



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO Y GUÍA DE INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE RACKS DE
DESPACHO DE COMBUSTIBLES PARA UNA TERMINAL DE PRODUCTOS
PETROLEROS PARA LA VENTA**

Jorge Estuardo González De León

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, enero de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y GUÍA DE INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE RACKS DE
DESPACHO DE COMBUSTIBLES PARA UNA TERMINAL DE PRODUCTOS
PETROLEROS PARA LA VENTA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

JORGE ESTUARDO GONZÁLEZ DE LEON

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO
GUATEMALA, ENERO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V:	Br. Isaac Sultán Mejía

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
EXAMINADOR:	Ing. José Ismael Véliz Padilla
EXAMINADOR:	Ing. Erick René Guerrero Silva
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO Y GUÍA DE INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE RACKS DE DESPACHO DE COMBUSTIBLES PARA UNA TERMINAL DE PRODUCTOS PETROLEROS PARA LA VENTA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha abril de 2008.

Jorge Estuardo González de León



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 29 de septiembre de 2009
REF.EPS.DOC.620.09.09.

Inga. Norma Heana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Jorge Estuardo González de León** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. **200112675**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO Y GUÍA DE INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE RACKS DE DESPACHO DE COMBUSTIBLES PARA UNA TERMINAL DE PRODUCTOS PETROLEROS PARA LA VENTA”**.

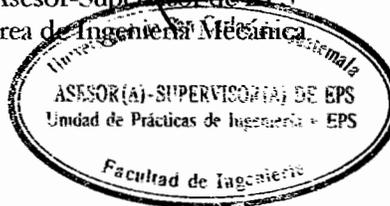
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id. y Enseñad a Todos”

Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
EESZ/ra



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 29 de septiembre de 2009
REF.EPS.D.1376.09.09

Ing. Julio César Campos Paiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

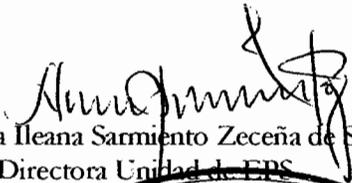
Estimado Ingeniero Campos Paiz:

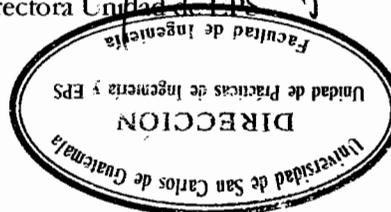
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO Y GUÍA DE INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE RACKS DE DESPACHO DE COMBUSTIBLES PARA UNA TERMINAL DE PRODUCTOS PETROLEROS PARA LA VENTA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Jorge Estuardo González de León** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la directora del Ejercicio Profesional Supervisado, E.P.S., al Trabajo de Graduación DISEÑO Y GUÍA DE INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE RACKS DE DESPACHO DE COMBUSTIBLES, PARA UNA TERMINAL DE PRODUCTOS PETROLEROS PARA LA VENTA, del estudiante Jorge Estuardo González De León, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, noviembre de 2009

JCCP/behdei



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO Y GUÍA DE INSTALACIÓN DE LÍNEAS RACKS DE DESPACHO DE COMBUSTIBLES, PARA UNA TERMINAL DE PRODUCTOS PETROLEROS PARA LA VENTA**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Estuardo González De León**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, handwritten signature in black ink, appearing to read 'Murphy Olimpo Paiz Recinos', written over a large, empty oval shape.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, enero de 2010

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mi papito y porque todo lo que tengo viene de tu perfecta e inmensa misericordia, bondad, fidelidad y amor.
- Mis padres** J. Antonio González Valdizón, eres mi héroe.
Eugenia De León de González, eres mi preciosa.
Ambos me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.
- Mi hermana** Loren, mil gracias por tu apoyo y toda tu ayuda incondicional, te amo mucho hermanita linda.
- Mi esposa** Rocio, por todos estos años de estar a mi lado, te amo.
Que maravilloso es tenerte como mi amada y genial compañera por la vida.
- Mis suegros** Gracias por todo su apoyo, cariño y por confiar en mí su tesoro más preciado, los quiero.
- Mis familiares** Por su apoyo y todas sus oraciones, muchas gracias de todo corazón. Sin excluir a ninguno, todos ocupan un lugar muy especial en mi vida.
- Mis amigos** Por los interminables momentos de apoyo incondicional y esfuerzos fructíferos. Siempre los llevo en el corazón.

AGRADECIMIENTOS A:

La empresa Textiles Amatitán, S.A, por contribuir en el desarrollo e investigación del presente trabajo de graduación.

Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda , por su apoyo y colaboración, Dios bendiga siempre su vida.

Todos los catedráticos de la Facultad de Ingeniería que brindaron sus conocimientos en estos años de carrera y estudio.

Todas las personas que, directa e indirectamente, contribuyeron en el desarrollo de este trabajo.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Reseña histórica de la empresa Textiles Amatitlán, S.A.	1
1.2. Actividades.	1
1.3. Visión, misión y valores.	4
1.4. Ubicación de la planta.	5
1.5. Planta de generación.	6
1.6. Departamento de Mantenimiento.	8
1.7. Definición de Mantenimiento.	11
1.7.1. Mantenimiento correctivo.	13
1.7.2. Mantenimiento preventivo.	14
1.7.3. Mantenimiento predictivo.	16
1.8. Diagnóstico situacional de mantenimiento aplicado a los accesorios de las líneas de racks de despacho.	18
1.8.1. Datos de placas de los accesorios.	19
1.8.2. Identificación de los accesorios de las diferentes líneas de racks de despacho de combustibles encontrados en Refinería Texaco.	21
1.8.3. Diagrama de distribución de racks de despacho de combustible ubicados en Refinería Texaco.	30

1.8.4. Diseño e instalación de los accesorios de los racks de despacho de combustibles.	31
1.8.4.1 Rack bunker.	31
1.8.4.2 Rack diesel.	32

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Información general del diseño de racks de despacho de combustibles.	33
2.1.1. Descripción geográfica del proyecto.	33
2.1.1.1. Tanques estacionarios.	36
2.1.1.2. Área de despacho.	37
2.1.1.3. Descripción de equipo e instalaciones.	40
2.1.1.4. Descripción general de las líneas de recepción.	41
2.1.1.5. Descripción del área de almacenamiento.	44
2.1.1.5.1. Tanque de almacenamiento para bunker.	44
2.1.1.5.2. Tanque de almacenamiento para diesel.	45
2.1.1.5.3. Tanque de almacenamiento para cutter.	46
2.1.1.6. Descripción del área de ubicación de línea de racks	47
2.1.2. Descripción del diseño de racks de despacho.	48
2.1.3. Composición de las líneas de descarga de bunker.	49
2.1.4. Composición de las líneas de descarga de diesel.	50
2.1.5. Descripción de la selección de bombas para alimentación de las líneas de racks de despacho de combustibles.	60
2.1.5.1. Consumo de galones de bunker diario en planta generadora Textiles Amatitlán, S.A. al 100% de carga.	62

3. PUESTA EN MARCHA DE LAS LÍNEAS DE RACKS DE DESPACHO DE COMBUSTIBLES

3.1. Desarrollo de la guía de instalación para líneas de racks de Despacho de combustibles.	67
3.1.1. Medidor de desplazamiento de álabes giratorios.	67
3.1.2. Instalación.	70
3.1.3. Puesta en marcha.	72
3.1.4. Información general de operación.	73
3.2. Mantenimiento.	74
3.2.1. Procedimiento de desarmado de contadores.	74
3.2.2. Inspección de partes.	83
3.2.3. Holgura de las aletas.	88
3.2.4. Holgura de separación del rotor y las aletas.	89
3.3. Descripción de accesorios que conforman las líneas de racks.	91
3.3.1. Elemento filtrante.	91
3.3.2. Válvula control.	93
3.3.3. Depurador de aire.	95
3.4. Programación de mantenimientos a las líneas de racks de despacho de combustibles.	98
3.4.1. Clasificación de frecuencia de actividades.	98
3.4.2. Control de mantenimiento.	100
3.4.3. Lista de mantenimiento de bombas.	100
3.4.4. Personal encargado.	100
3.4.5. Órdenes de trabajo.	102

4. PROPUESTA DE MANUAL DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES	107
4.1. Documentación necesaria.	107
4.2. Accesorios para los tanques de almacenamiento de la terminal.	116
4.3. Identificación en tanques de almacenamiento.	119
4.4. Composición y característica del combustible.	121
4.4.1. Propiedades físicas y químicas.	122
4.4.2. Condiciones ambientales.	123
4.5. Procedimiento de carga de combustibles en Terminal de Almacenamiento.	125
4.6. Medidas preventivas de seguridad a tomar en cuenta para el manejo del combustible.	126
CONCLUSIONES	149
RECOMENDACIONES	151
BIBLIOGRAFÍA	155
APÉNDICE	157

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Tanque de almacén de bunker	2
2.	Tanque de almacén de combustible diesel	2
3.	Localización de la planta Textiles Amatitlán	5
4.	Localización satelital de Planta Textiles Amatitlán	6
5.	Generación por tipo de combustible	7
6.	Organigrama actual de la planta	10
7.	Gráfico de relación mantenimiento preventivo-costos	16
8.	Línea rack 1 Bunker -posición 1 en Refinería Texaco	21
9.	Línea rack 1 Bunker -posición 2 en Refinería Texaco	22
10.	Línea rack 1 Av-jet -Posición 3 en Refinería Texaco	23
11.	Línea rack 1 Av-jet -Posición 4 en Refinería Texaco	24
12.	Línea rack 2 Kerosina -posición 1A en Refinería Texaco	25
13.	Línea rack 2 Diesel -posición 1B en Refinería Texaco	26
14.	Línea rack 2 Kerosina -posición 2A en Refinería Texaco	26
15.	Línea rack 2 Diesel -posición 2B en Refinería Texaco	27
16.	Línea rack 2 gasolina Regular-posición 3A en Refinería Texaco	28
17.	Línea rack 2 gasolina Superior-posición 3B en Refinería Texaco	28
18.	Línea rack 2 gasolina Regular-posición 4A en Refinería Texaco	29
19.	Línea rack 2 gasolina Superior-posición 4B en Refinería Texaco	29

20.	Diagrama de distribución de racks en Refinería Texaco	30
21.	Diseño e instalación rack bunker	31
22.	Diseño e instalación rack diesel	32
23.	Descripción geográfica del proyecto	34
24.	Plano de ubicación del proyecto	35
25.	Medidas del terreno que ocupan los tanques estacionarios	36
26.	Medidas del terreno que ocupa el área de despacho	37
27.	Plano geográfico general de la planta	39
28.	Descripción general de equipo e instalaciones	41
29.	Conexión de mangueras de combustible en muelle	42
30.	Tanque 3 de almacenamiento de combustible bunker	44
31.	Tanque 2 de almacenamiento de combustible diesel	45
32.	Tanque 1 de almacenamiento de combustible cutter	46
33.	Descripción del área de ubicación de líneas de racks	47
34.	Planta de brazos llenadores	52
35.	Elevación lateral de brazos llenadores	53
36.	Elevación posterior de brazos llenadores	54
37.	Diagrama de flujo Tanque 1	55
38.	Diagrama de flujo Tanque 2	56
39.	Diagrama de flujo Tanque 3	57
40.	Diagrama simplificado de operación	59
41.	Diagrama de equipo de bombeo en cuarto de bombas	61
42.	Primera cámara de medición de volumen que ingresa al contador medidor	68
43.	Segunda cámara de medición de volumen que ingresa al contador medidor	68
44.	Tercera cámara de medición de volumen que ingresa al contador medidor	69

45.	Cuarta cámara de medición de volumen que ingresa al contador medidor	69
46.	Quitar los accesorios del contador	74
47.	Quitar la cubierta del contador	75
48.	Remover los pernos que sujetan el mecanismo interno	75
49.	Levantar el mecanismo interno del contador	75
50.	Desmontaje del mecanismo interno del contador	76
51.	Levantar la cubierta del medidor	76
52.	Quitar la cubierta del mecanismo interno	77
53.	Desajustar el perno de sujeción del rotor	77
54.	Quitar el montaje del rotor	78
55.	Quitar el tornillo allen en el eje del rotor	78
56.	Quitar los tornillos de montaje de la cubierta del rotor	79
57.	Quitar la cubierta del rotor	79
58.	Desmontaje de la aleta inferior del rotor	80
59.	Remover el mecanismo de la leva	80
60.	Desmontaje de la aleta superior del rotor	80
61.	Extracción del engranaje del rotor	81
62A.	Quitar el perno y la arandela de ajuste	82
62B.	Quitar la extensión del rodillo	82
63.	Comprima el resorte y quite la retención del pin	82
64.	Deslizar el resorte del eje	83
65.	Presionar la leva con el eje para instalar el resorte y el pin	84
66.	Montaje del cojinete de empuje con el engrane del rotor	85
67.	Montaje del engrane del rotor sobre el cuerpo del rotor	85
68.	Instalación de las aletas superiores	85
69.	Instalación del montaje de la leva con el eje	86

70.	Instalación de las aletas inferiores	86
71.	Instalación del montaje del rotor	86
72.	Instalación del engranaje del eje de unión	87
73.	Base de madera para mantenimiento del contador	88
74.	Calzar las aletas con el rotor mediante el uso de lima	89
75.	Holgura permisible de separación del rotor y las aletas	89
76.	Elemento filtrante	91
77.	Tamaños de los elementos filtrantes	92
78.	Válvula digital controladora	93
79.	Diagrama de funcionamiento de válvula digital controladora	94
80.	Dimensiones de válvula digital controladora	95
81.	Depurador de aire	96
82.	Dimensiones del depurador de aire	97
83.	Dispersión de vapores	110
84.	Eliminación de riesgos	111
85.	Accesorios para los Tanques de Almacenamiento	118
86.	Diamante Identificativo de peligro , según norma NFPA 704	120

TABLAS

I.	Lista de colindancias de los tanques estacionarios para almacenar petróleo.	37
II.	Lista de colindancias del área de despacho.	38
III.	Consumo de galones de bunker en Textiles Amatitlan, S.A.	62
IV.	Cálculo diario de ingresos de pipas.	62
V.	Bomba de bunker.	63
VI.	Bomba de diesel.	64
VII.	Bomba de cutter.	64
VIII.	Bomba de bunker hacia muelle.	65
IX.	Bomba de diesel hacia muelle.	65
X.	Control de calibración de medidores	90
XI.	Control de mantenimiento preventivo de medidores	90
XII.	Frecuencia de inspección de bombas	99
XIII.	Lista de mantenimiento de bombas	101
XIV.	Orden de trabajo	103
XV.	Control de mantenimiento de bombas	104
XVI.	Control de mantenimiento de contadores	105

GLOSARIO

- Abrazadera** Es un sargento de amplio asiento que se guía generalmente con un tubo común y corriente de acero para alcanzar su longitud. El tubo se puede cambiar según la necesidad, llegando a ser cuán largo se requiera. Las abrazaderas de tubo no deben ser confundidas con las abrazaderas para tubo, las cuales son un tipo de cincho que se enrolla alrededor de una manguera o tubería.
- Absorción** Cuando existe absorción de cualquier tipo de sustancia, ésta puede, bien ser remitida o bien transformarse en otro tipo de energía, como calor o energía eléctrica.
- Álabe** Cada una de las paletas curvas de una turbina o contador.
- API** (*American Petroleum Institute*), es una medida de densidad que describe cuán pesado o liviano es el petróleo comparándolo con el agua.
- Arandela:** Disco delgado con un agujero, por lo común en el centro. Normalmente se utilizan para soportar una carga de apriete. Entre otros usos pueden estar el de espaciador, de resorte, dispositivo indicador de precarga y como dispositivo de seguro.

Argón Elemento químico de número atómico 18 y símbolo **Ar**. Es el tercero de los gases nobles, incoloro e inerte como ellos, constituye en torno al 1% del aire.

ASME Acrónimo de *American Society of Mechanical Engineers* (**Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos**). Es una asociación profesional, que además ha generado un código de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos.

Bióxido de Carbono Es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Su fórmula química es CO_2 .

Brida Elemento que une dos componentes de un sistema de tuberías, permitiendo ser desmontado sin operaciones destructivas, gracias a una circunferencia de agujeros a través de los cuales se montan pernos de unión.

CentiStokes (cSt) Representa la viscosidad cinemática de un líquido y es definida como el cociente de la viscosidad absoluta dividida por la densidad del fluido, ambos a la misma temperatura.

