual debe ser suministrado por el contratista. Como resultado de la limpieza se debe obtener una superficie sin capas de producto, óxido, calamilla; en caso de ser necesario se desmontarán internos para acceder a todas las áreas de limpieza del tanque.



Foto 12. Limpieza Interna del Tanque

3.5.10 Limpieza Interior de Pontones de Tanques Techo Deck Doble. Esta actividad se refiere a los todos trabajos requeridos para el retiro de basuras, escombros, etc. y limpieza final dentro de los pontones de los tanques de techo flotante deck doble para garantizar su correcta operación.

Esta actividad debe realizarse siguiendo las directrices de seguridad de espacio confinado y como mínimo se deben ejecutar las siguientes actividades:

1. Quitar la tapa del pontón
2. Solicitar la inspección del operador para identificar presencia de vapores y suficiencia de oxígeno.
3. Diligenciar permisos y documentos de apoyo necesarios.
4. Realizar la limpieza, siempre manteniendo un guardia de HSE en la entrada de cada pontón.
5. Retiro del material y/o producto resultado de la limpieza y disponer de este según el manual de disposición de residuos sólidos de Ecopetrol.

3.6 CORTE DE TALUD PERIMETRAL DEL TANQUE

El alcance de esta actividad es el corte del área del dique de un tanque ya sea manualmente o haciendo uso de equipo mecánico (excavadora o cargador) e

ingresar al patio. La ejecución de este trabajo contempla, las siguientes sub tareas.

- Corte de dique perimetral existente (manual o mecánico).
- Disposición de material retirado.

La actividad se debe ejecutar teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El ancho del corte se definirá con la interventoría y/o ECOPETROL para permitir el ingreso de la entrada y salida de los equipos, herramientas y vehículos a utilizar durante la ejecución de la actividad.

Cuadro 5. Descripción de las Actividades por Item

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
1	SACAR DE SERVICIO, RETIRO DE LODOS Y LIMPIEZA
1.1	Posicionar Patas de Techo Flotante para Mantenimiento y/o Servicio.
1.2	Instalar Ciegos en Líneas Asociadas y Boquillas a Tanques de Diámetros 1/2" a 36".
1.3	Abrir Manhole de Techo con Diámetro entre 20" a 36"
1.4	Abrir Manhole de Casco con Diámetro entre 20" a 36"
1.5	Achique del Tanque Retirando y/o trasegando el producto remanente liviano
1.6	Retiro de Lodos de Tanque de Producto Liviano, Mediano y Pesado
1.7	Limpieza Interna de Tanque de Producto Liviano, Mediano y Pesado
1.8	Limpieza Interior de Pontones de Tanques Techo Deck Doble
1.9	Corte de Talud del Dique Perimetral del Tanque

3.7 ACTIVIDAD PARA INSPECCION Y MEDICIONES PRELIMINARES

3.7.1 Armado y Desarmado de Andamio Tipo Cuplock. Esta actividad hace referencia al alquiler de andamios Tipo Cuplock requeridos para la inspección interior y exterior del tanque, cumpliendo con las Normas de Seguridad (Establecidas de Andamios Tipo Cuplock)

- Todos los trabajadores deben portar los EPP básicos
- Los EPP especiales, de acuerdo al trabajo y a la condición y localización del tanque.

3.7.2 Medición de la Verticalidad y Redondez según API 653 para Tanques de Diámetros entre 40 Ft y 250 Ft . Esta actividad hace referencia al trabajo de la toma de datos y levantamiento topográfico para el estudio de verticalidad de tanques de almacenamiento API Se debe cumplir de acuerdo a lo indicado en el numeral 12.5.1.2 del API 653 tomadas en el desarrollo perimetral del anillo inferior del tanque con el objeto de obtener los perfiles de los tanques seleccionados, determinando si se encuentran dentro de normas del apéndice, al cual se contempla:

- Toma de datos y levantamiento topográfico.
- Presentación de informe.



Foto 13. Mediciones del Tanque

3.7.3 Estudio de Asentamiento Diferencial del Casco del Tanque entre 40 Ft y 250. Esta actividad hace referencia al trabajo para realizar la toma de datos y levantamiento topográfico para el estudio de asentamientos del casco y fondo del tanque para conocer el perfil de asentamiento y realizar los estudios definidos por el API 653 Apéndice B.

3.7.4 Prueba de Líquidos Penetrante (TINTAS). Esta actividad hace referencia al trabajo en la aplicación de las tintas penetrantes sobre las soldaduras del tanque y/o accesorios que lo requieran de acuerdo al ASME Sección V artículo 6. Incluye las siguientes actividades:

- Limpieza del cordón de soldadura.
- Aplicación de tintas.
- Elaboración y entrega de protocolo

3.7.5 Verificación de Verticalidad y Aplome de Columnas Estructurales.

Esta actividad hace referencia al trabajo para realizar el aplome de las columnas centrales estructurales del tanque. La ejecución de este trabajo incluye las siguientes sub tareas:

- Toma de datos de desviación inicial con plomada.
- Desplazamiento de columna (incluye los trabajos metalmecánicos, soldaduras, etc.).
- Toma final de datos de desviación con plomada.

3.7.6 Prueba Penetrante (ACPM-Cal) para Cordones de Soldadura del Tanque.

Esta actividad hace referencia al trabajo para la aplicación de penetrante (ACPM) sobre las soldaduras del tanque y o accesorios que lo requieran de acuerdo al API 650 Numeral 5.2.3.5. Incluye las siguientes sub actividades:

- Limpieza del cordón de soldadura.
- Aplicación del líquido penetrante (ACPM) y revelador (lechada de cal).
- Elaboración y entrega de protocolo.

Otras de las actividades a mencionar que hacen parte de las mediciones preliminares, la cual se ejecutarán cuando se requiera de acuerdo a las recomendaciones emitidas por el Apoyo Técnico de la Producción (ATP), las respectivas actividades son: (Ubicación de Controles Topográficos, Replanteo Topográfico (Toma de Datos) y los Ensayos de Densidad del Terreno.