Cinzel	Herramienta manual de corte diseñada para cortar, ranurar o desbastar material en frío mediante el golpeo que se da con un martillo adecuado.
Contingencia	Un acto o hecho contingente es lo que podría no haber ocurrido o tenido lugar, un acto o hecho que no es necesario.
Centipoise	Representa la viscosidad dinámica de un líquido y es medida por el tiempo en que tarda en fluir a través de un tubo capilar a una determinada temperatura. Sus unidades son el poise o centipoise (gr/Seg Cm).
Eslingador	Accesorio utilizado para aparejar equipos de izamiento de carga.
Espuma AFFF	Es una masa de burbujas compuestas de agua, aire y concentrados
Gasolina superior	Gasolina que entre otras características el número de octanos por el Método Pesquisa (RON) es 95 como mínimo y además no contiene plomo como aditivo para aumentar esta propiedad, pero contiene cantidades inherentes de Plomo en un máximo de 0,013 g Pb/l de combustible.

Gravedad específica	Tipo particular de densidad relativa definido como el cociente entre la densidad de una sustancia dada, y la densidad del agua (H ₂ O).
Helio	Elemento químico de número atómico 2 y símbolo He .
Hidrocarburos	Compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. Consisten en un armazón de carbono al que se unen átomos de hidrógeno. Forman el esqueleto de la materia orgánica. También están divididos en abiertas y ramificadas.
Holgura	Diferencia que existe entre las dimensiones de dos piezas en el lugar donde se acoplan.
Leva	Elemento mecánico hecho de algún material (madera, metal, plástico, etc.) que va sujeto a un eje y tiene un contorno con forma especial.
Metano	Es el hidrocarburo alcano más sencillo, cuya fórmula química es CH ₄ .

Neopreno	Químico artificial que se utiliza como sucedáneo del caucho. Su fórmula química es C_4H_5CL y posee características tan similares a las del caucho
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>) es una organización creada en Estados Unidos, encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por bomberos, como por personal el encargado de la seguridad.
Oleoducto	Tubería e instalaciones conexas utilizadas para el transporte de petróleo, sus derivados y biobutanol, a grandes distancias.
Racks	Conjunto de accesorios necesarios para el llenado o carga de combustibles provenientes de un tanque de almacenamiento, hacia camiones tanques contenedores mediante el uso de bombas
Radiografía	Una radiografía es una imagen registrada en una placa o película fotográfica. La imagen se obtiene al exponer dicha placa o película a una fuente de radiación de alta energía.

Refinería	Planta industrial destinada a la refinación del petróleo, mediante un proceso adecuado, se obtienen diversos combustibles fósiles capaces de ser utilizados en motores de combustión: gasolina, gasóleo, etc.
Rodillo	Cilindro con un diámetro relativamente ancho y que suele girar. Se usan habitualmente para prensar.
Rotor	Componente que gira (rota) en una máquina eléctrica, sea ésta un motor o un generador eléctrico.
Solenoides	Alambre aislado enrollado en forma de hélice (bobina) o un número de espirales con un paso acorde a las necesidades, por el que circula una corriente eléctrica. Cuando esto sucede, se genera un campo magnético dentro del solenoide.
Zanjón	Es un corte y extracción de las tierras que se realiza sobre el terreno.

RESUMEN

La necesidad de diversificar y ampliar la matriz de suministros de combustibles a nivel nacional, es imprescindible para los parques generadores térmicos, conformado por motores reciprocantes de combustión interna, los cuales dependen vitalmente de estos insumos para satisfacer la demanda energética del país.

El presente estudio se realizó dado a que representa un factor importante en el desarrollo de la planta de generación, contar con un adecuado programa de suministros de combustibles proveniente de la Terminal de Despacho de Productos Petroleros.

El diseño de la Terminal de Almacenamiento se efectuó acorde a las necesidades máximas de demanda de la Planta de Generación Térmica Textiles Amatitlán, para suplir los consumos diarios en los tanque de almacenamiento de combustible, trabajando con todas las unidades a plena carga 24 horas al día por un término de 55 días continuos de producción, previniendo cualquier contingencia política, desastres naturales en las costas sur de la región que impidan que los barcos petroleros puedan anclar, paros, huelgas o manifestaciones en las rutas principales de transporte y feriados nacionales; todo con el fin de suministrar al mercado nacional interconectado y usuarios privados un continuo servicio eléctrico; mejorando así la calidad de vida de los habitantes guatemaltecos, disminuyendo los atrasos de producción en las fábricas industriales por paros o racionamientos eléctricos.

Además mediante el análisis efectuado se pudo determinar que la instalación de la Terminal de almacenamiento, está diseñada para suplir las necesidades de la industria guatemalteca, en los ámbitos de venta de combustibles fósiles, como lo son: el bunker C, diesel y cutter.

Sin embargo, las condiciones en las que se encuentran en operación, depende de la época anual y de la demanda energética interna compuesta por máquinas térmicas en el país.

Considerando las dificultades que ha habido en el desarrollo de proyectos de generación basados en recursos renovables, principalmente hidroeléctricos y geotérmicos que es donde la magnitud de los recursos es más significativa e importante en Guatemala, se puede concluir que la ampliación de capacidad de la generación será en el área de las plantas térmicas y que deberá diversificarse la capacidad de almacenamiento de los combustibles fósiles derivados del petróleo, lo que pone a los proyectos a base de combustibles bunker C como los más promisorios y factibles de implementar en el área como tecnologías para suplir el crecimiento de la demanda energética nacional.

OBJETIVOS

GENERAL:

- Analizar y realizar un diagnóstico situacional de los accesorios involucrados en las líneas de despacho de combustible para camiones tanques contenedores de combustibles con el fin de realizar un diseño y guía de instalación en la Terminal de Almacenamiento de productos petroleros para la venta.

ESPECÍFICOS:

1. Identificar cada uno de los equipos correspondientes a las diferentes líneas de racks de despacho de combustible.
2. Elaborar un diseño y guía de instalación a los equipos ubicados en las líneas de racks de despacho de combustibles.
3. Programación de mantenimientos a las líneas de racks de despacho de combustibles, con el fin de mejorar su conservación y asegurar un funcionamiento continuo.
4. Proveer al personal encargado de operación, mantenimiento y montaje con información directa sobre el diseño y guía de instalación de las líneas de racks de despacho de combustibles y los beneficios que lleva su buena aplicación.

5. Proveer al personal encargado un manual de manejo y almacenamiento de combustibles.

INTRODUCCIÓN

Textiles Amatitlán, S.A. es una empresa textilera dedicada a la manufactura de toda clase de telas. Esta fábrica tiene un área dedicada específicamente a la generación de energía eléctrica, tomando esta un gran papel en la demanda de consumidores a nivel nacional. Dicha generadora consta de motores recíprocos de combustión interna que a base de combustibles hidrocarburos (bunker) generan una amplia gama de megavatios hora para satisfacer las necesidades de demandas internas y contribuir al despacho de la EGGSA, por medio de la AMM (Administrador del Mercado Mayorista).

Dependiendo de la demanda, así se justifica el consumo de galones por hora de los motores. Dichos combustibles son confinados específicamente en tanques de almacenamiento, los cuales diariamente son controlados y nivelados para el buen funcionamiento de un sistema de control consumo-generación. Los tanques de almacén están siendo continuamente llenados por un sistema de descarga de combustibles provenientes de camiones tanques contenedores de combustible. Ahora el objetivo principal de este trabajo es preguntarnos como estos camiones tanques contenedores de productos combustibles son llenados para su futura descarga al lugar en donde se requiera de este tipo de servicio.

Como realización de este trabajo se realizará el proyecto de diseño y guía de instalación de líneas de racks de despacho de combustibles, los cuales fueron adquiridos de la Antigua refinería Texaco ubicada en Masagua Escuintla Km 68.

La información general acerca de las actividades a desarrollar en el taller del departamento de mantenimiento y de los accesorios sobre los cuales se tiene acción directa se presentan en el primer capítulo. Las bases para establecer un diseño y guía de instalación se detallan en los capítulos dos y tres, desarrollando en cada una de las fases los detalles correspondientes a la aplicación y desempeño en el área de despacho de combustibles para la venta.

1. ANTECEDENTES

En este capítulo se recopila y expone el historial de la fábrica enfocada en el área de generación con lo que se pretende dar al lector el conocimiento previo acerca de la estructura organizacional y la ubicación de la misma.

1.1 Historia de la planta de generación eléctrica “GESUR”

En el Sector Eléctrico, las empresas del Grupo Liztex, como lo es Textiles Amatitlán, S.A. iniciaron su gestión en 1995 al instalar el primer generador de 5MW básicamente con el objetivo de superar la crisis de continuidad de suministros existente en el sector. Hoy hay instalados 105MW en el SNI (Sistema Nacional Interconectado). La energía generada se vende a través del SNI a Distribuidoras y Comercializadoras y a clientes conectados en las propias líneas de transporte y distribución privadas. Actualmente la demanda en las líneas propias es de 62MW y crece en promedio 8%/año. Para cumplir con los requisitos de la Ley General de Electricidad, se constituyeron las sociedades encargadas de generar, transportar, distribuir y comercializar la energía eléctrica en los marcos del SNI y el Privado.

1.2 Actividades

La planta de Generación se encuentra dividida en tres áreas principales: Gerencia (Administración), Operación y Mantenimiento. Dentro del Departamento de Operaciones se lleva un control específico consumo generación de los motores, con el fin de coordinar con el departamento de compras el combustible necesario para el correcto desempeño de la planta generadora y este a su vez, con las flotas de camiones tanques contenedores de combustibles para el continuo abastecimiento de

los combustibles en los tanques de almacén ubicados dentro de la planta. La planta cuenta con una capacidad instalada de almacenamiento de 2.002.500 Gls de combustible bunker C distribuidos en 9 tanques de 222.500 Gls cada uno o de 5,298 Barriles. (1 Barril=42 Gls) para las plantas de Bluref II y GCA. Así mismo con tres tanques horizontales con capacidad de 10,0000 Gls para combustible diesel. Para la planta de Bluref I, se cuenta con un tanque de almacenamiento para bunker de 110, 000 gls de bunker y de 5,000gls para Combustible diesel.

Figura 1. Tanque de almacén de bunker



Figura 2. Tanque de almacén de combustible diesel



La planta ha ido creciendo paulatinamente y actualmente cuenta con 14 motores.

La planta se divide en tres áreas: Bluref 1 que cuenta con 2 motores de 8 cilindros en línea con una capacidad instalada de 5MW, exportando 10 MW; Bluref 2 cuenta con 4 motores de 9 cilindros en línea con una capacidad instalada de 7.5 MW y 2 motores de 6 cilindros en línea con una capacidad instalada de 5MW cada uno, exportando 40 MW; GCA con 2 motores de 9 cilindros en línea con una capacidad instalada de 7.5MW y 4 motores de 6 cilindros en V con una capacidad instalada de 10 MW, exportando 55 MW. Cada motor cuenta con su respectivo mecánico y con personal de mantenimiento. La supervisión está a cargo de ingenieros especializados en la rama de generación eléctrica.

Por el tipo de servicio que se presta en la planta es necesario trabajar las 24 horas del día, por lo cual se trabaja con dos turnos de 12 horas cada uno.

1.3 Visión, misión y valores

1.3.1 Visión

La visión de la planta Generadora es ser una de las plantas energéticas de mayor importancia, mediante un servicio sin fronteras y de alta calidad.

1.3.2 Misión

Ser líder reconocido en el área de generación de energía, participar en los mercados y aplicaciones en donde se logre una posición de liderazgo o de alta participación de mercado que nos permita alta rentabilidad sostenida, que satisfaga las necesidades de nuestros clientes, protegiendo el medio ambiente y apoyando el mejoramiento de nuestros trabajadores.

1.3.3 Valores

Dentro de los valores de la planta de generación se tienen:

- **COLABORACIÓN.** El logro de objetivos requiere que todos los trabajadores participen haciendo contribuciones de manera individual y en equipo en la realización y mejora del servicio.
- **HONESTIDAD.** El comportamiento debe ser socialmente responsable, mostrando respeto, imparcialidad y sinceridad, hablando siempre con la verdad y apegado a las reglas de la planta.
- **LEALTAD.** Se debe cuidar por siempre que nuestras relaciones de trabajo no se debiliten, siendo fieles evitando cosas que alteren el compromiso y cuidando de la "intimidad".

- RESPETO. Apegarse a las normas establecidas, buscando el bien común sin ofender a nadie o que se sientan afectados en su persona o en sus bienes.

1.4 Ubicación de la planta

Se encuentra rodeada por varias empresas textiles, a las cuales les proporciona energía eléctrica más barata.

La planta está ubicada en parque del lago, kilómetro 30.5 ruta al Pacífico, en el municipio de Amatitlán (Fig.1-2).

Figura 3. Localización de la planta Textiles Amatitlán

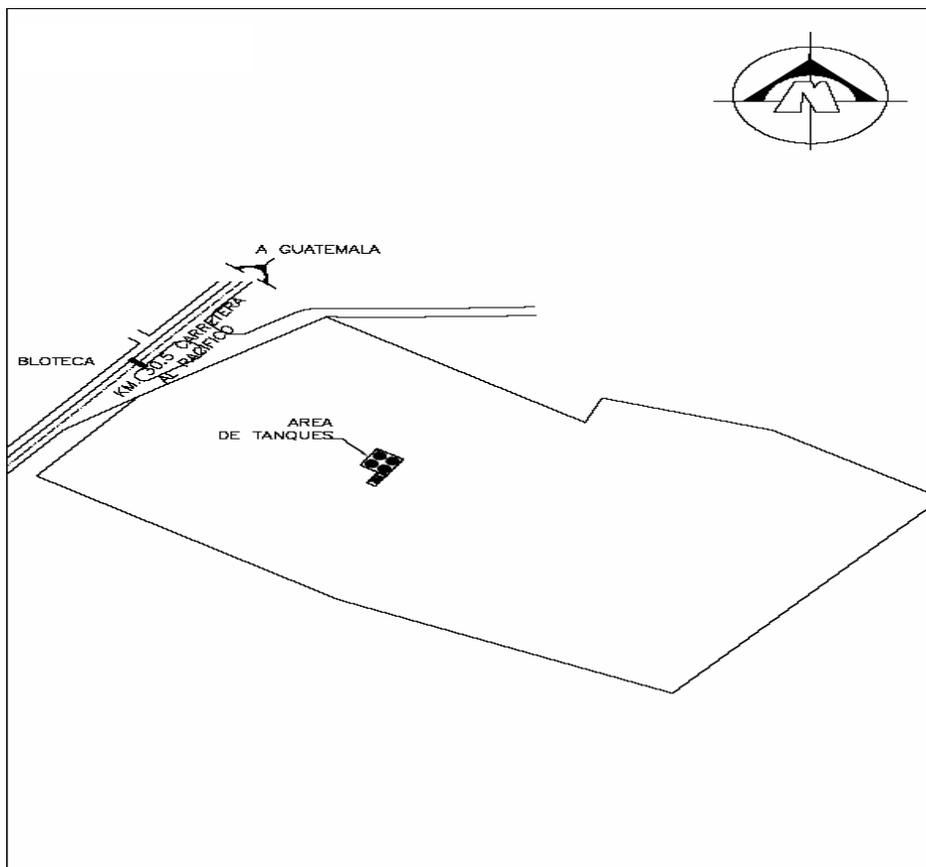


Figura 4. Localización satelital de la planta Textiles Amatitlán



Fuente: Mapa Satelital Google Earth (Planta Generadora), Amatitlan, Guatemala.

1.5 Planta de generación

Una planta de generación de energía térmica es un complejo creado por el hombre destinado a transformar la proveniente de alguna fuente energética de la naturaleza en una forma de energía útil para el hombre.

La generación de electricidad en Guatemala, fundamentalmente proviene de recursos no renovables, como lo son el diesel, bunker, carbón y biomasa, dependiendo estos recursos considerablemente de la generación de energía de origen renovable hidráulico aportado por las hidroeléctricas; las cuales aportan un 37.6% del total de la generación instalada en Guatemala.

Es importante denotar que estas durante el verano reducen su generación de energía por la falta de agua. Para sostener la demanda energética del país, el parque generador es compuesto por generación con motores recíprocos de combustión interna; aportando un 36.4% de la generación total utilizando la energía química del poder calorífico del combustible bunker y diesel para transformarla en energía química, mecánica y esta a su vez en energía eléctrica.