Cuadro 6. Descripción de la Actividad por Item

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
1	INSPECCION - MEDICIONES PRELIMINARES
1.1	Armado y Desarmado de Andamio Tipo Cuplock
1.2	Medición de la Verticalidad y Redondez según API 653 para Tanques de Diámetros entre 40 Ft y 250 Ft .
1.3	Estudio de Asentamiento Diferencial del Casco del Tanque entre 40 Ft y 250.
1.4	Prueba de Líquidos Penetrante (TINTAS)
1.5	Verificación de Verticalidad y Aplome de Columnas Estructurales.
1.6	Prueba Penetrante (ACPM-Cal) para Cordones de Soldadura del Tanque
1.7	Controles Topográficos del Tanque
1.8	Replanteo Topográficos
1.9	Ensayos de Densidad

3.8 ACTIVIDADES PARA REPARACIÓN METALMECANICA DEL TECHO

3.8.1 Retiro e Instalación de Sellos Secundario. Esta actividad hace referencia al trabajo necesario para el retiro del sello secundario cuando el tanque a reparar es de techo flotante de un tanque.

Los componentes de un sello secundario son:

1. Láminas deflectoras de lluvia (Compression Plates)
2. Platinas de puesta a tierra (Shunt)
3. Barrera de vapor
4. Labio de caucho (Wiper)

En la Instalación del Sello se deben de ejecutar las siguientes actividades:

La actividad se ejecutará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante para instalar correctamente el Sello secundario.

Se debe realizar las siguientes Sub actividades:

1. Reparación del anillo de anclaje de las platinas de compresión (deflectores contra lluvia)
2. Armado de la barrera de vapor uniendo las diferentes partes con un pegante aprobado por el fabricante.
3. Perforación de la barrera de vapor para los pernos de anclaje
4. Instalación de la barrera de vapor
5. Instalación de las platinas de compresión
6. Instalación de las platinas para puesta tierra (shunts)
7. Realizar la prueba de recorrido del techo

3.8.2 Retiro e Instalación de Sellos Primario Tipo Zapata. Esta actividad hace referencia al trabajo que se requiere para instalar el sello primario tipo zapata del techo flotante de un tanque.

La actividad se realizará de acuerdo a las especificaciones del fabricante para la correcta instalación del Sello Primario.

Se debe realizar las siguientes Sub actividades:

1. Reparación y/o instalación de las platinas de anclaje el sello
2. Instalación de los componentes de brazos, zapata, contrapesos, platinas de compresión, etc.
3. Realizar la prueba de recorrido del techo

3.8.3 Desmantelamiento Láminas de Techo. Esta actividad hace referencia al trabajo necesario para realizar el desmantelamiento de láminas de techo, esta actividad aplica par tanques con techo flotante y/o fijo, de acuerdo a

recomendaciones emitidas por el equipo de inspección. La realización de este trabajo contempla, las siguientes sub tareas principales:

- Corte y desmantelamiento de láminas del techo.
- Cargue, transporte y descargue de las láminas desmanteladas desde el tanque hasta el patio de chatarra.
- Generalmente el espesor de las láminas del techo es de 3/16”.

3.8.4 Manejo e Instalación de Láminas del Techo. Esta actividad hace referencia al trabajo necesario para la instalación de las láminas del techo de un tanque flotante y/o fijo. La realización de este trabajo contempla, las siguientes sub tareas principales:

- Cargue, transporte y descargue de láminas desde las bodegas hasta el tanque.
- Prefabricación (corte según plano) de las láminas de techo
- Instalación de láminas del techo (punteado).
- El trazo y el corte de las láminas de acero se realizará de acuerdo a los planos aprobados.
- El contratista realizará el traslado de las láminas de acero desde las bodegas de la GCB al sitio de los trabajos.
- En la instalación de las láminas se debe tener en cuenta que el traslapo de una lámina a otra debe ser como mínimo de 1” y no mayor a 1 ½”.

Para los trabajos de soldadura de unión de las láminas del techo, se debe de tener en cuenta las siguientes sub tareas:

- Aplicar la soldadura de unión con RX de las láminas del techo.

- Control de calidad de la unión soldada con PLP.
- Como inspección de la condición final de las soldaduras aplicadas en las láminas techo del tanque se realizará el método de CAJA DE VACÍO la cual será pagada en su correspondiente ítem de acuerdo al API 650 Numeral 5.3.
- Todas las pruebas deben ser recibidas y avaladas con autorización previa y en presencia de la interventoría.

3.8.5 Instalación o Cambio de Cámaras de Espuma. Esta actividad hace referencia al trabajo para el desmantelamiento de la cámara existente y la instalación de una nueva, la realización de esta actividad se derivan las siguientes sub tareas para tanques de techo flotante y/o fijo:

- Desmantelamiento de cámara existente.
- Prefabricación, montaje, soldadura y pruebas al parche área acople cámara de espuma-casco del tanque.
- Montaje e instalación de estructura metálica.

Cabe anotar que de acuerdo a las inspecciones visuales al interior de los diferentes componentes del tanque realizadas por el personal de Apoyo Técnico de la Producción (ATP) se determinan la condición actual del tanque, el modo de falla y sus posibles causas de los diferentes equipos mecánico interno y externo (fondo, casco, techo, tuberías anexas, válvulas de drenajes), componentes civiles (Cajas en concreto de drenaje, pisos, taludes, anillos perimetrales de soporte del tanque, bases para soporte), componentes metálicos (peldaños, escaleras, plataformas, bases para soporte), componentes eléctricos (Revisión y reparación General del Sistema Líneas eléctricas y terminales del tanque) , la Limpieza y estado de la pintura del componente interior, exterior y tuberías anexas. El resultado de las inspecciones de los anteriores componentes del tanque

realizadas por ATP, se emiten las acciones recomendadas para garantizar la confiabilidad operativa del todo sistema del tanque para los techos flotantes y/ fijos. A continuación se describirán a manera general, las posibles actividades de las acciones recomendadas para mantenimiento del techo:

- Reposición de de Pata de 2 ½" y Camisa de 3/2" del techo flotante
- Desmantelamiento e instalación de sobresanos del piso, para inspección.
- Desmantelamiento Manguera de Drenaje e instalación del nuevo sistema de drenaje.
- Instalación del cable de drenaje de corrientes estáticas y detección de incendios.
- Instalación de tapas para pontones, tapas de Manhole.
- Instalación Boquilla para Techo y Tubo guía.
- Cambio de las vigas correas, columnas y vigas del techo.
- Cambio de peldaños, rejillas y barandas.