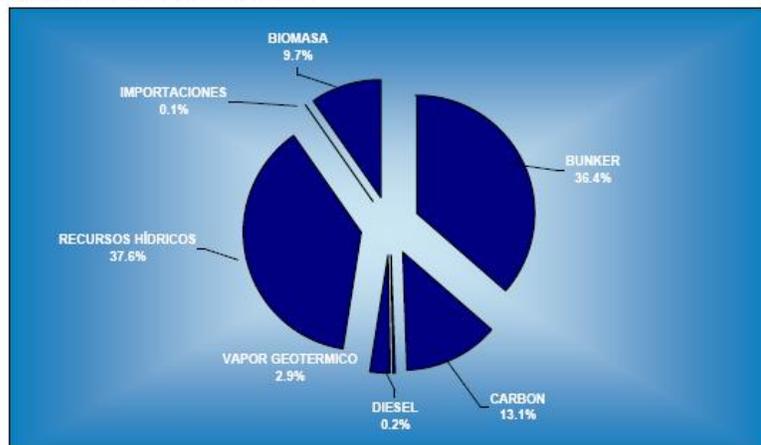
Descripción General del Sistema Nacional Interconectado por

Figura 5. **Generación por tipo de combustible**

TENDENCIAS E INDICADORES

GENERACIÓN X TIPO DE COMBUSTIBLE

	GWh	%
BUNKER	2,887.44	36.4%
CARBON	1,037.52	13.1%
DIESEL	16.61	0.2%
VAPOR GEOTERMICO	233.22	2.9%
RECURSOS HÍDRICOS	2,985.45	37.6%
IMPORTACIONES	8.12	0.1%
BIOMASA	768.38	9.7%
TOTALES	7,936.73	100.0%



Participación Energías Renovables y Térmica

Informe Estadístico 2007

Fuente: Administrador del Mercado Mayorista

1.6 Departamento de Mantenimiento

De la misma forma que en todas las empresas y plantas de producción el recurso humano del departamento de mantenimiento juega un papel de mucha importancia, debido a que sin él es imposible llevar a cabo los procesos de producción.

1.6.1 Actividades

El departamento de mantenimiento es en sí, un medio de mayor productividad para la generadora, al lograr mayores niveles de disponibilidad y confiabilidad de los equipos, lo cual incrementa la producción eléctrica. Además ayuda a mantener las condiciones adecuadas en los equipos para asegurar y extender la vida útil de los mismos, según manual de operación y mantenimiento de los equipos, reduciendo los costos adicionales por mantenimiento.

1.6.2 Estructura organizacional

Las especificaciones de los cargos de la planta y las correspondientes tareas de los mismos se presentan a continuación en orden jerárquico:

- Gerente: Ingeniero Mecánico encargado de la inspección, control y desarrollo de la planta en general
- Ingeniero de Mantenimiento: Ingeniero mecánico a cargo del mantenimiento de la maquinaria de trabajo de la planta.
- Ingeniero de Operaciones: Ingeniero Mecánico Industrial encargado del análisis del combustible, aceite y agua de

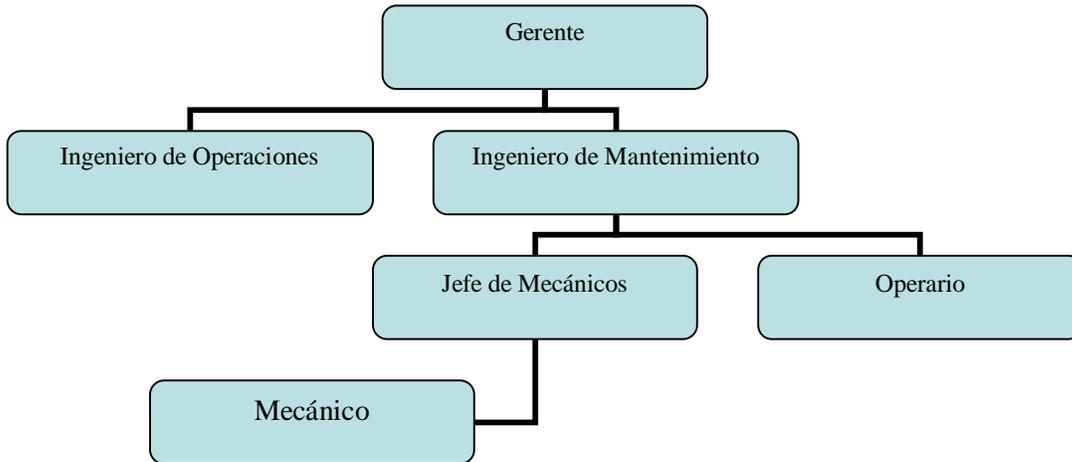
refrigeración de los motores. Además lleva el control del consumo de bunker, diesel y aceite.

- Jefe de Mecánicos: Coordina las operaciones con el ingeniero de mantenimiento y se encarga de controlar el buen funcionamiento de los motores.
- Operario: Controla desde el cuarto de control el funcionamiento de los motores y se encarga de distribuir la energía generada de acuerdo a la demanda.
- Mecánico: se encarga de realizar cualquier mantenimiento o reparación a la maquinaria.

1.6.3 Organigrama

Para una mejor comprensión de la administración y delegación del trabajo se presenta el organigrama actual de la planta es el de uso más frecuente y al cual están acostumbrada la mayoría de las personas. Este Organigrama representa con toda fidelidad una pirámide jerárquica, ya que las unidades se desplazan según su Jerarquía de arriba abajo en una gradación jerárquica descendente. (Fig. 6)

Figura 6. Organigrama actual de la planta



1.7 Definición de mantenimiento:

Desde la Edad Media, ya existía el concepto de la palabra mantenimiento, esta deriva del latín medieval *MANUTENTIONE*; acción de agarrar con la mano; también existen otras definiciones:

- Acto o efecto de mantenerse
- Las medidas necesarias para la conservación o permanencia de una cosa o situación.
- Los cuidados técnicos indispensables para el funcionamiento regular y permanente de motores y máquinas.

Se establece, que mantenimiento en general es conservar y garantizar el funcionamiento de algún objeto o situación. El objetivo del mantenimiento es la conservación, del servicio que están prestando los equipos; por lo tanto. Se puede considerar que el mantenimiento es la serie de trabajos que hay que ejecutar a fin de mantener el servicio para el cual cierto equipo fue diseñado; el mantenimiento se debe al hombre tal como se expresa en la siguiente oración: la naturaleza crea pero no mantiene; por lo tanto, el mantener es un atributo del hombre.

Para que los trabajos de mantenimiento sean eficientes es necesario el control, la planeación del trabajo y la distribución correcta de la fuerza humana, logrando así que se reduzcan costos y tiempo de paro de los equipos de trabajo.

En cualquier caso el personal de mantenimiento será el responsable de la conservación de la maquinaria o el equipo, ya que su labor está enfocada a que no se pierda el servicio que presta este. Es inadmisibles pensar que tiene prioridad alguna ampliación o reconstrucción del equipo, sobre las labores de mantenimiento, puesto que de las labores de mantenimiento se obtienen mayores beneficios.

No se trata solamente de mantener, conservar y prevenir fallas, aumentando la “Vida útil” de los equipos, sino que estos garanticen un retorno de las inversiones. Mantenimiento es también el conjunto de operaciones que tiene como objetivo, asegurar un máximo de eficiencia de los equipos, con la menor cantidad de paros empleados en la ejecución de reparaciones.

Para que el personal de mantenimiento obtenga un criterio sustentado en bases firmes, es necesario establecer políticas de empresa que determinen como actuar en los distintos casos presentados, pudiendo sistematizar el trabajo, obteniendo a la vez una simplificación y aumento del rendimiento.

Los trabajos de mantenimiento exigen calidad, y sobre todo la aplicación de un criterio económico profundo. Existen ocasiones en las cuales es necesario realizar reparaciones de emergencia, pero estas deben ser de alta calidad, a fin de programar posteriormente una reparación completa, pues de otra manera quizás se afectaría demasiado el servicio de la unidad, estas circunstancias deben ser supervisadas por una persona de mantenimiento que domine a la perfección estos conceptos.

Distintos tipos de mantenimiento existentes

De acuerdo a la naturaleza y objetivos que se pretende alcanzar, el mantenimiento se puede clasificar de la siguiente forma:

1.7.1 Mantenimiento correctivo

Es parecido al de avería, se diferencian en que el correctivo se encarga solamente de reparar el daño o sustituir la pieza que ocasiono el desperfecto por otro similar. En tanto que el mantenimiento correctivo, se encarga no solo de sustituir la pieza que ocasiono el desperfecto, sino además identifica las causas que originaron la falla en la pieza, evaluando si es necesario reemplazarla por otra que se ajuste a mejor a las exigencias del ritmo de trabajo y condiciones de operación de la unidad. El mantenimiento correctivo y de avería son los que ocasionan los mayores costos de operación dentro de una empresa.

Las fallas en la maquinaria y equipo se originan por cualquiera de las siguientes fuentes: la máquina o el equipo mismo, el ambiente circundante, el personal que la interviene. Con relación a la máquina o el equipo mismo, depende de las propiedades mecánicas, químicas, eléctricas y electrónicas de sus partes; la calidad de los materiales empleados en ellas, la calidad misma de la marca y el fabricante de la unidad.

El ambiente circundante se toma como una fuente de fallas cuando este es agresivo a la máquina, para alargar la vida de la misma es necesario construir un ambiente adecuado a esta, a fin de reducir las fallas por esta fuente. El personal que la interviene se comporta como una fuente de fallas cuando sus habilidades manuales o de pensamiento lógico son de baja calidad, influyendo también el desconocimiento del equipo a asistir, por lo que la mano de obra de mantenimiento y operación del equipo, debe ser cuidadosamente seleccionada de acuerdo a cantidad y calidad.

El mantenimiento correctivo puede agruparse en dos clases:

- Mantenimiento rutinario
- Mantenimiento de emergencia
- El mantenimiento rutinario: es la corrección de fallas que no afectan mucho a los sistemas.
- El mantenimiento correctivo de emergencia: se origina por las fallas de equipo, instalaciones, edificios, etc., que requieren ser corregidos en plazo breve.

En el medio latinoamericano institucional, empresarial e industrial prevalece, el tipo de mantenimiento correctivo de emergencia.

1.7.2 Mantenimiento preventivo

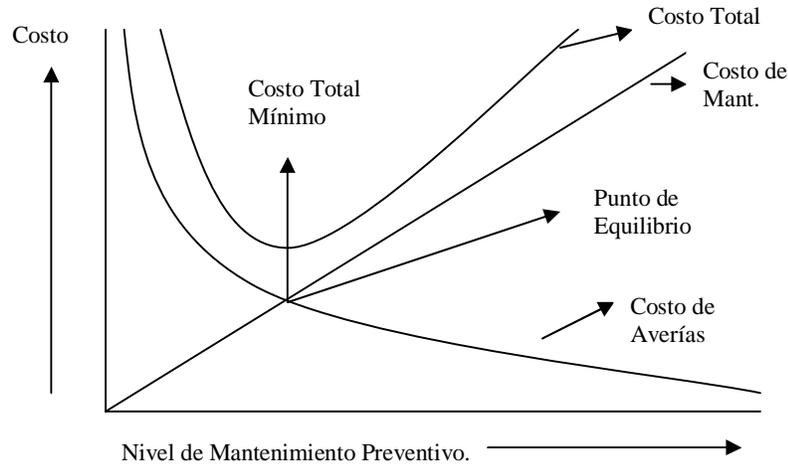
El mantenimiento preventivo se define como el conjunto de acciones y medios para evitar cualquier falla y avería en la maquinaria y equipo cuando estos estén en operación debido a su uso prolongado. Puede delimitarse como la conservación planeada de las máquinas, su función es conocer sistemáticamente el estado de máquinas e instalaciones, para programar en los momentos más oportunos y de menos impacto en la producción, las acciones que trataran de eliminar las averías que originan las interrupciones, teniendo como finalidad impedir que se presenten averías y reducirlas al mínimo, tomando para ello el tiempo necesario para la inspección de la maquinaria, el cambio de repuestos y la aplicación correcta y constante de lubricantes.

El mantenimiento preventivo consiste básicamente en la serie de trabajos a desarrollar en la maquinaria y equipo, para evitar interrupciones en el servicio que proporciona. Estos trabajos, generalmente son tomados de manuales de fabricantes, ya que estos dan los puntos de las unidades a los cuales hay que presentarles mayor atención. En ocasiones las recomendaciones del fabricante se modifican con el objeto de establecer un sistema adecuado a las necesidades locales, tomando en cuenta los puntos de vista que hacen los técnicos de mantenimiento en cada especialidad. La base del mantenimiento preventivo consiste en establecer una serie de controles que permitan detectar, cuando la maquinaria esta dando el rendimiento deseado, sin que esta sobrepase los límites calculados de tolerancia de trabajo, previamente establecidos por el fabricante.

Una de las principales herramientas del mantenimiento preventivo son los programas, los cuales representan una serie de rutinas bien definidas y establecidas, pudiendo con ellos reducir considerablemente los costos de averías no programadas; sus funciones principales son: efectuar constantes pruebas y verificaciones de la maquinaria desde el punto de vista del operador; efectuar excepcionalmente pruebas y verificaciones sobre alguna parte de la maquinaria cuando existan sospechas de falla; efectuar excepcionalmente pruebas y verificaciones sobre alguna parte de la maquinaria cuando existan sospechas de falla; efectuar excepcionalmente pruebas y verificaciones sobre el comportamiento de la maquinaria, para comprobar que está trabajando aun en situaciones de tolerancia.

En la tentativa de reducir las averías, la extensión de las operaciones de mantenimiento preventivo puede llegar a tal punto que su costo exceda al de las averías. Incumbe al ingeniero encargado de mantenimiento preventivo, determinar el punto de equilibrio entre costos de averías y mantenimiento preventivo. Esta relación se reproduce en la figura siguiente:

Figura 7. **Gráfico de relación mantenimiento preventivo costo.**



Obsérvese que si bien se puede agregar o suprimir mantenimiento preventivo, de lo cual resulta una curva de costo de mantenimiento aproximadamente lineal, al aumentar los costos de mantenimiento preventivo, la magnitud de la reducción de costos por avería disminuye rápidamente y su curva es asintótica a la de mantenimiento preventivo.

1.7.3 Mantenimiento predictivo

Mantenimiento efectuado de acuerdo a información dada por un aparato de control permanente. Consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según condición.

Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial).

Este mantenimiento se maneja bajo la filosofía de entrar en acción antes que se presente falla alguna en la maquinaria y equipo, con la diferencia en relación al mantenimiento preventivo, que se detecta la falla, se monitorea la progresión de la misma, estableciéndose las reparaciones necesarias en ella en un tiempo menor al especificado en las rutas de mantenimiento preventivo, antes que ocurra un paro total del equipo analizado.

1.8 Diagnóstico situacional de mantenimiento aplicado a los accesorios de las líneas de racks de despacho de combustibles.

Se define Rack de combustible al conjunto de accesorios necesarios para el llenado o carga de combustibles provenientes de un tanque de almacenamiento, hacia camiones tanques contenedores mediante el uso de bombas. Estos racks regularmente se encuentran instalados en terminales de almacenamiento de combustibles petroleros, refinerías y gasolineras.

Se desconoce el tipo de mantenimiento provisto anteriormente a las líneas de Racks de descarga de combustible, dado que los equipos fueron desinstalados y adquiridos de la antigua refinería Texaco, la cual se encontraba con varios años de estar fuera de servicio, dando lugar a que los accesorios de las líneas de los racks experimentarán un deterioro acelerado causado por condiciones climáticas ambientales y factores externos, como el no contar con un adecuado plan de abandono operativo.

A continuación se realiza un inventario específico y detallado de los accesorios involucrados en las 2 líneas de racks de despacho de combustibles, en donde se detalla la posición y el combustible específico de trabajo de cada línea; con el propósito de realizar un análisis y evaluación del estado visual, actual y existente de los equipos:

1.8.1 Especificaciones técnicas de los accesorios ubicados en el área de despacho de racks de combustibles (datos de placa de los accesorios).

Válvula Compuerta 4 '' Pacific Valves Inc. Serve press Rating 150 PSI 500 °F Size 4'' Serial 31863 Body: Steel General para todos los equipos de los racks Disc: 11-13 CH	Series 150 Fig. 150-1 Ste: 11-13 CH Seat: 11-13 CH
---	---

Filtro General para Racks Bunker A.O.Smith Corporation Erie Division Erie Pennsylvania Strainer basket and screen pt No. 9058-5, 10 mesh stain less steel, cilindro de malla para filtro (1.11.7.5) (79-Strainer-2) AOSmith product service division F-501719-40 Assem: 514879-20 Serie 9500-8
--

Filtro General para Racks Diesel A.O.Smith Corporation Erie Division Erie Pennsylvania Strainer basket screen, 40 mesh stain less steel, cilindro de malla para filtro Serie 9800-0 Assem: 544879-20

Depurador de aire

General para todos los equipos de los racks (Excepto Rack Bunker)

NAT`L Board

Model No. AE-2040

Max Work Press: 150 PSI at 100°F

ASSEM No: 512031-1

Serial No. DB60

Shell: 3/16", Heads: 3/16 "

Ellip: 2:1 Year: 1964

A.O.Smith Corporation Meter Systems Erie Pennsylvania

Contador Bunker

Smith Meters

Model: H8-53

Serial No. FC 122879

Assem No. 514815-2

Work press: 275 PSI

GPM Max: 1200

GPM Min: 240

Contador

General para todos los equipos de los racks

Model No. PEX-P 1000

ASSEM No. 550504-0-01

Smith Meter

model: AB-60

Serial No: GH-193495

Assem No.

Work Press 150 PSI

GPM Max 600 Min 120

Meter and Service Station

1.8.2 Identificación de los accesorios de las diferentes líneas de racks de despacho de combustibles encontrados en refinería Texaco.

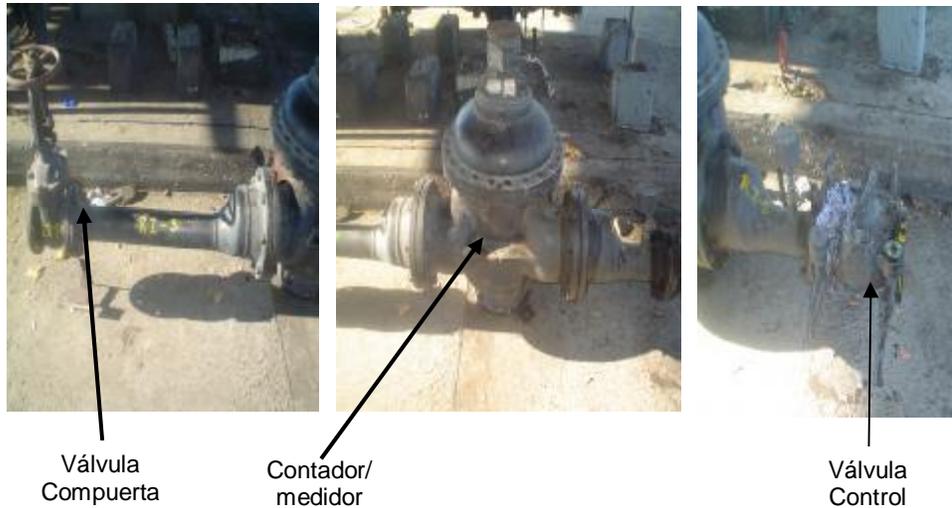
LÍNEA RACK 1			
Posición 1 Bunker			
Accesorios	Existe	Estado Visual	Comentarios
Válvula de compuerta	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Contador / medidor	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Válvula de control	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.

Figura 8. Línea rack 1 Bunker-posición 1 en Refinería Texaco



LÍNEA RACK 1			
Posición 2 Bunker			
Accesorios	Existe	Estado Visual	Comentarios
Válvula de compuerta	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Contador / medidor	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Válvula de control	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.

Figura 9. Línea rack 1 Bunker-posición 2 en Refinería Texaco



RACK 1			
Posición 3 AV JET			
Accesorios	Existe	Estado Visual	Comentarios
Válvula de compuerta	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Eliminador de aire	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Filtro	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general y cambio de elementos filtrantes.
Contador / medidor	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Válvula de control	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Elementos filtrantes	si	Mal estado	No tienen reparación
Segundo filtro sep. vertical	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.

Figura 10. Línea rack 1 Av-jet posición 3 en Refinería Texaco

Eliminador de aire



Segundo filtro separador



Contador / medidor



Elementos filtrantes



Válvula control

RACK 1			
Posición 4 AV JET			
Equipo	Existe	Estado Visual	Comentarios
Válvula de compuerta	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Eliminador de aire	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Filtro	si	Correcto	Necesita mantenimiento correctivo general y cambio de elementos filtrantes.
Contador / medidor	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Válvula de control	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Elementos filtrantes	no	NA	
Segundo filtro sep. vertical	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.

Figura 11. Línea rack 1 Av-jet posición 4 en Refinería Texaco



Segundo filtro separador



Eliminador de aire



Contador / medidor

Filtro

RACK 2			
Posición 1A KEROSINA			
Accesorios	Existe	Estado Visual	Comentarios
Válvula de compuerta	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Eliminador de aire	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Filtro	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general y cambio de elementos filtrantes.
Contador	no	NA	
Válvula de control	no	NA	

Figura 12. Línea rack 2 Kerosina-posición 1A en Refinería Texaco



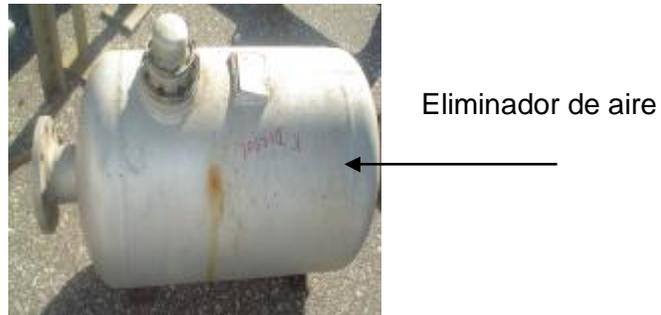
Eliminador de aire

Filtro

Válvula compuerta

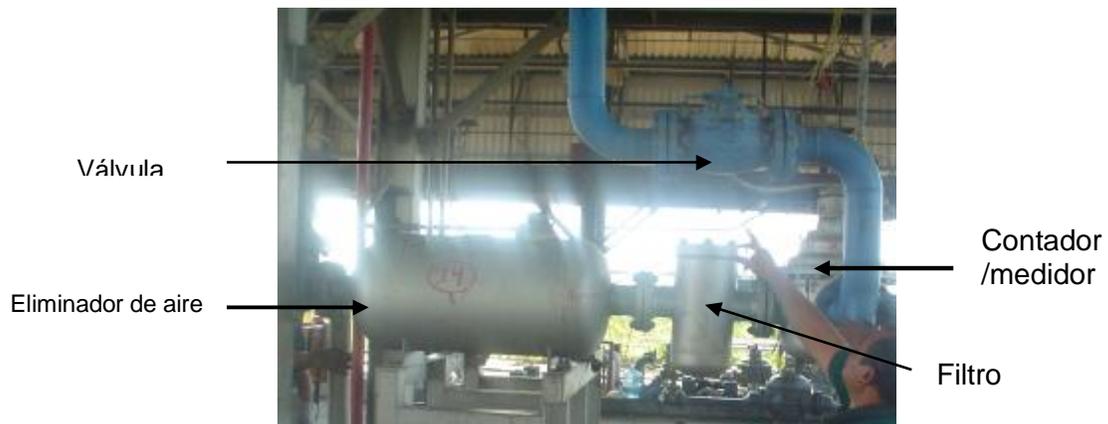
RACK 2			
Posición 1B COMBUSTIBLE DIESEL			
Accesorios	Existe	Estado Visual	Comentarios
Válvula de compuerta	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Eliminador de aire	si	Correcto	Necesario mantenimiento correctivo general.
Filtro	no	NA	
Contador	no	NA	
Válvula de control	no	NA	

Figura 13. Línea rack 2 Diesel-posición 1B en Refinería Texaco



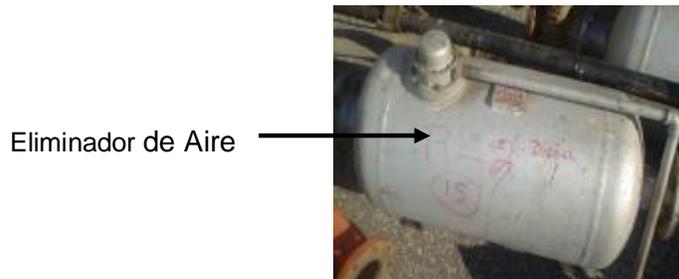
RACK 2			
Posición 2A KEROSINA			
Accesorios	Existe	Estado Visual	Comentarios
Válvula de compuerta	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Eliminador de aire	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Filtro	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general y cambio de elementos filtrantes.
Contador	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Válvula de control	si	O.K.	Necesario mantenimiento correctivo general.

Figura 14. Línea rack 2 Kerosina-posición 2A en Refinería Texaco



RACK 2			
Posición 2B COMBUSTIBLE DIESEL			
Accesorios	Existe	Estado Visual	Comentarios
Válvula de compuerta	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Eliminador de aire	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Filtro	no	NA	
Contador	no	NA	
Válvula de control	no	NA	

Figura 15. Línea rack 2 Diesel-posición 2B en Refinería Texaco



RACK 2			
Posición 3A GASOLINA REGULAR			
Accesorios	Existe	Estado Visual	Comentarios
Válvula de compuerta	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Eliminador de aire	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Filtro	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general y cambio de elementos filtrantes.
Contador	no	NA	
Válvula de control	no	NA	

Figura 16. Línea rack 2 Gasolina Regular-posición 3A en Refinería Texaco



RACK 2			
Posición 3B GASOLINA SUPERIOR			
Accesorios	Existe	Estado Visual	Comentarios
Válvula de compuerta	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Eliminador de aire	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Filtro	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general y cambio de elementos filtrantes.
Contador	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Válvula de control	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.

Figura 17. Línea rack 2 Gasolina Superior-posición 3B en Refinería Texaco



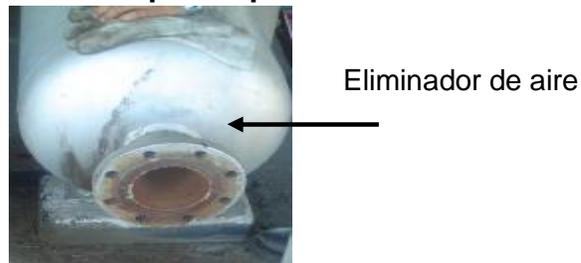
RACK 2			
Posición 4A GASOLINA REGULAR			
Equipo	Existe	Estado Visual	Comentarios
Válvula de compuerta	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Eliminador de aire	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Filtro	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general y cambio de elementos filtrantes.
Contador	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Válvula de control	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.

Figura 18. Línea rack 2 Gasolina Regular-posición 4A en Refinería Texaco



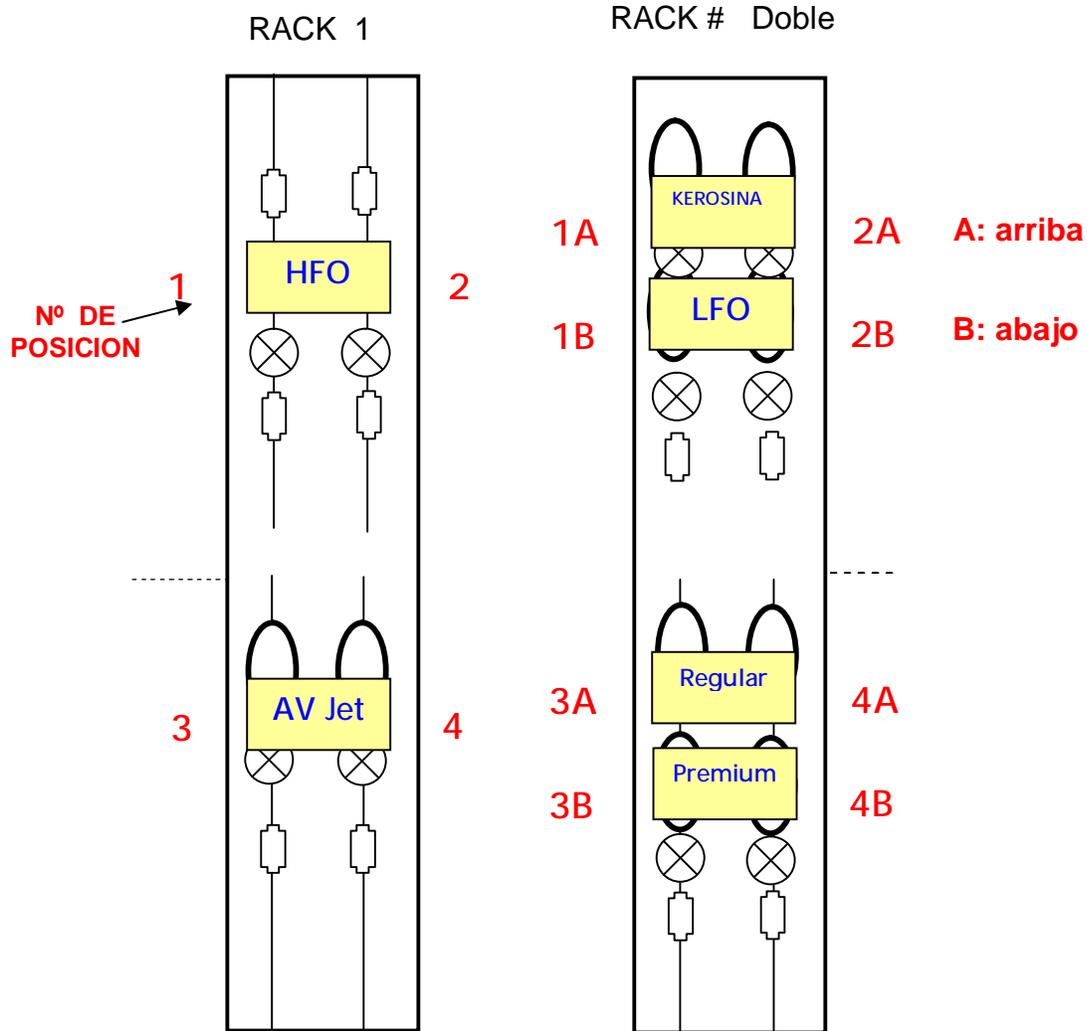
RACK 2			
Posición 4B GASOLINA SUPERIOR			
Equipo	Existe	Estado Visual	Comentarios
Válvula de compuerta	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Eliminador de aire	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Filtro	no	NA	
Contador	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.
Válvula de control	si	O.K	Necesario mantenimiento correctivo general.

Figura 19. Línea rack 2 Gasolina Superior-posición 4B en Refinería Texaco



1.8.3 Diagrama de distribución de racks de despacho de combustible ubicados en Refinería Texaco

Figura 20. Diagrama de distribución de racks en Refinería Texaco



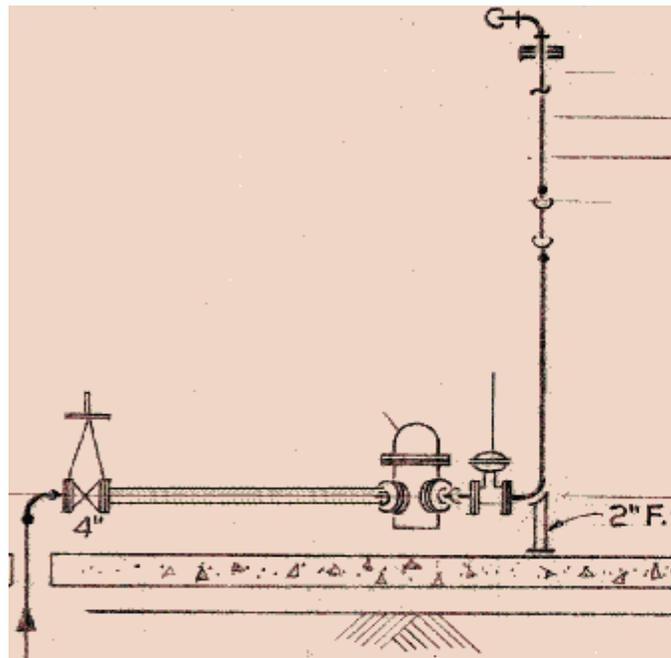
- Rack 1 posición 1: Bunker
- Rack 1 Posición 2: Bunker
- Rack 1 posición 3: Av Jett
- Rack 1 Posición 4: Av Jett
- Rack 2 posición 1A-2A: Kerosina
- Rack 2 Posición 1B –2B Diesel
- Rack 2 posición 3A-4A: Regular
- Rack 2 Posición 3B-4B: Superior

1.8.4 Diseño e instalación de los accesorios de los Racks de despacho de combustibles

Para fines de nuestro proyecto la Terminal de Almacenamiento de productos petroleros para la venta contará con 3 tanques de almacenamiento, dos de ellos confinarán bunker (Tanque 1 y Tanque 3) y el restante almacenará aceite combustible diesel (Tanque 2).