Foto 14. Cambio de Cámaras de Espuma

Cuadro 7. Descripción de la Actividad por Item

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
1	REPARACIÓN METALMECANICA DEL TECHO
1.1	Retiro e Instalación de Sellos Secundario para tanque de Techo Flotante
1.2	Retiro e Instalación de Sellos Primarios para tanque de Techo Flotante
1.3	Desmantelamiento lámina de techo
1.4	Manejo e Instalación de lámina de techo
1.5	Prueba de caja de vacío de las soldaduras
1.6	Instalación y/o cambio de las Cámaras de Espuma



Foto 15. Instalación de Sellos Secundarios

4.4 ACTIVIDADES PARA REPARACIÓN METALMECANICA DEL CASCO Y FONDO

4.4.1 Desmantelamiento en Instalación Láminas de Casco. Esta actividad hace referencia al trabajo para el desmantelamiento parcial y/o total e instalación de las láminas del casco y fondo de un tanque flotante y/o fijo con espesores menor o igual $>1/2"$ A $3/4"$. La ejecución de esta actividad contempla las siguientes sub tareas:

- Prefabricación (trazo, corte y biselado) de láminas del casco.
- Montaje e instalación

Para los trabajos de soldadura de unión de las láminas del casco, se debe de tener en cuenta las siguientes sub tareas:

- Aplicar la soldadura con RX de unión de las láminas del techo
- Control de calidad de la unión soldada con PLP.
- Como inspección de la condición final de las soldaduras aplicadas en las láminas techo del tanque se realizará el método de CAJA DE VACÍO la cual será pagada en su correspondiente ítem de acuerdo al API 650 Numeral 5.3.
- Todas las pruebas deben ser recibidas y avaladas con autorización previa y en presencia de la interventoría.



Foto 16. Desmantelamiento y Montaje de un Tanque

4.4.2 Desmantelamiento en Instalación Láminas de Fondo. Esta actividad hace referencia al trabajo necesario para el desmantelamiento total y/o parcial e instalación de las láminas del fondo de un tanque flotante y/o fijo con espesores de 1/4". Para la ejecución de este trabajo se requiere realizar las siguientes Sub tareas principales:

- Corte y desmantelamiento de láminas del fondo.
- Cargue, transporte y descargue de las láminas desmanteladas.
- Realizar las pruebas de caja de vacío, soldadura con RX.

4.4.3 Prefabricación e Instalación de Sumidero del Fondo de 48" a 60. Esta actividad hace referencia al trabajo para la prefabricación e instalación de sumidero del tanque de acuerdo al API-650 ed. 11, numeral 5.8.7, figura 5-21 y cuadro 5-16. Incluye las siguientes sub actividades:

- El Trazo, corte y rolado de la lámina para prefabricar el sumidero, según API 650.
- El Trazo, corte de la lámina en el fondo y excavación para instalar el sumidero.

- La Prueba de penetrante a las soldaduras del sumidero y a la soldadura de unión sumidero – fondo del tanque.
- El Relleno con recebo compacto en la cavidad donde se encontraba instalado inicialmente el sumidero

DETALLE DE UN SUMIDERO

Las dimensiones del sumidero se detallan a continuación, del cual se puede concluir que cumple con la norma API650. Se destaca que no tienen las láminas del rompedor de vórtice.

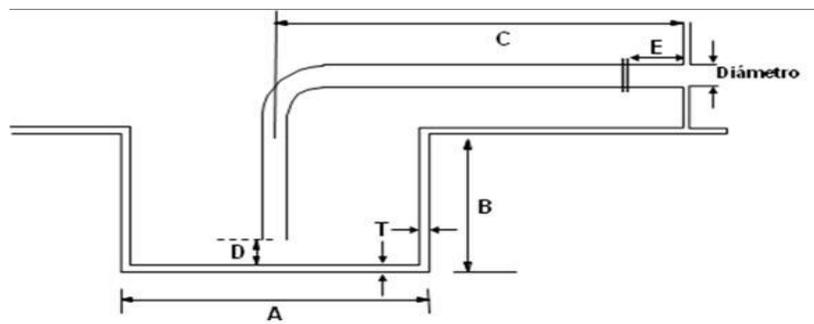


Figura 1. Esquema de un Sumidero

Diámetro Tubería	DATOS TOMADOS DE CAMPO					
	A	B	C	D	E	T
4	48 in	24 in	81 in	6 in	6	0.38
---	---	---	---	---	---	---
Diámetro Tubería	DATOS TOMADOS DE NORMA API 650					
	A	B	C	D	E	T
4	48 in	24 in	81 in	4 in	N/A	0.375 in
---	---	---	---	---	---	---

Cuadro 8. Toma de datos en Campo



Foto 17. Detalle de un Sumidero

4.4.4 Limpieza y Pintura del Tanque. Esta actividad hace referencia al trabajo necesario para aplicar los diferentes Grados de limpieza mecánicas como preparación de la superficie (Puente de Adherencia) para la aplicación de la pintura en las áreas externas, internas y tuberías anexas al tanque. Todas las actividades propias de las limpiezas y pinturas de superficies metálicas se ejecutarán bajo los lineamientos del fabricante de pinturas,

La limpieza mecánica es el Método de preparación de superficies con el cual se busca remover la calamina, cascarilla de laminación desprendida, herrumbre suelta, oxido y pintura descascarada mediante cepillos eléctricos giratorios de alambre o neumáticos, discos abrasivos, pulidoras, esmeril eléctrico o neumático, o por la combinación de estos métodos.

- Una de las sub actividades a presentar es el procedimiento para la aplicación de la pintura y para la calificación de los preparadores de superficie y de los aplicadores.
- Se deben presentar los Controles de Calidad y Protocolos requeridos tales como:

- ✓ Registros de perfiles de anclaje.
- ✓ Procedimientos de preparación superficial y aplicación de pintura.
- ✓ Calificación de los procedimientos para la actividad requerida y se debe hacer para cada tanque.
- ✓ Calificación de la persona para la preparación requerida.
- ✓ Registros de control ambiental para el proceso de pintura.
- ✓ Registros de recibo final de pintura.

Se debe de pintar el Logotipo del tanque la cual identifica el producto a almacenar, la cual se identifica el riesgo del producto



Foto 18. Wetblasting Externa y Pintura Interna del Tanque

4.4.5 Prueba de Columna de Agua 100% en Tanques de 250 Ba a 200 Ba.

Esta actividad hace referencia al trabajo para la realización de la Prueba Hidrostática de tanque con techo flotante y/o fijo, incluye las siguientes sub actividades.

- Actividades de alistamiento para la prueba del tanque.

- Llenado del tanque.
- Toma de datos de asentamiento del tanque. Incluye pero no se limita a las siguientes actividades:
- Actividades de alistamiento para la prueba del tanque.
- Llenado del tanque.
- Toma de datos de asentamiento.
- Entrega de la prueba e informe.
- Desocupación del tanque.
- Abrir manholes y limpiar el tanque interiormente.

4.4.6 Aforo Tanques. Esta actividad hace referencia al trabajo de Aforo menores de 5000 BLS hasta mayores de 200 BLS.

El Aforo del tanque generalmente lo realiza empresas especializadas en la actividad de acuerdo al procedimiento establecido por el grupo de medición de la GRB (MANUAL UNICO DE MEDICION, CAPITULO 2, CALIBRACION DE TANQUES).

- Construcción e instalación, en la unión entre la baranda perimetral y escalera de techo del tanque, de una placa de acero inoxidable de 15 cm de ancho x 10 cm de largo con el número del tanque y la altura de referencia, producto del aforo, escrito en bajorrelieve.
- Marcar, en el techo, del tanque, con pintura reflectiva roja la altura de referencia resultado del aforo en mm, sobre un recuadro de color BLANCO de 150 mm de ancho x 300 mm de largo.

A continuación se describirán a manera general, las posibles actividades de las acciones recomendadas finales para mantenimiento del casco y demás obras complementarias finales:

- Instalación de las Bridas y Válvulas reparadas.
- Ejecución de obras civiles complementarias (Adecuación de las áreas perimetrales del tanque, construcción de cunetas, cajas de desagüe, soportes, escaleras, aplicación de mulsión asfáltica, elaboración de planos, reparación de la iluminación de la escalera).
- Cierres de manholes, retiro de ciegos y puesta de servicio el Tanque, después de haber cumplido con todas las acciones recomendadas de acuerdo a las inspecciones emitidas por parte de ATP, la cual quedan protocolizadas por medio de una copia dura, con la firma de recibido de cada una de las especialidades por parte de ATP (Ecopetrol), interventoría y ejecutores.

Por último el Tanque es entregado a Operaciones dependiendo del área de ubicación del tanque para la puesta de servicio del mismo.

Cuadro 9. Descripción de la Actividad por Item

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
1	REPARACIÓN METALMECANICA DEL CASCO-FONDO Y ENTREGA DEL TANQUE
1.2	Desmantelamiento en Instalación Láminas de Casco
1.3	Desmantelamiento en Instalación Láminas de Fondo
1.4	Prefabricación e Instalación de Sumidero del Fondo de 48" a 60" <i>según inspección</i>
1.5	Limpieza y Pintura del Tanque
1.6	Aforo Tanques
1.7	Instalación de válvulas, retiro de ciegos, cierre de Manholes y ejecución de la Obras Complementarias
1.8	Entrega del Tanque y Protocolos



Foto 19. Tanques Terminado y Modelo de la Placa de Aforo de un Tanque

5. CRONOGRAMA ESTIMADO DE MANTENIMIENTO

Se considera importante que durante la planeación para la ejecución de las actividades de Mantenimiento de Tanques, estimar el tiempo de ejecución que contemple las fechas de inicio y finales de cada tanque. Se presenta un diseño de un cuadro como modelo de cronograma estimado de la ejecución de los tanques que se van a intervenir. Este cronograma es estimado de acuerdo a la carga programada de la refinería pero puede verse afectada por eventos como: Paradas de Planta no programada, Cambio de dietas por condición del mercado, estado de inventarios, plan volumétrico y otras condiciones operacionales.

Cuadro 10. Cronograma estimado de mantenimiento de Tanques API

TANQUE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
K-982								
K-983								
K-984								
K-985								
K-986								
K-987								
K-988								
K-989								
K-900								
K-901								
K-902								

5.1 DESCRIPCIÓN INFORME FINAL DEL PLAN DE CALIDAD

Es necesario Incluir los datos generales del (los) contrato(s) tales como el No. de contrato y de los adicionales, objeto contrato principal y adicionales, contratista, propietario, interventoría, auditoría, subcontratistas, plazo, fechas de iniciación y terminación, valor inicial del contrato y valores de los contratos adicionales. A continuación se describe la estructura para la presentación del informe de calidad:

OBJETIVOS

1.1 GENERALES

1.2 ESPECÍFICOS

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

(Se describen los principales eventos sucedidos en el alcance para Mantenimiento de un Tanque por especialidad, para establecer un historial de los equipos o trabajos realizados – “documento historial proyectado a futuros mantenimientos”: subcontrataciones para realizar las actividades, problemas presentados en la ejecución, atrasos presentados, descripción historial de las labores realizadas, etc.)

3. PROGRAMACIÓN

3.1 ESTRUCTURA DE DIVISIÓN DEL TRABAJO

3.2 FECHAS (de acuerdo a las especialidades indicar las fechas en las cuales se iniciaron y finalizaron trabajos con respecto a los programados)

3. TIEMPOS (de acuerdo a las especialidades indicar los tiempos empleados para realizar los diferentes trabajos por especialidades con respecto a los tiempos programados)

3.4 CURVA S (Y DATOS) PROGRAMADO VS EJECUTADO

3.5 DIAGRAMAS DE GANTT (PROGRAMADO VS EJECUTADO)

3.6 RUTA CRÍTICA (su evolución y comportamiento con respecto a la ejecución)

3.7 PDT EJECUTADO VS PROGRAMADO

3. INFORMES DIARIOS DURANTE EL MANTENIMIENTO DEL TANQUE

4. HORAS HOMBRE

4.1 HORAS HOMBRE (Programadas vs ejecutadas)

4.2 HORAS HOMBRE ADICIONALES (describir los eventos que conllevaron a realizar horas hombre adicionales u horas hombre menores a las programadas)

4.3 HISTOGRAMA DE HORAS HOMBRE (Programadas vs ejecutadas)

5. INFORME DE COSTOS

(Relacionar el comportamiento que tuvieron los costos durante las diferentes etapas del proyecto - Programadas vs ejecutadas - reflejados en la curva "S" de costos. Realizar el cuadro resumen de todos los costos generados incluyendo los adicionales y anexar el cuadro resumen de estos adicionales, memorias de cálculo-si aplica, etc.)