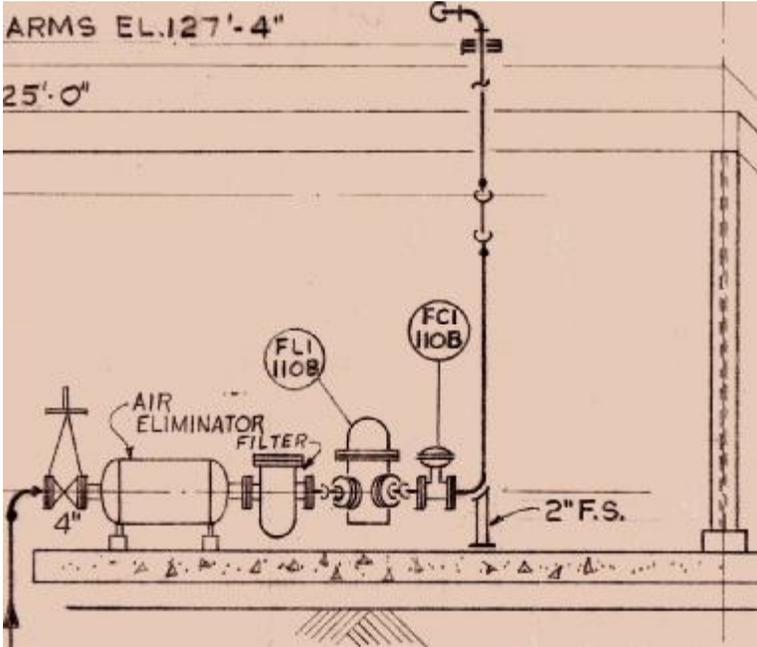
1.8.4.1 Rack bunker: Sucesión de accesorios para el diseño e instalación de línea de rack de carga para combustible bunker. Conformado por: Válvula compuerta, Contador medidor, válvula control, y tubería flexible de descarga. Se recomienda usar un filtro antes del metro.

Figura 21. Diseño e instalación rack bunker



1.8.4.2 Rack diesel: Sucesión de accesorios para el diseño e instalación de líneas de racks de carga para combustibles diesel conformado por: Válvula compuerta, eliminador de aire, filtro, Contador medidor, válvula control, y tubería flexible de descarga.

Figura 22. Diseño e instalación rack diesel



2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Información general del diseño de racks de despacho de combustible.

El diseño de los racks de despacho de combustible que fueron adquiridos de la Refinería Texaco, para ser re-instalados nuevamente, poseen un papel importante que forma parte del diseño total de la instalación de una Terminal de almacenamiento de productos petroleros para la venta, que será ubicada en Puerto Quetzal; punto estratégico que constituye el lugar donde se desembarca entre el 70% y 80% de los combustibles que se consumen en la república de Guatemala.

A continuación se realiza una breve descripción del proyecto en donde serán implementados los racks de despacho de combustibles.

2.1.1 Descripción geográfica del proyecto

El terreno se encuentra ubicado en las cercanías de la empresa portuaria San José, departamento de Escuintla Guatemala. Compuesta por un área irregular de 15,500 mts². Es dividida por un zanjón de 10 metros de ancho. Colinda al Norte con la carretera al puerto de San José, al Sur con terrenos compuestos por áreas verdes, al Oeste con la línea férrea y al este con terrenos con áreas verdes.

El terreno se conecta al punto de anclaje y descarga de barcos por una medio de una tubería de 16 pulgadas para combustible bunker (HFO) y de 10 pulgadas para combustible diesel (LFO) que recorren ambas 1.5kms. Ver Plano de ubicación.

Figura 23. Descripción geográfica del proyecto

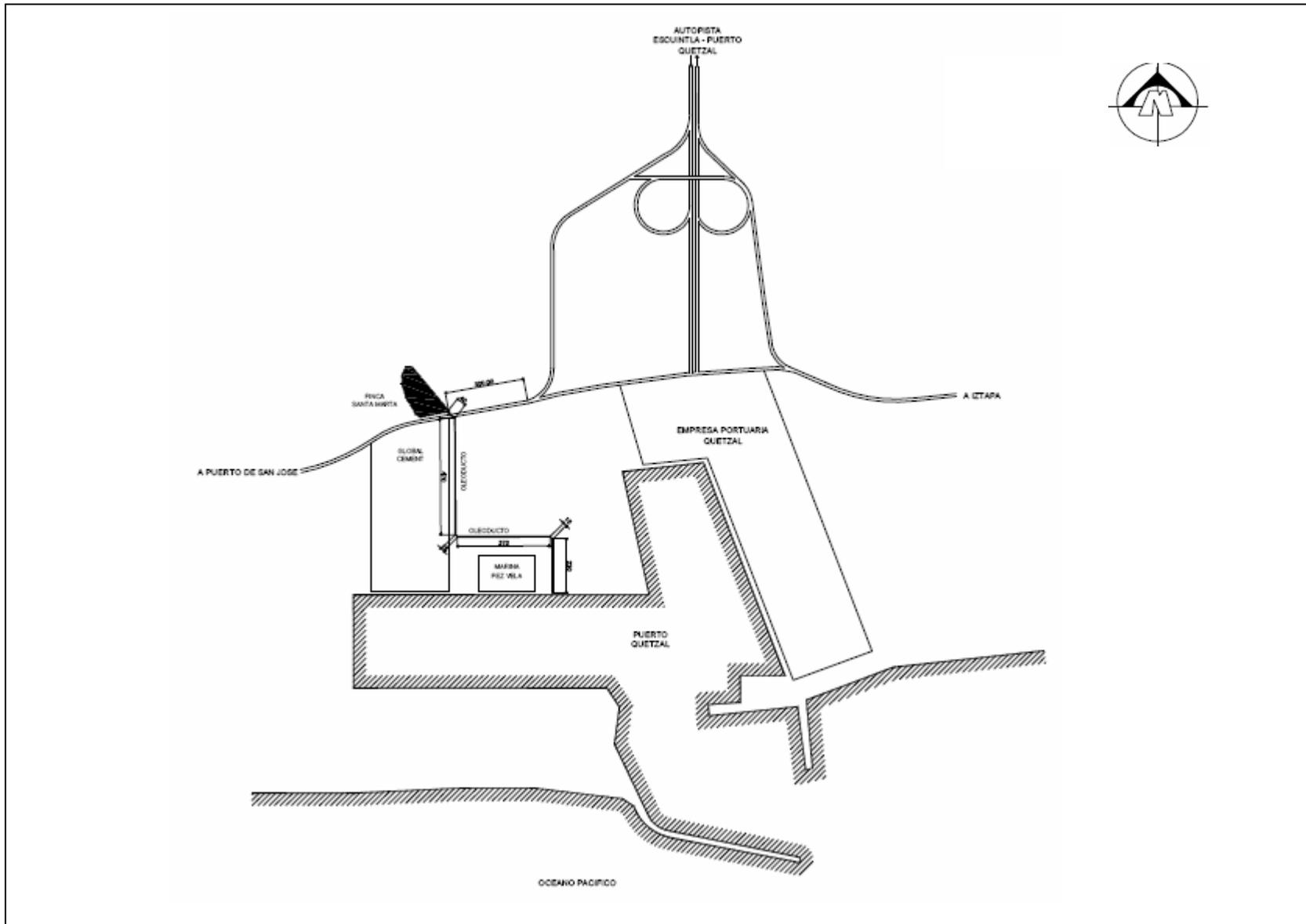


Fuente: Mapa Satelital Google Earth (Puerto de San José Marina pez vela), Departamento de Escuintla, Guatemala.

El terreno donde se ubica la Terminal de distribución y almacenamiento de productos petroleros se subdivide en dos áreas:

- § Tanques estacionarios.
- § Área de distribución.

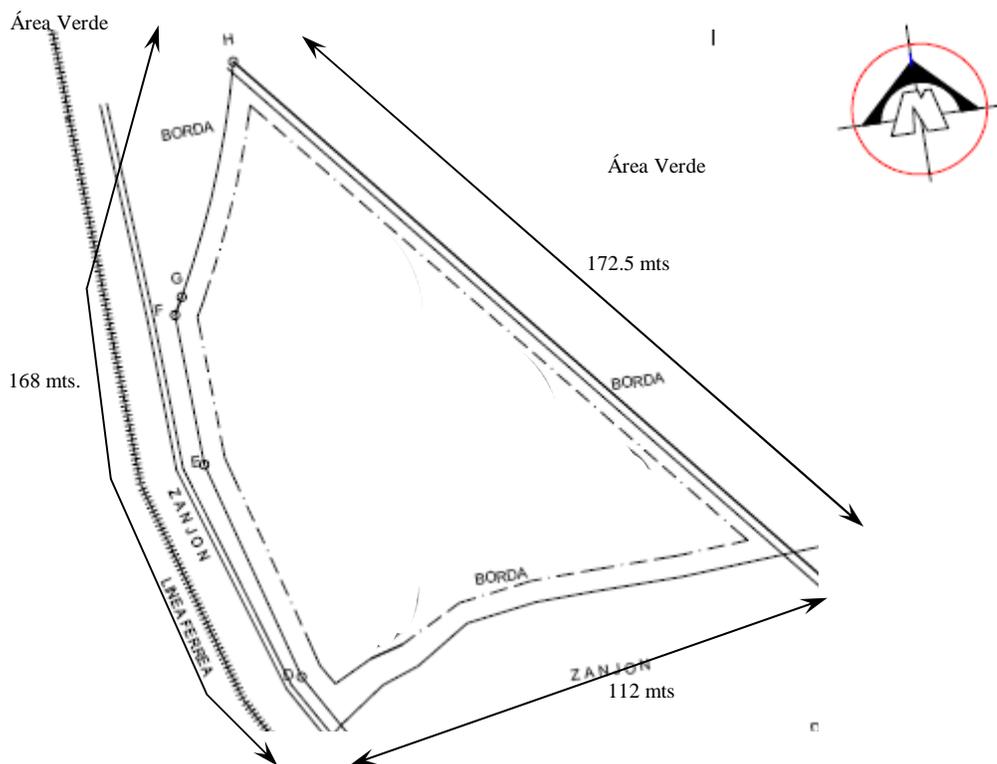
Figura 24. Plano de ubicación del proyecto



2.1.1.1 Tanques estacionarios

El terreno de los tanques estacionarios, esta constituido por un área irregular que consta de 10,200 metros cuadrados, y es limitado por una borda de 1.5 metros de ancho y 3 metros de alto alrededor de todo su perímetro. Las medidas del terreno se denotan en la siguiente figura.

Figura 25. Medidas del terreno que ocupan los tanques estacionarios



Colindancias de los tanques estacionarios para almacén de productos petroleros.

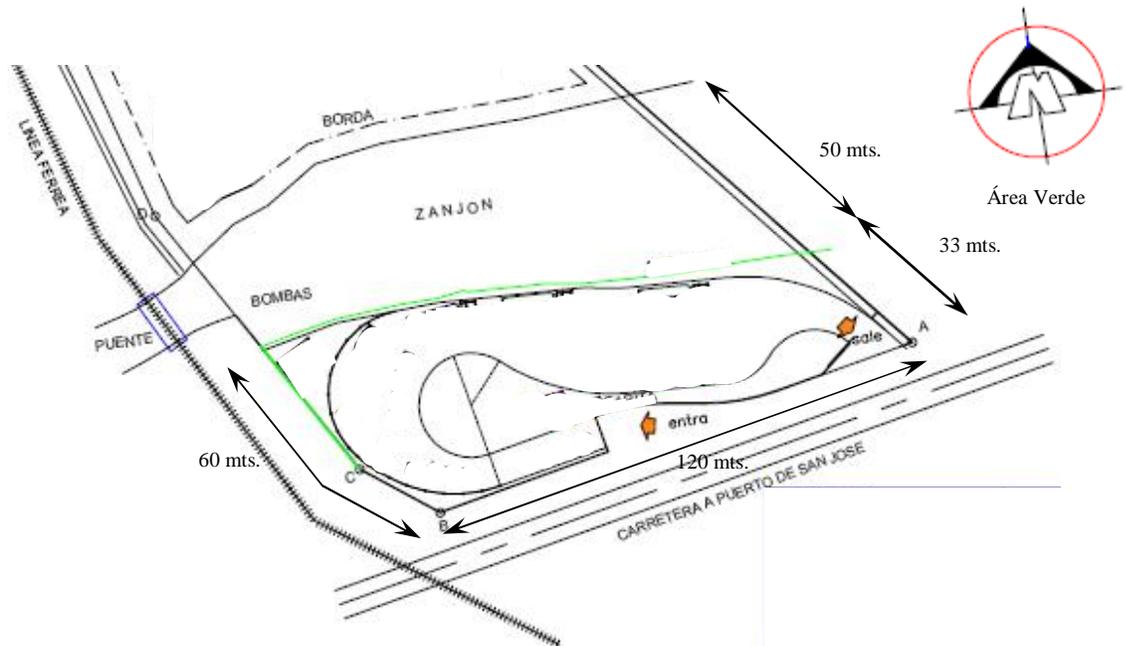
Tabla I Colindancias de tanques estacionarios para almacenar petróleo.

LADO	COLINDA
Norte	Área verde
Sur	Zanjón de 50 mts de ancho
Este	Área verde
Oeste	Línea férrea

2.1.1.2 Área de despacho

La segunda división del terreno es el área de despacho de productos, dicho terreno consta de un área de 5,300 metros cuadrados, y es limitado por un muro perimetral. Los accesos al área se realizan por el lado sur en colindancia a la carretera a Puerto de San José

Figura 26. Medidas del terreno que ocupa el área de despacho

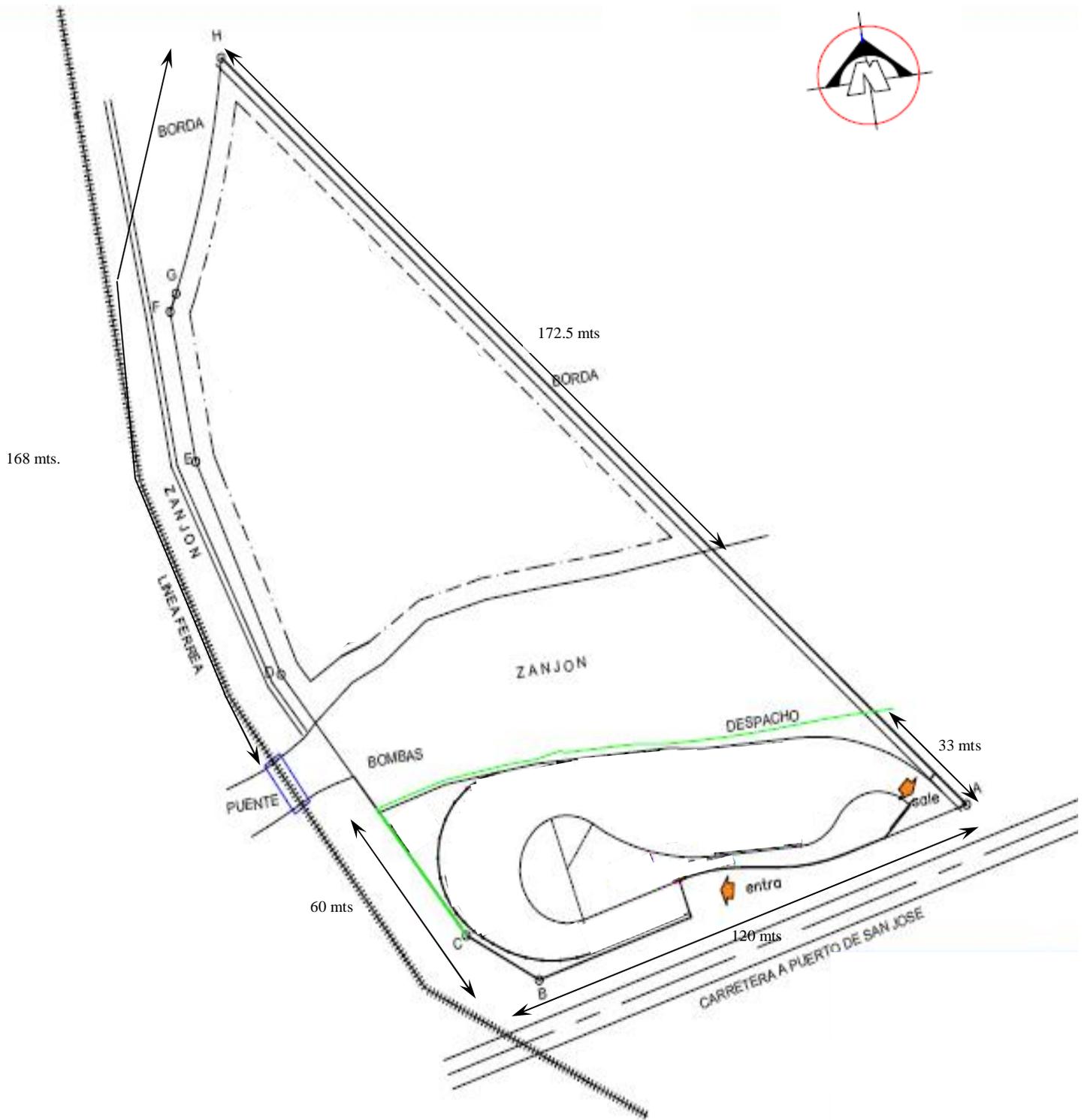


Colindancias del área de despacho de productos petroleros.