6. GESTIÓN REALIZADA EN EL PLAN INTEGRAL DE HSE

(Informe final de HSE incluyendo toda la documentación gestionada para cumplir con el plan, Resumen de actividades para el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental).

7. INFORME FINAL QA/QC (incluir documentación que se manejo en la parada con respecto al plan de calidad; protocolos, actividades diarias, control de materiales, listado de equipos utilizados en la reparación, certificados de equipos, radiografías- si aplica, planos As-built etc.)

8. BITÁCORAS (Copia de este documento)

9. RESEÑA FOTOGRÁFICA HISTÓRICA (Describiendo cada imagen)

10. TRABAJOS DE NO CALIDAD (REPROCESOS Y SUS CAUSAS)

11. ORGANIGRAMAS

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES POR ESPECIALIDAD.

El informe final de entrega debe contener todos los aspectos relevantes que afectaron la ejecución del trabajo, incluyendo ***Lecciones Aprendidas y el Registro histórico de la información durante el Mantenimiento del Tanque API*** y los que soliciten la interventoría y/o ECOPETROL S.A. en copia dura y magnética.

6. COSTOS DE MANTENIMIENTO

El Costo de Mantenimiento por lo general de un tanque varía de 2 a 20 veces del costo de la adquisición. Los costos de Mantenimiento son simplemente descritos como la mano de obra, equipos a utilizar y los materiales que se gastan y son necesarios para mantener equipos o sistemas de operación satisfactoria, por lo tanto se podía clasificar fundamentalmente en cuatro áreas:

1. Costos Directos
2. Costos de Pérdidas de Producción
3. Costos de Depreciación
4. Costos de Operatividad y Mantenimiento

Los Costos Directos estandarizados para mantener el equipo operable e incluyen costos de inspección periódica, costos de mantenimiento preventivo, costos de reparación y de servicios asociados al mantenimiento.

Los costos de pérdida de producción están relacionados al costo de la inutilización de un equipo.

Los costos de depreciación, son pérdidas de valor de un activo físico como consecuencia del uso a través del tiempo.

Los costos asociados de operatividad y mantenimiento para estos costos son tomados en cuenta cuando son equipos primarios, es decir que no tienen un equipo de reemplazo.

6.1 RAZONES Y FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COSTO DE MANTENIMIENTO

Las razones que influyen en el costo del mantenimiento un tanque son las siguientes:

- La decisión respecto al reemplazo de un equipo o no si es necesario
- Comparar la efectividad del costo del Mantenimiento con los promedios de ventas para analizar si resulta rentable o no la aplicación del programa establecido.
- Desarrollar políticas óptimas de Mantenimiento preventivo.
- Realizar un control de costos y llevar un historial de gastos promedio.

Algunos de los factores , que influyen en los costos del Mantenimiento, incluyen las condiciones de edad, tipo y equipo, experiencia y conocimiento del operador , políticas de la empresa, tipo de servicio a ejecutar, habilidades del personal de mantenimiento, el ambiente operacional, las especificaciones de los equipos y los controles que regulan el sistema.

El costo estimado se puede establecer del Mantenimiento de un tanque, ya que el alcance se determina en los talleres de cuestionamiento de acuerdo a recomendaciones emitida, antes de sacar de servicio el programa de mantenimiento de tanques y durante la ejecución de las actividades de mantenimiento de acuerdo a las inspecciones realizadas por el equipo de apoyo interno, las actividades se pueden incrementar a su vez el costo final del tanque. Estas recomendaciones técnicas emitidas, son el soporte para planear los costos no contemplados inicialmente en la fase de planeación.

7. RESULTADOS

- Como resultado, se observó que si existen registros históricos de la trazabilidad en la descripción de las condiciones de los daños presentados en los tanques de acuerdo a las reparaciones anteriores y el mantenimiento realizado en el tanque a partir del año 2005, pero esta información no se encuentra disponible para personal externo en el archivo técnico, esta información sólo se maneja a nivel interno, a su vez, también se observó que no se encuentra organizada, ya que el personal de apoyo interno es removido para diferentes áreas y la información como tal, cuando se requiere no se encuentra disponible.
- Se identificaron el número existentes actual de los Tanques, para un total de 280 unidades de tanques de almacenamiento API, de diferentes capacidades, tamaño, servicio y diseño, en la cual se encuentran ubicados en las diferentes áreas externas e internas de la GRB.
- Como resultado final se concluye que en la Gerencia de Refinería de Barrancabermeja GRB aseguran la confiabilidad sostenible de los tanques de almacenamiento API, para mantener su capacidad de diseño, mediante la ejecución de los trabajos definidos de acuerdo a inspecciones internas y externas de un tanque, que incluyen acciones de mantenimiento preventivo y correctivo que implican en algunos casos reposición o cambio de los diferentes componentes.

8. CONCLUSIONES

- El presente documento, lo convierte en un material bibliográfico valioso ya que fue desarrollado como una guía, para conocer el alcance de las actividades estimadas, para los profesionales técnicos y en especial para la comunidad de Ingeniería Civil de la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga. Cada uno de los artículos representa un punto de vista general de acuerdo a las experiencias a nivel técnico en Mantenimiento de Tanques API de la Refinería de Barrancabermeja, la cual sirve como base para conocer de una manera estimada la estandarización de las actividades a ejecutar en el mantenimiento de Tanques API de la GRB.
- El mantenimiento como una estrategia planificada, exige la participación del equipo de trabajo para el éxito del mismo, en un ambiente de trabajo seguro y con responsabilidad, tomando en cuenta que el mantenimiento no es un gasto si no una inversión a futuro.
- Cuando es necesario planificar un mantenimiento correctivo en un tanque de almacenamiento, es necesario establecer los procedimientos adecuados para la reparación tomando en cuenta el equipo necesario, las herramientas, materiales, la mano de obra y el equipo de seguridad para ejecución de esta actividad.
- El análisis económico es uno de los parámetros más importantes cuando se realiza un trabajo de inspección y mantenimiento, la base para el presupuesto es el análisis de precios unitarios donde se debe tener en cuenta los materiales a utilizar, equipo y mano de obra, agregando los costos de administración y utilidades.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda, acogerse y mantener vigente la última revisión de los diferentes códigos y normas para el mantenimiento de un tanque de las Normas API.
- Se recomienda que la información de los Históricos de Mantenimientos de Tanques API realizados en los últimos cinco (5) años, que está documentada sea radicada en el archivo técnico de la GRB, para que pueda ser un material informativo para las dependencias interesadas en consultar e informarse sobre Mantenimientos de Tanques API en la GRB.
- Se recomienda dar capacitaciones técnicas sobre las novedades de actualización de Normas y Especificaciones vigentes al personal técnico de apoyo que ejerce la actividad de interventoría en el Mantenimiento de tanques api.
- Se recomienda estandarizar las actividades en el Mantenimiento Técnico de Tanques, por parte del equipo de apoyo técnico, para que sea un documento guía, que incluya procedimientos técnicos de acuerdo a las Normas vigentes y actualizadas a seguir y avalados por personal idóneo y capacitado para la realización del documento.
- Se recomienda diseñar e implementar un Programa cuyo alcance se encuentre contemplado todas las actividades requeridas y necesarias para el mantenimiento de un tanque, los reportes de inspección realizados a los tanques para que puedan ser chequeados y retroalimentarlo cada vez que se requiera y de acuerdo a las necesidades de retroalimentación del programa para la creación de reportes interactivos de revisión y los resultados e información requerida se puedan ver en la pantalla o ser enviados a una impresora.

BIBLIOGRAFÍA

Normas API 653 Segunda Edición

Normas API 650 Novena Edición

Gómez Cabrera José Ángel. Apuntes de Clase Manejo de la Producción en la Superficie ``Facultad de Ingeniería, UNAM; 1984``

Página Web Correo Electrónico (www.scribd.com/doc/24020745/tanques-de-almacenamiento-de-Hidrocarburos y de las Normas API 650-653

ANEXOS

APENDICE A. -LISTA DE REVISION PARA LA INSPECCION DEL TANQUE

El apéndice C contiene listas de revisión de muestra que ilustran los componentes ítems auxiliares que deben ser considerados para la inspección interna y externa de los tanques. Esta información se proporciona como guía para el operador/propietario con el fin de desarrollar una inspección de evaluación programada para cualquier instalación específica de tanques. La lista de revisión formal facilita el registro de los descubrimientos en las inspecciones.

MODELO LISTA DE REVISION PARA LA INSPECCION DE UN TANQUE		
Item	Completo v	Comentarios
C.1.1 BASE		
Mida el nivel de la base y la elevación de fondo (vea apéndice B para el grado de la mediciones)		
C.1.1.1 Anillo de concreto		
a. Inspeccione para rajaduras, concreto roto, particularmente por debajo de la barras de apoyo utilizadas en anillos anulares con soldadura de punto bajo el casco.		
b. Inspeccione las aberturas de drenaje en el anillo, parte posterior de las vasijas de extracción de agua y parte superior del anillo para indicaciones de escapes por el fondo.		
c. Inspeccione para cavidades por debajo de la base y vegetación contra el fondo del tanque.		
d. Revise para agua lluvia proveniente de los drenajes del casco que se retira del tanque.		
e. Revise el asentamiento alrededor del perímetro del tanque.		
C.1.1.2 Asfalto		
a. Revise para asentamiento de un tanque dentro de la base de asfalto que dirigiría el agua lluvia por debajo del tanque en lugar de retirarla de este.		
b. Busque para áreas donde el aceite haya dejado el relleno expuesto que indica escape de hidrocarburo.		
C.1.1.3 Mugre o arena aceitosa		
Revise para asentamiento dentro de la base que dirigiría el agua lluvia por debajo del tanque en lugar de retirarla.		
C.1.1.4 Roca		
Presencia de roca triturada por debajo del fondo del fondo del acero usualmente resulta en una corrosión severa. Haga una nota para hacer un examen adicional de la platina de fondo (prueba ultrasónica, de martillo, o con cupones) cuando el tanque se encuentra por fuera de servicio.		
C.1.1.5 Drenaje		
a. Revise el sitio para drenaje que se retira del tanque y tubería y múltiples asociados .		

b. Revise la condición de operación del drenaje del dike.		
C.1.1.6 Mantenimiento		
Inspeccione el área para acumulación de basura, vegetación o cualquier otra acumulación de inflamables		
C.1.2 CASCOS		
C.1.2.1 Inspección visual externa		
a. Inspección visualmente para pinturas defectuosas, picadura o corrosión.		
b. Limpie el área del ángulo del fondo e inspeccione para corrosión y adelgazamiento sobre la platina en la soldadura.		
c. Inspeccione el sello de fondo a la base si hay alguna.		
C.1.2.2 Base interna (Tanque de techo flotante)		
Inspeccione visualmente para ranuración, corrosión, picadura y falla en el revestimiento.		
C.1.2.3 Inspección del casco ribeteado		
a. Inspeccione la superficie externa para escapes en el rivete y la costura.		
b. Localice escapes por medio de fotografías (la ubicación se perderá cuando el casco sea limpiado abrasivamente para pinturas.		