Tabla II Colindancias del área de despacho.

LADO	COLINDA
Norte	Zanjón de 50 mts de ancho
Sur	Carretera a Puerto de San José
Este	Área verde
Oeste	Línea férrea

Figura 27. Plano geográfico general de la planta

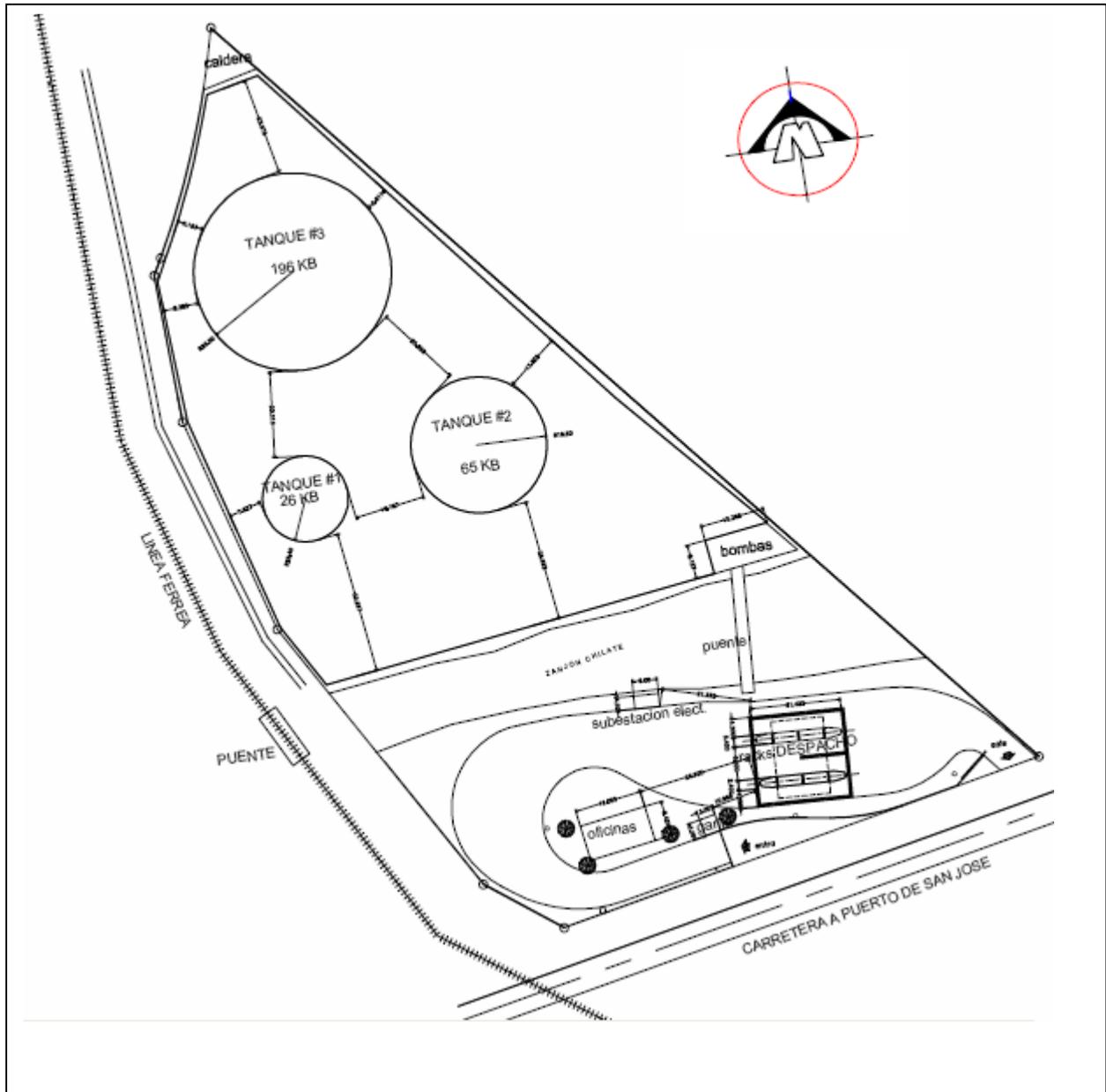


2.1.1.3 Descripción de equipo e instalaciones

El proyecto consiste en la implementación en el sitio de instalaciones de almacenamiento de combustibles a descargarse de barcos tanque en el Muelle Duque de Alba, a través del Dolphin existente en el muelle de cruceros. Allí se realizarán las modificaciones y ampliaciones requeridas para la colocación de tubería fija y flexible que conecta la tubería propia del barco con el oleoducto, y este a su vez con los tanques de almacenamiento; seguidamente por medio de bombas de desplazamiento positivo a los racks de despacho de combustibles.

En el área de almacenamiento se encuentran tres tanques de almacenamiento para combustibles, que poseen un total de 12, 047, 280gls de capacidad de confinamiento. Los tanques se encuentran rodeados por una borda de protección de 3.23 metros de altura.

Figura 28. Descripción general de Equipo e Instalaciones

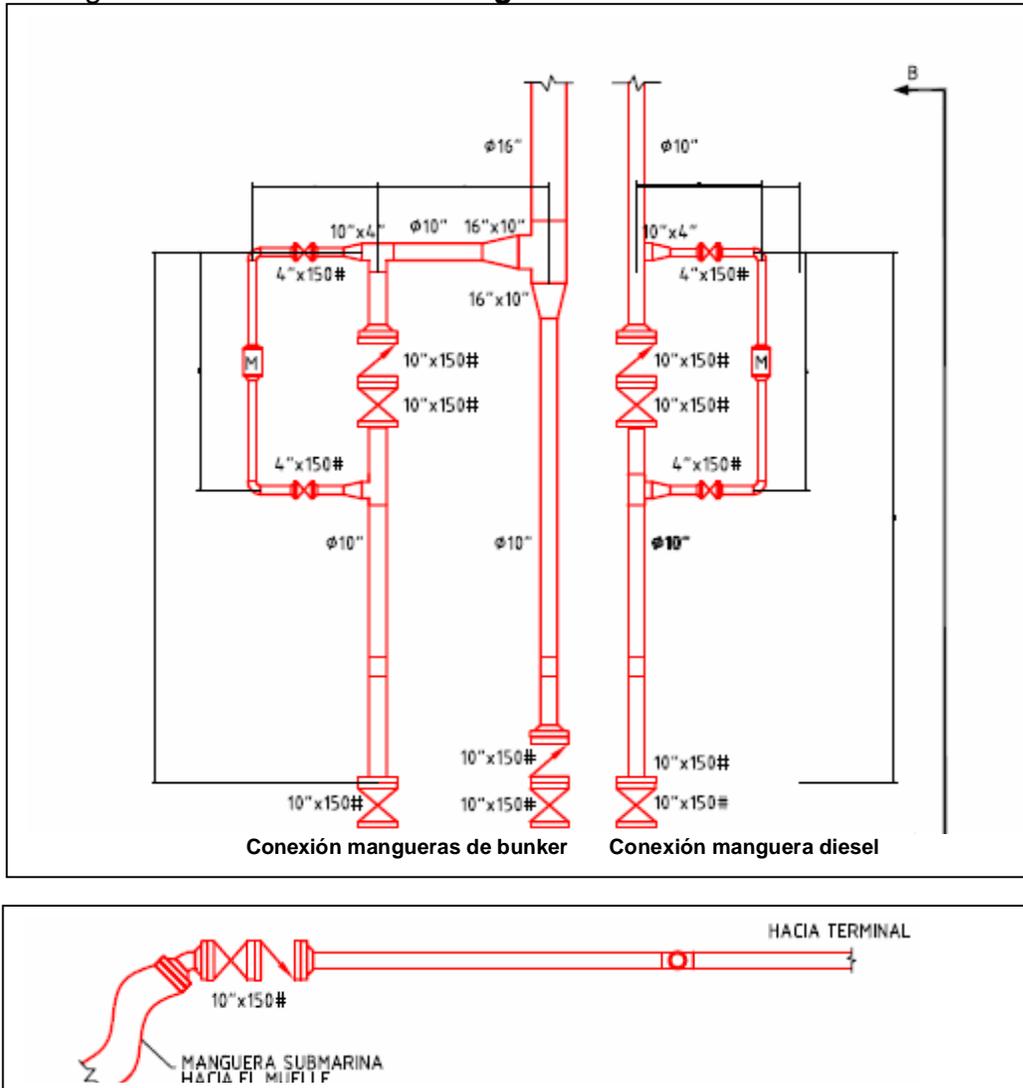


2.1.1.4 Descripción general de las líneas de recepción

El terreno se conecta al punto de anclaje y descarga de barcos por medio de dos tuberías de diámetros de 16 pulgadas para combustible bunker "C" (HFO: Heavy Fuel Oil) y de 10 pulgadas para combustible aceite diesel que recorren ambas líneas 1.5kms. No se contará con estación de bombeo auxiliar en el muelle.

- Material de construcción tubería de 16": Acero al carbón cedula 40 (bunker C)
- Material de construcción tubería de 10": Acero al carbón cedula 40 (diesel)

Figura 29. **Conexión de mangueras de combustible en muelle**



En el muelle duque de Alba la línea del oleoducto de 16'' consta de dos conexiones de 10'' para la instalación de dos mangueras provenientes del buque de descarga de combustible HFO; para el llenado de los tanques 3 mediante la tubería de 16'' y para el tanque 1 existe una derivación de 10'' en la Terminal de almacenamiento para su respectivo llenado. La tubería esta acondicionada con sentido de flujo doble para el despacho de combustible bunker "C" a barcos contenedores ubicados en muelle duque de Alba, mediante una bomba de transferencia de 500gpm ubicada en cuarto de bombas.

La carga de transferencia de combustible para el llenado de barcos contenedores en el muelle será del combustible almacenado en el tanques 3 de HFO mediante la tubería de 16''.

La tubería de 10'' llena el tanque 2 de almacenamiento de LFO. La tubería esta acondicionada con sentido de flujo doble para el despacho de combustible diesel a barcos contenedores ubicados en muelle duque de Alba, mediante una bomba de transferencia de 500gpm ubicada en cuarto de bombas. La carga de transferencia de combustible para el llenado de barcos contenedores en el muelle será del combustible almacenado en el tanque 2 de LFO mediante la tubería de 10''. Para minimizar el riesgo de corrosión, todas las tuberías subterráneas serán cubiertas externamente por una capa protectora y contarán con la instalación de un sistema de protección catódica. Adicionalmente, todas las válvulas y rebordes podrán ser inspeccionados ocularmente. Las tuberías en la superficie serán pintadas para prevenir su corrosión. Se realizarán pruebas en la línea de tubería superficial contemplada en el proyecto por tramos mediante radiografías de rayos X al 25 por ciento de las uniones soldadas. Para los tramos de la tubería subterránea será inspeccionada con radiografías de rayos x al 100 por ciento de las uniones soldadas.

2.1.1.5 Descripción del área de almacenamiento

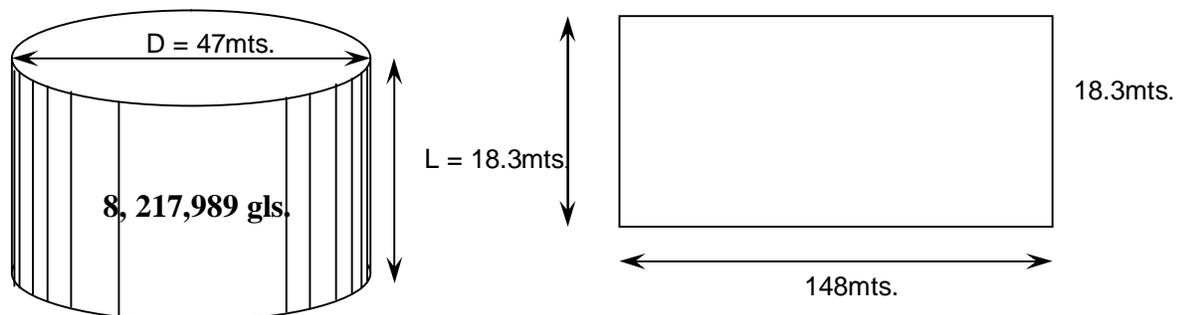
La Terminal de almacenamiento de productos petroleros para la venta cuenta con tres (3) tanques de almacenamiento, que son llenados mediante el oleoducto que conecta el terreno al punto de anclaje ubicado en muelle Duque de Alba. El oleoducto es alimentado por el combustible contenido en los barcos tanque.

2.1.1.5.1 Tanque de almacenamiento de combustible bunker

Tanque 1

El tanque de almacenamiento de combustible HFO bunker C, se encuentra en la parte sur del terreno, constituye el tanque más grande en la Terminal de despacho ya que tiene una capacidad de confinamiento de 195,666 barriles equivalentes a 8, 217,989gls. Ocupa un área total de 1,735mts². Este tanque almacenará bunker de alta viscosidad (400cSt – 600cSt) (cSt: Centistokes)

Figura 30. Tanque 3 de almacenamiento de combustible bunker



Diámetro (D) = 47mts.

Radio (r) = 23.5mts.

Altura (L) = 18.3mts.

Perímetro (P) = 148mts.

Área (A) = 1,735 mts²

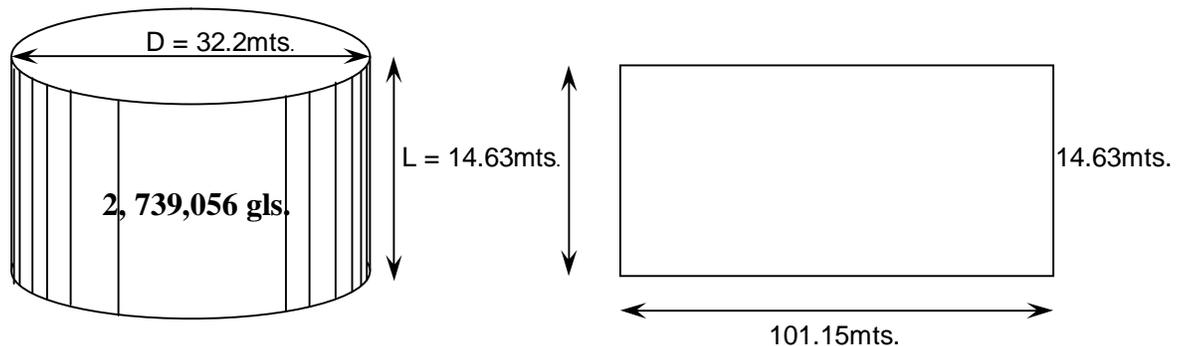
Superficie Lateral = $P \cdot L = 2,708\text{mts}^2$.

2.1.1.5.2 Tanque de almacenamiento de combustible diesel (LFO)

Tanque 2

Distribuido en el sector Sur-Este del terreno, el tanque de almacenamiento confinará aceite combustible diesel, con una capacidad de confinamiento de 65,216 barriles equivalentes a 2, 739,056gls reales de combustible de aceite diesel. Ocupa un área de 855mts².

Figura 31. Tanque 2 de almacenamiento de combustible diesel



Diámetro (D) = 32.2mts.

Radio (r) = 16.1mts.

Altura (L) = 14.63mts.

Perímetro (P) = 101.15mts.

Área (A) = 814.33mts²

Superficie Lateral = $P \cdot L = 1,479.82\text{mts}^2$.

2.1.1.5.3 Tanque de almacenamiento de cutter

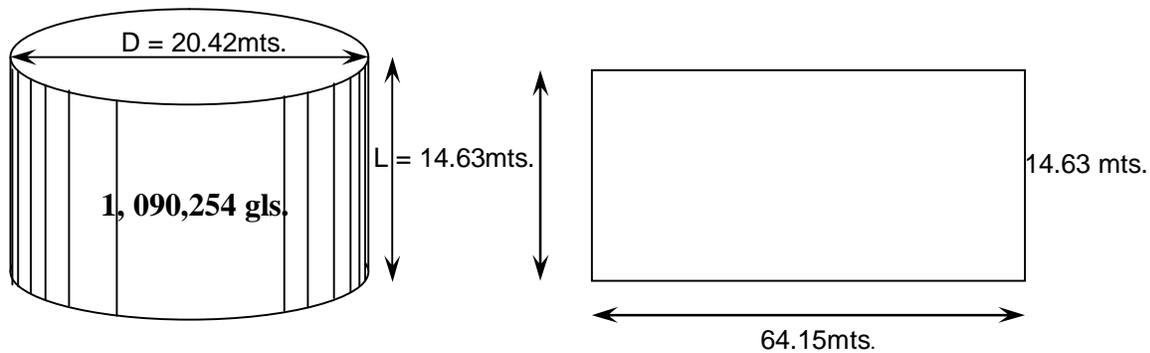
Tanque 1

Ubicado en el lado Oeste del terreno, el tanque de almacenamiento de cutter tiene una capacidad de confinamiento de 25,958 barriles equivalentes 1, 090,254 gls reales de combustible. Ocupa un área de 471 m².