LISTA DE REVISION PARA LA INSPECCION DE TANQUE EN SERVICIO - Continuación

Item	Completo v	Comentarios s
c. Inspeccione los ribetes para pérdida por corrosión y desgaste.		
d. Inspeccione las costuras verticales para ver si han sido soldadas completamente con traslape para incrementar la eficiencia de punto.		
e. Si no existen registros de las costuras verticales ribeteadas, haga un dimensionamiento y esquematice (o tome una fotografía) del patrón de ribete : número de filas, tamaño del ribete, longitud del paso y observe si la unión es ribeteada con punto o ribeteada con traslape.		
C.1.2.4 Vientos (tanque de techos flotantes)		
a. Inspeccione los vientos para daño por corrosión (falla en las pinturas, picadura, acumulación de corrosión por el producto), especialmente donde esto ocurra en uniones soldadas con punteo, y para soldadura rotas.		
b. Revise las soldaduras de soporte al casco para picaduras, especialmente en las platinas del casco.		
c. Note si los soportes tienen almohadillas de refuerzo soldadas al casco.		
C.1.3 ALTAMENTOS DEL CASCO		
C.1.3.1 Manholes y Boquillas		
a. Inspeccione para rajadura o señales de escape en las uniones de soldadura a las boquillas, manholes y platinas de refuerzo.		
b. Inspeccione para defectos en la platina del casco alrededor de la boquilla, causadas por deflexión excesiva de la tubería.		
c. Inspeccione para escape en las bridas y escapes alrededor		

de la tornillería.		
d. Inspeccione el sellado del aislamiento alrededor de los manholes y boquillas.		
e. Revise para espesor inadecuado de la brida del manhole y las cubiertas en manholes de mezclador.		
C.1.3.2 Múltiples de tubería de tanque		
a. Inspeccione la tubería de múltiple, bridas y válvulas para escapes.		
b. Inspeccione para los componentes del sistema contraincendio.		
c. Revise para tubería anclada que sería peligrosa para casco del tanque o conexiones de fondo durante un movimiento de la tierra.		
d. Revise para alivio de presión térmica adecuada de la tubería al tanque.		
e. Revise la operación de los reguladores para los tanques con sistema de gas de purga.		
f. Revise las conexiones de la muestra para escapes y para la operación apropiada de la válvula.		
g. Revise para daño y prueba la precisión de los indicadores de temperatura.		
h. Revise las soldaduras en ganchos montados sobre el casco por encima de válvulas de 6 pulgadas y más grandes.		
C.1.3.3 Sistema de automedición		
a. Inspeccione la guía de automedición y la carcasa de la polea interior (techos flotantes) para escape.		
b. Inspeccione el cabezal de automedición para daño.		
c. Observe el movimiento apropiado de la cabezal del automedidor.		
d. Identifique el tamaño y el material de construcción de la guía del automedidor (tanques de techo flotantes).		

LISTA DE REVISION PARA LA INSPECCION DE TANQUE EN SERVICIO - Continuación		
Item	Completo v	Comentarios
e. Pregúntele al operador si la cinta tiende a colgar durante el movimiento del techo del tanque.		
f. Compare el nivel actual del producto con la lectura en el automedidor (la variación máxima es 2 pulgadas)		
g. En tanques de techo flotante, cuando el techo se encuentre en una posición más baja, revise que no se expongan más de 2 pies de cinta en el extremo de la guía.		
h. Inspeccione la condición del tablero y la posibilidad de lectura de automedidores tipo tablero.		
i. Pruebe la libertad de movimiento.		
C.1.3.4 Estación de muestreo montada en el casco		
a. Inspeccione las líneas de muestreo para el funcionamiento de las válvulas y el taponamiento de las líneas, incluyendo el drenaje o la línea de retorno al tanque.		
b. Revise la bomba de circulación para escapes y problemas de operación.		

c. Pruebe los soportes para las líneas de muestreo y el equipo.		
C.1.3.5 Calentador (montado en el manhole del casco)		
Inspeccione el drenaje de condensado para la presencia de aceite indicador de escape.		
C.1.3.6 Mezclado		
a. Inspeccione para bridas y soportes montados apropiadamente.		
b. Inspeccione para escapes		
c. Inspeccione para la condición de las líneas de potencia y las conexiones mezcladoras.		
C.1.3.7 Líneas de balanceo : Operación del Winch		
a. No flotante. Suba luego baje la línea de balanceo con el Winch, y revise para hermeticidad del cable para confirmar que la línea de balanceo baja apropiadamente.		
b. Flotante. Con el tanque lleno hasta la mitad o más, baje la línea de balanceo, luego permita que el cable quede suelto y revise si el balanceo a tirado el cable dejándolo hermético indicando que el winch esta operando apropiadamente.		
c. Indicador. Revise que el indicador se mueve en la dirección apropiada. Los indicadores de la línea de balanceo flotante muestran u nivel más bajo a medida que el cable se suelta. Los indicadores de línea de balanceo no flotantes muestran lo contrario.		
C.1.3.8 Líneas de balanceo : Sistema de guía externa		
Revise para escapes en las uniones bridadas y roscadas.		
C.1.3.9 Líneas de balanceo : Identifique la necesidad de variar el balasto		
Revise para una diferencia significativa en la gravedad especifica del stock.		
C.1.3.10 Líneas de balanceo : Material de cable y su condición normal		
a. Para cable de acero no inoxidable, revise para corrosión en todo el tramo.		
b. Todo cable : Revise para desgaste		
C.1.3.11 Líneas de balanceo : Comparación con una muestra del producto		
Revise para diferencia de agua o gravedad que indique un punto de escape.		

C.1.3.12 Líneas de balanceo : Objetivo		
El objetivo debe indicar la dirección de la abertura de balanceo (hacia arriba o hacia abajo) y la altura por encima del fondo donde se perderá la succión con el fondo.		
C.1.4 TECHOS		
C.1.4.1 Corrosión interna de la platina del Deck		
Por seguridad, antes de tener acceso al techo, revise con un instrumento ultrasónico o use u martillo de bola para probar la platina del deck cerca del borde del techo para adelgazamiento. (La corrosión normalmente ataca la platina de Deck en el extremo de un techo fijo y raras		

veces en el centro del primer techo).		
C.1.4.2 Corrosión externa de la platina del Deck		
Inspeccione visualmente para falla en las pinturas, orificios, picaduras y corrosión en el deck del techo		
C.1.4.3 Drenaje del Deck del techo		
Observe una indicación de agua. (Un movimiento del deck del techo fijo indica una falla más bien potencial. Areas de agua grandes sobre un techo flotante indican diseño de drenaje inadecuado, o si se encuentra anulado, techo no nivelado con posibles escapes en los pontones).		
C.1.4.4 Nivel del techo flotante		
En varios sitios, mida la distancia desde el borde del techo a una costura de soldadura horizontal por encima del techo. Una variación en la lectura indica un techo desnivelado con posible escapes. En tanques de diámetro pequeño, una condición de desnivel puede indicar cargas no iguales en ese nivel.		
C.1.4.5 Prueba de gas de la parte interna en el techo flotante		
Pruebe para gas explosivo la parte superior del techo flotante interno. Las lecturas pueden indicar un escape en el techo, sistema del sello con escape, o ventilación inadecuada del área por encima del techo flotante interno.		
C.1.4.6 Aislamiento del techo		
a. Inspeccione visualmente para rajadura o escapes en el revestimiento de aislamiento climático donde el agua lluvia pueda penetrar el aislamiento.		
b. Inspeccione para aislamiento húmedo por debajo del revestimiento climático.		
c. Retire secciones de aislamiento de prueba pequeñas y revise el deck del techo para corrosión y orificio cerca del borde del área aislada.		
C.1.4.7 Sistema de sello del techo flotante		
a. Mida y registre los espaciamientos máximo de sello a casco en :		
1. Bombeo bajo		
2. Mitad del casco		
3. Nivel alto del líquido		
b. Mida y registre el espacio anular a un espaciamiento de 30 pies (mínimo de 4 cuadrantes) alrededor del techo y registre. Las mediciones deben ser tomadas en parejas directamente opuestas .		
1. _____ . _____ Pareja opuesta 1.		
2. _____ . _____ Pareja opuesta 2.		
c. Revise si el tejido de sello en los sellos de zapata primarios son zapatas de tiro retirándolas del casco (tejido no suficientemente ancho).		

LISTA DE REVISION PARA LA INSPECCION DE TANQUES EN SERVICIO - Continuación		
Item	Completo √	Comentarios
d. Inspeccione el tejido para deterioro. Orificio, rasgaduras y rajaduras.		
e. Inspeccione partes visibles metálicas para corrosión y desgaste.		
f. Inspeccione para abertura en los sellos que permitirían emisiones de vapor.		
g. Inspeccione para partes salientes de los tornillos contra el casco.		
h. Tire hacia atrás los sistemas de sello primario y secundario alrededor del casco para revisar su operación.		
i. Inspeccione los sellos secundario para señales o indicaciones que el ángulo con el casco esta muy pronunciado.		
j. Inspeccione los sellos tipo borde para flexibilidad, rajadura y rasgadura.		
C.1.5 ALIMENTOS DEL TECHO		
C.1.5.1 Ranura para muestreo		
Inspeccione las condiciones y el funcionamiento de la cubierta para la ranura de muestreo.		
b. En tanques gobernados por reglas distritales de monitoreo de la calidad del aire, revise la condición del sello dentro de la cubierta de la ranura.		
c. Revise para corrosión y taponamiento en la cubierta de la ranura de calibración.		
d. Donde se utilice ranura para muestreo, revise para el mantenimiento de la distancias.		
e. Revise para almohadilla de refuerzo donde la tubería de la ranura de muestreo penetre el deck del techo.		
f. En sistema de rebobinado y ranuras de muestreo con techos flotantes, inspeccione la operación del riel de rebobinado y la condición del cable.		
g. Pruebe la operación del sistema.		
h. En stock ultralimpios tales como JP4, revise la presencia y la condición del revestimiento de protección dentro de la ranura de la muestra (evitando que el polvo llegue a la muestra).		
C.1.5.2 Pozo del medidor		
a. Inspeccione la porción visible del pozo del medidor para adelgazamiento, tamaño de las ranuras y la condición de la cubierta.		
b. Revise para un marcador de la estancia y un tap con distancia (legible).		
c. En techos flotantes, inspeccione la condición de la guía del techo para el pozo del medidor, particularmente la condición de los rodillos para ranuramiento.		
d. Si es accesible, registre la distancia desde la tubería del pozo del medidor al casco del tanque a diferentes niveles.		
e. Si el tanque cuenta con un dispositivo de lavado del pozo del medidor, revise la válvula para escapes y para presencia de un tapón o brida ciega.		
C.1.5.3. Soporte de los andanios para techos fijo		
Inspeccione el soporte de los andanios para corrosión, desgaste y aspectos estructurales.		

C.1.5.4 Capacidad de descargue : Inspeccione las ranuras guías (techos fijos)		
a. Revise la ranuras para corrosión y tornillos calcantes.		
b. Revise para corrosión en las guías de la cinta y los antuajes del alambre de las guías del flotador.		
C.1.5.5 Capacidad de descargue : Cubierta del pozo del flotador		
a. Inspeccione para corrosión		
b. Revise el cable de la cinta para desgaste o fractura causada por el rozamiento sobre la cubierta.		
c.		
C.1.5.6 Ranura de muestreo (techo flotante interno)		
a. Revise las condiciones generales		
b. Cuando se encuentre equipado con un sello de tejido, revise para sellado automático después del muestreo.		
c. Cuando se encuentre equipado con un dispositivo de abertura de riel de rebobinado, revise para la operación apropiada.		

LISTA DE REVISION PARA LA INSPECCION DE TANQUES EN SERVICIO - Continuación		
Item	Completo v	Comentarios
C.1.5.7 Venteos montados en el techo (techo flotante interno)		
Revise la condición de las pantallas, seguros y pasadores de pivoteo.		
C.1.5.8 Anillo de la plataforma de medición		
En tanques de techo fijo con anillos de goteo la plataforma de muestreo o de calibración, inspeccione para el drenaje de retorno al tanque taponado.		
C.1.5.9 Granajes de emergencia del techo		
Inspeccione los tapones de vapor para drenaje de emergencia. Que los discos de tejido de sellos sea ligeramente más pequeños que el ID y que el sello de tejido se encuentre por encima del nivel del líquido.		
C.1.5.10 Estructuras retirables de la pierna del techo		
Revise para rajaduras en la pierna del techo.		
C.1.5.11 Interruptores de vacío		
Reporte el tamaño, número de equipo de interruptores de vacío. Inspeccione los interruptores de vacío. Si se configuran piernas altas, revise para ajuste del interruptor mecánico en la posición alta de la pierna.		
C.1.5.12 Venteos de borde		
a. Revise la condición de la pantalla en la cubierta del venteo del borde.		
b. Revise la remoción de los venteos de borde donde las reglas jurisdiccionales no permitan la remoción.		
C.1.5.13 Ranuras de inspección del Pontton		
a. Abra las cubiertas de la ranura de inspección del pontton y revise visualmente la parte interna para escape.		
b. Puede para gas explosivo (un indicador de escape en el espacio de vapor).		