Este tanque almacenará bunker de baja viscosidad (5cSt – 150cSt), con el objetivo de realizar mezclas de bunker por medio de un mezclador al momento de llenar los camiones cisterna. (cSt: Centistokes)

Geometría del tanque de almacenamiento de cutter

Figura 32. Tanque 1 de almacenamiento de combustible cutter



Diámetro (D) = 20.42mts.

Radio (r) = 10.21mts.

Altura (L) = 14.63mts.

Perímetro (P) = 64.15mts.

Área (A) = 327.50mts²

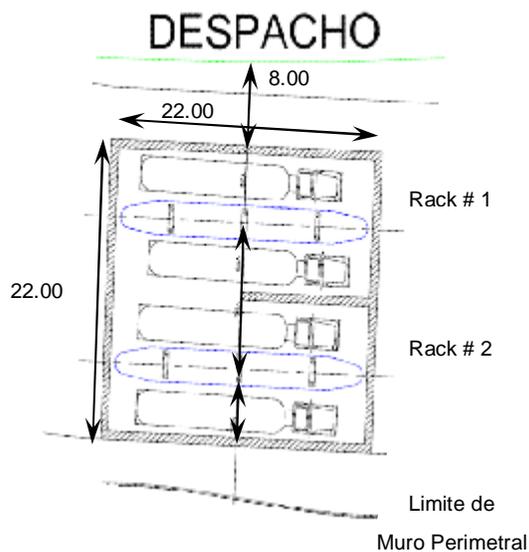
Superficie Lateral = $P \cdot L = 938.51\text{mts}$

2.1.1.6 Descripción del área de ubicación de líneas de Racks

Racks de despacho

Existen 2 racks de despacho ubicados en el área Sur-Este del terreno, separado a una distancia de 8 metros del muro perimetral por el lado norte, 8 metros de separación entre Racks y 4 metros de separación a pista en el lado sur. El espacio ocupado por los racks es de aproximadamente 22 x 22mts.

Figura 33. Descripción del área de ubicación de líneas de racks



2.1.2 Descripción del diseño de racks de despacho de combustibles

- **El Rack 1 tendrá 4 puntos de descarga en los que se distribuirá:**

Posición 1 Bunker

Posición 2 Bunker

Posición 3 Diesel

Posición 4 Diesel

- **El Rack 2 tendrá 4 puntos de descarga en los que se distribuirá:**

Posición 1 Bunker

Posición 2 Bunker

Posición 3 Bunker

Posición 4 Bunker

2.1.3 Las líneas de descarga bunker están conformadas básicamente por:

<ul style="list-style-type: none">• Válvula compuerta (Pacific Valves) de 4 pulgadas de diámetro acero al carbón resistente a 150 psi (libras por pulgada cuadrada)
<ul style="list-style-type: none">• Filtro con cedazo 10 para proteger al contador medidor
<ul style="list-style-type: none">• Contador medidor Smith Meter Model H8-S3 el cual resiste una presión de trabajo de 275 psi. Con capacidad máxima de 1200 galones por minuto (GPM) para el Rack 2 posiciones 1-2. Para el resto de brazos que distribuirán bunker los contadores serán Smith Meter Model HB-60 los cuales resisten una presión de trabajo de 175 psi y con capacidad máxima de 600 galones por minuto (GPM). Estos medidores generan pulsos el cual son receptados por un controlador electrónico que convierte tales pulsos para tener un control despacho inventario.
<ul style="list-style-type: none">• Válvula Control: válvula digital tipo globo hidráulica que recibe su mando a través del contador electrónico para abrir o cerrar por medio de solenoides para llevar un control de despacho -inventario.
<ul style="list-style-type: none">• Brazo de descarga hacia el camión contenedor de combustible de 4´´.

2.1.4 Las líneas de descarga diesel están conformadas básicamente por:

<ul style="list-style-type: none">• Válvula compuerta (Pacific Valves) de 4 pulgadas de diámetro acero al carbón resistente a 150 psi (libras por pulgada cuadrada)
<ul style="list-style-type: none">• Eliminador de aire, conformado por un flote de acero inoxidable el cual deja salir el aire provocado por la manipulación del combustible diesel, asegurando para el medidor contador únicamente el paso de aceite combustible diesel y no de aire.
<ul style="list-style-type: none">• Filtro con cedazo 40 para proteger al contador medidor.
<ul style="list-style-type: none">• Contador medidor Smith Meter Model HB-60 el cual resiste una presión de trabajo de 175 psi. Con capacidad máxima de 600 galones por minuto (GPM), dicho medidor genera pulsos el cual son receptados por un controlador electrónico que convierte tales pulsos para tener un control despacho - inventario.
<ul style="list-style-type: none">• Válvula Control: válvula digital tipo globo hidráulica que recibe su mando a través del controlador electrónico para abrir o cerrar por medio de solenoides para llevar un control despacho - inventario.
<ul style="list-style-type: none">• Brazo de descarga hacia el camión contenedor de combustible

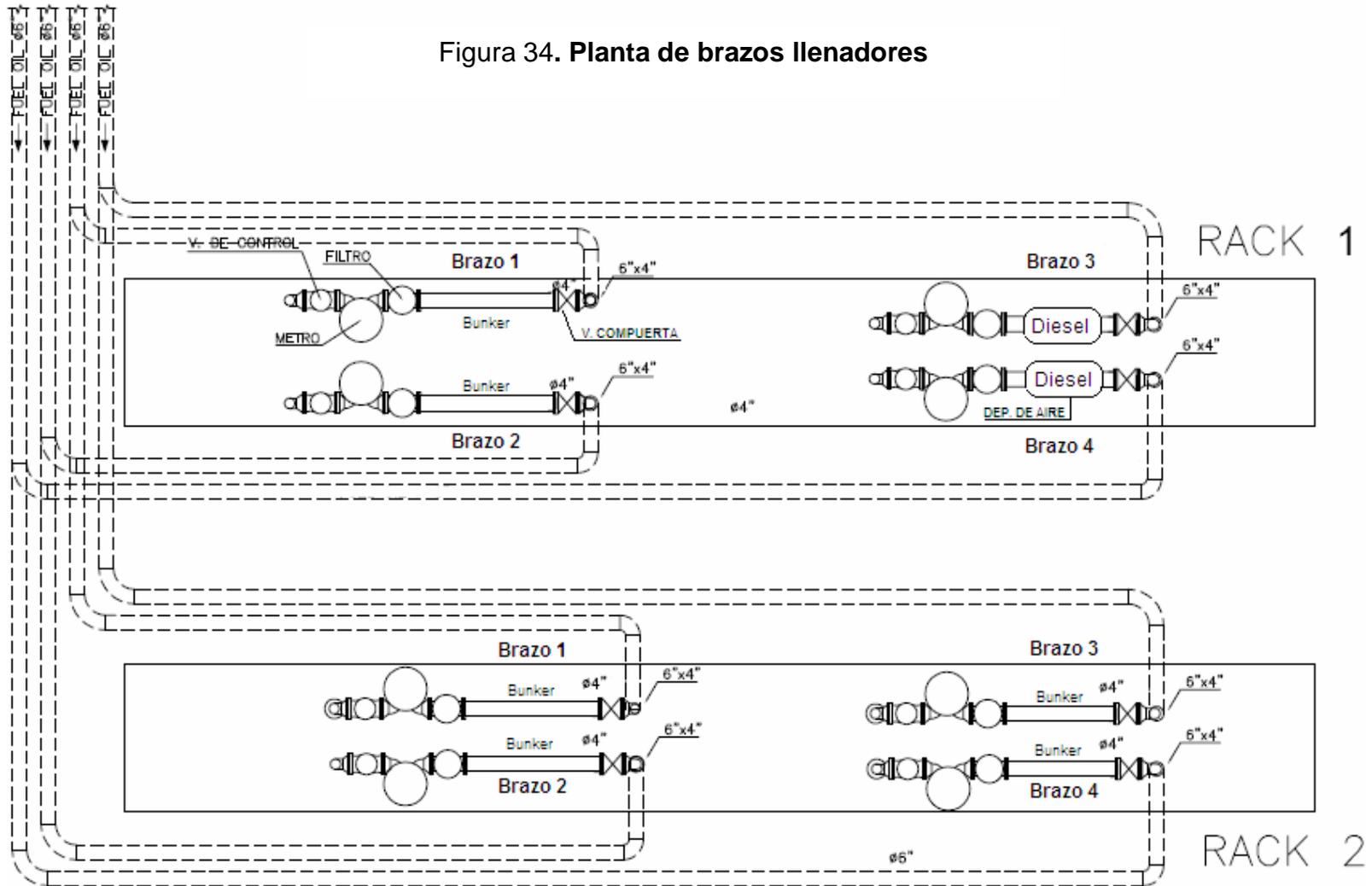
A continuación se muestra un resumen descriptivo de mantenimiento aplicado a las líneas de racks de descarga para implementación de diseño requerido en la Terminal de almacenamiento de productos petroleros para la venta.

LINEA RACK 1	POSICION	ESTADO DE EQUIPO	OBSERVACIONES	Mantenimiento
Bunker	1	Completo	Se realizó limpieza, engrase e inspección de cojinetes y mecanismos. Cambio de elemento filtrante con cedazo 10, se mando a tornos 2 cunas de cojinetes que se encontraron quebradas.	Correctivo
Bunker	2	Completo	Se realizó limpieza, engrase e inspección de cojinetes y mecanismos. Cambio de elemento filtrante con cedazo 10, se mando a tornos 2 cunas de cojinetes que se encontraron quebradas.	Correctivo
Diesel	3	Completo	Se realizó limpieza interna, engrase e inspección de cojinetes y mecanismos. Cambio de elemento filtrante con cedazo 40, cambio de empaques de neopreno en válvula control.	Correctivo
Diesel	4	Completo	Se realizó limpieza interna, engrase e inspección de cojinetes y mecanismos. Cambio de elemento filtrante con cedazo 40, cambio de empaques de neopreno en válvula control.	Correctivo
LINEA RACK 2	POSICION	ESTADO DE EQUIPO	OBSERVACIONES	Mantenimiento
Bunker	1	Completo	Se realizó limpieza, engrase e inspección de cojinetes y mecanismos. Se cambiaron empaques de neopreno en válvula control. Cambio de elemento filtrante con cedazo 10	Correctivo
Bunker	2	Completo	Se realizó limpieza, engrase y se cambio válvula compuerta de acero al carbón de 3/4'' para drene del contador. Se cambiaron empaques de neopreno de válvula control. Cambio de elemento filtrante cedazo con cedazo 10	Correctivo
Bunker	3	Completo	Cambio de elemento filtrante con cedazo 10, cambio de empaques de neopreno en válvula control.	Correctivo
Bunker	4	Completo	Cambio de elemento filtrante con cedazo 10, cambio de empaques de neopreno en válvula control.	Correctivo

El diseño requiere por cada línea de rack de descarga de combustible una bomba individual de desplazamiento positivo por brazo. Siendo estas seis (6) líneas en total para la carga de los camiones tanques cisterna de combustible bunker C en área de Racks y dos (2) líneas en total para la carga de los camiones tanques cisterna de combustible diesel en área de Racks.

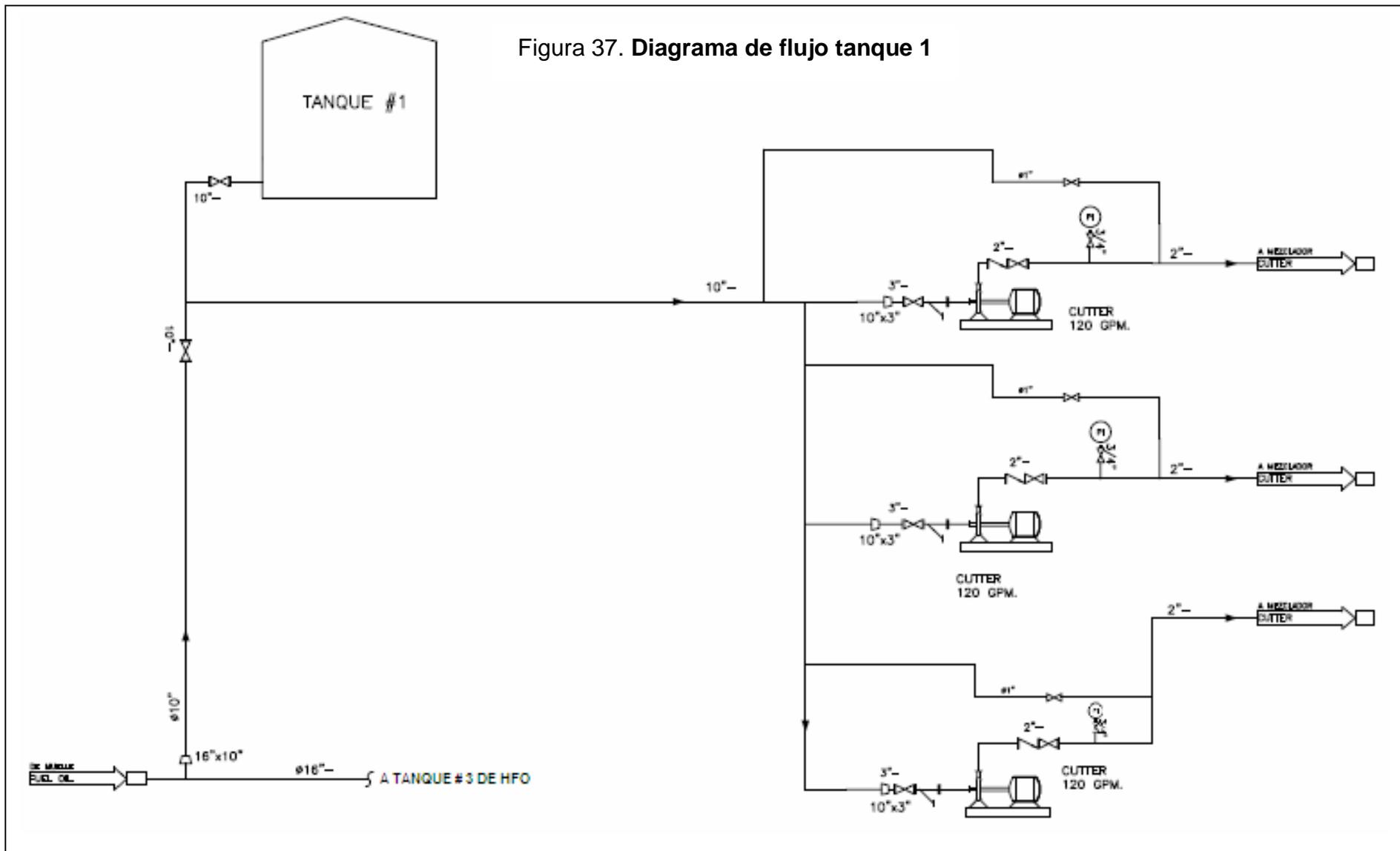
Ver Planos de diseño de brazos llenadores y diagramas de flujo de los tanques de almacén.

Figura 34. Planta de brazos llenadores



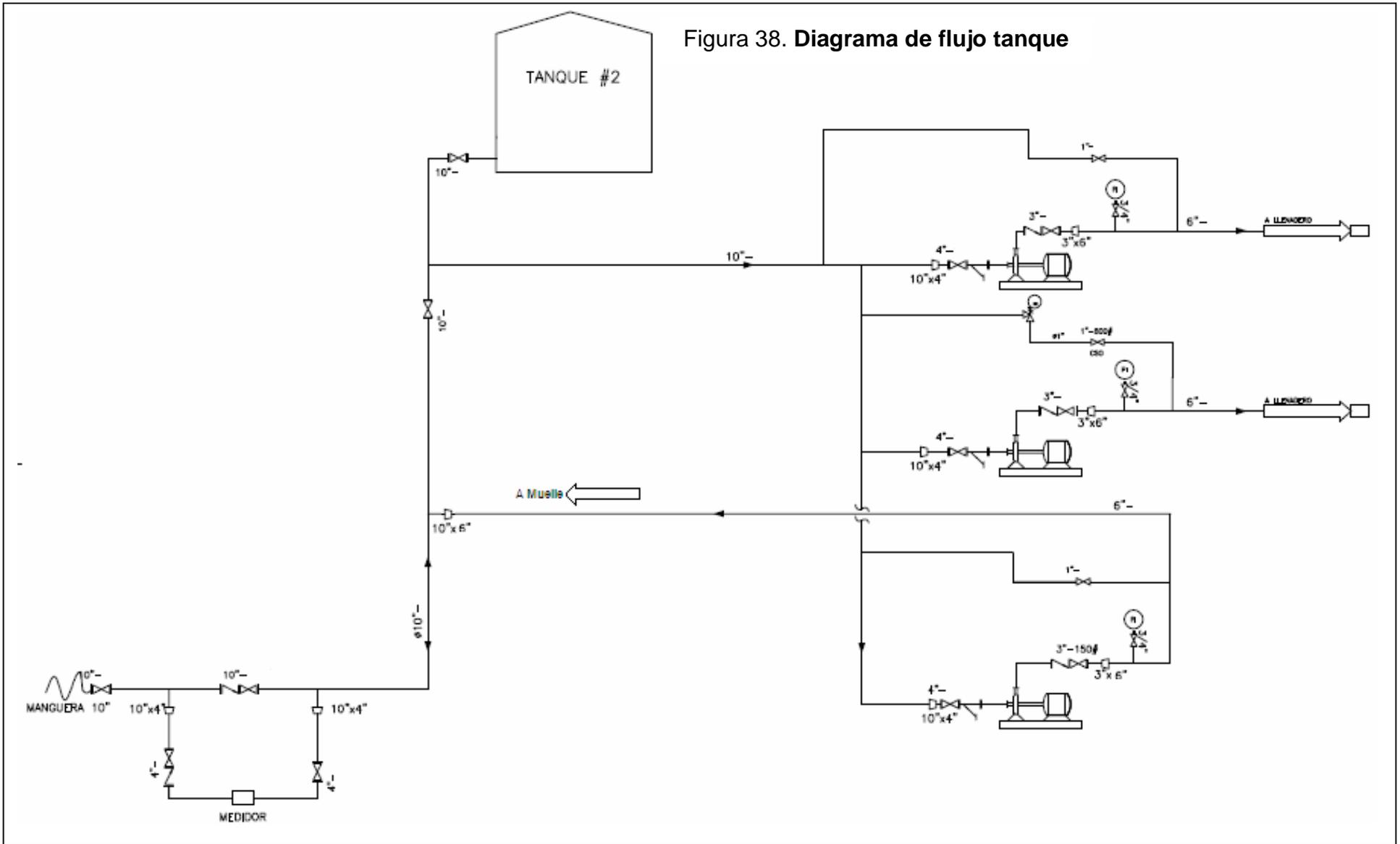
OBSERVACIONES				TEXTILES AMATITLÁN, S.A	
No.	DESCRIPCION	FECHA	NOMB	PLANTA DE BRAZOS LLENADORES	
				DISEÑO	Oficina Técnica Textiles Amatitlán, S.A.
				REVISO	Gerente Técnico Textiles Amatitlán, S.A.
				DIBUJO	Oficina Técnica Textiles Amatitlán, S.A.
				ESCALA	1:125
				FECHA	Agoosto 2008

Figura 37. Diagrama de flujo tanque 1



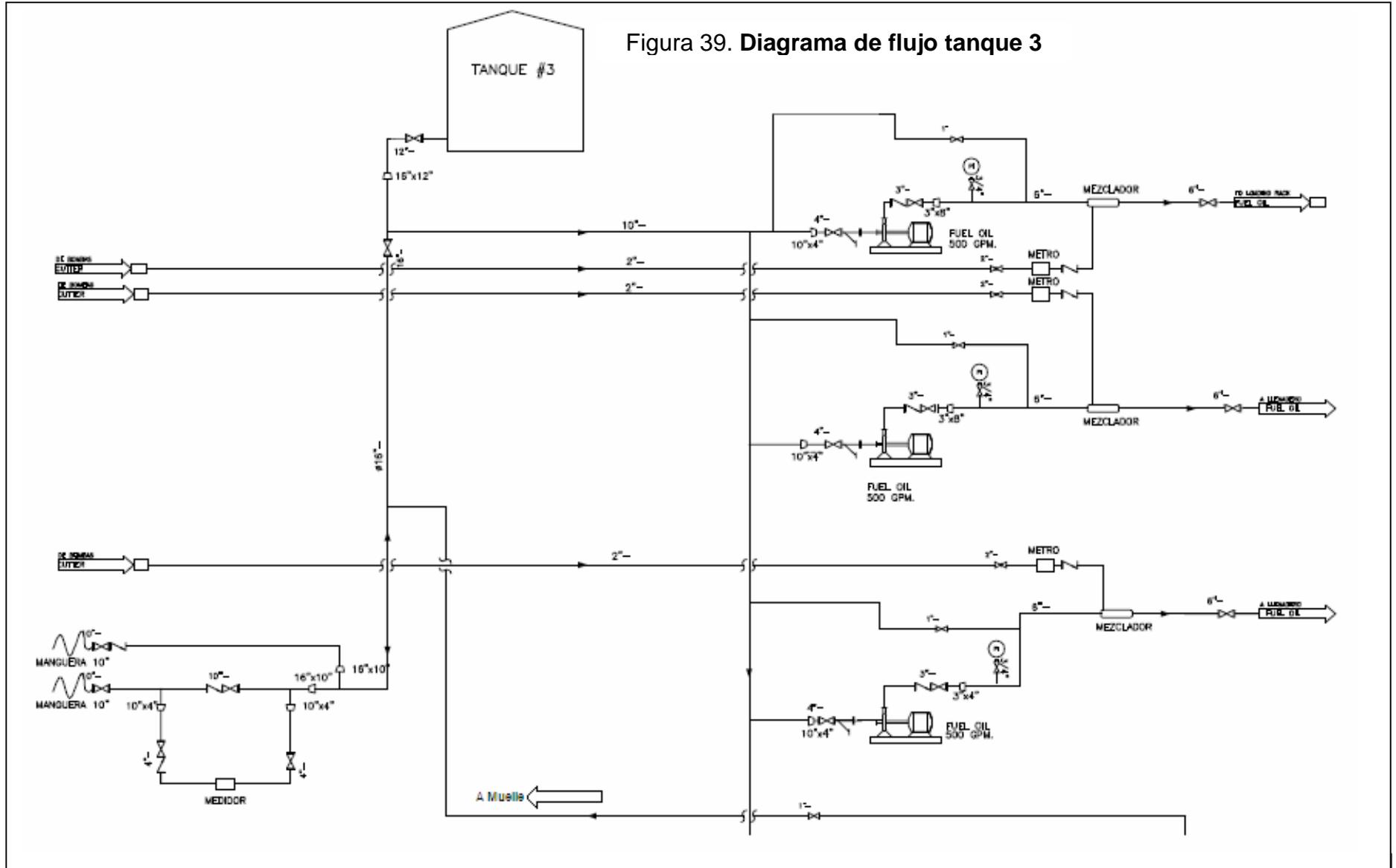
OBSERVACIONES				TEXTILES AMATITLÁN, S.A	
No.	DESCRIPCION	FECHA	NOMB	DIAGRAMA DE FLUJO TANQUE # 1	
				DISEÑO	Oficina Técnica Textiles Amatitlán, S.A.
				REVISO	Gerente Técnico Textiles Amatitlán, S.A.
				DIBUJO	Oficina Técnica Textiles Amatitlán, S.A.
				ESCALA	1:125
				FECHA	Agosto 2008

Figura 38. Diagrama de flujo tanque



OBSERVACIONES				TEXTILES AMATITLÁN, S.A	
No.	DESCRIPCION	FECHA	NOMB	DIAGRAMA DE FLUJO TANQUE # 2	
				DISEÑO	Oficina Técnica Textiles Amatitlán, S.A
				REVISO	Gerente Técnico Textiles Amatitlán, S.A
				DIBUJO	Oficina Técnica Textiles Amatitlán, S.A
				ESCALA	1:125
				FFTHA	Agosto 2008

Figura 39. Diagrama de flujo tanque 3



TEXTILES AMATITLAN, S.A

No.	DESCRIPCION	FECHA	NOMB

**DIAGRAMA DE FLUJO
TANQUE # 3**

DISEÑO	Oficina Técnica Textiles Amatitlan, S.A.
REVISO	Gerente Técnico Textiles Amatitlan, S.A.
DIBUJO	Oficina Técnica Textiles Amatitlan, S.A.
ESCALA	1:125
FECLIA	Abril del 2008

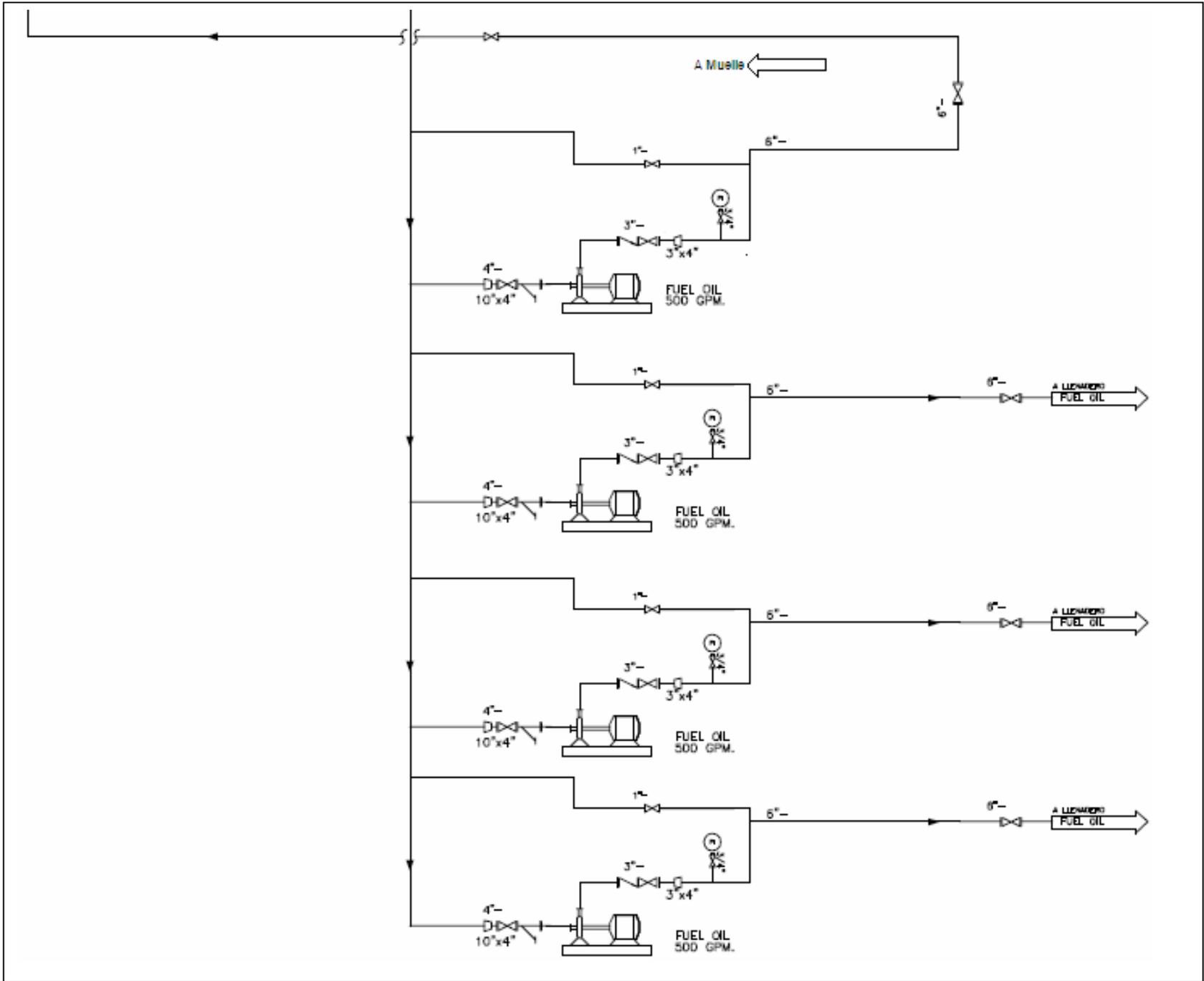
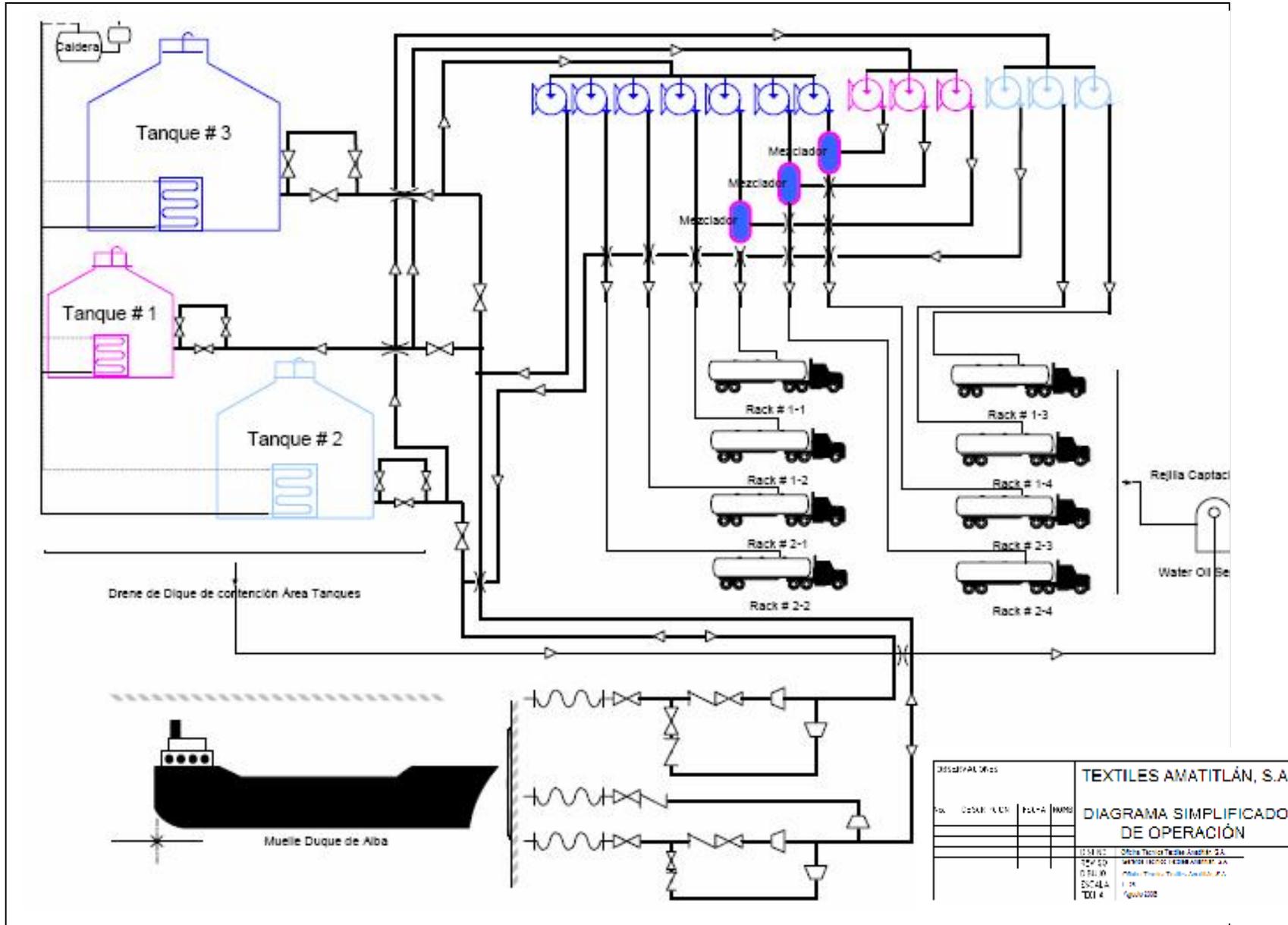


Figura 40. Diagrama simplificado de operación



2.1.5 Descripción de la selección de bombas para alimentación de las líneas de Racks de despacho de combustibles.

El cuarto de bombas se encuentra ubicado en la parte Nor-Este del área de despacho, con dimensiones de 8.18 x 15.388mts, equivalentes a 126m². Este protege los equipos de bombeo, válvulas, accesorios y tuberías.

Equipos de Bombeo:

Se cuenta con trece (13) bombas de tornillo para combustible con motor eléctrico.

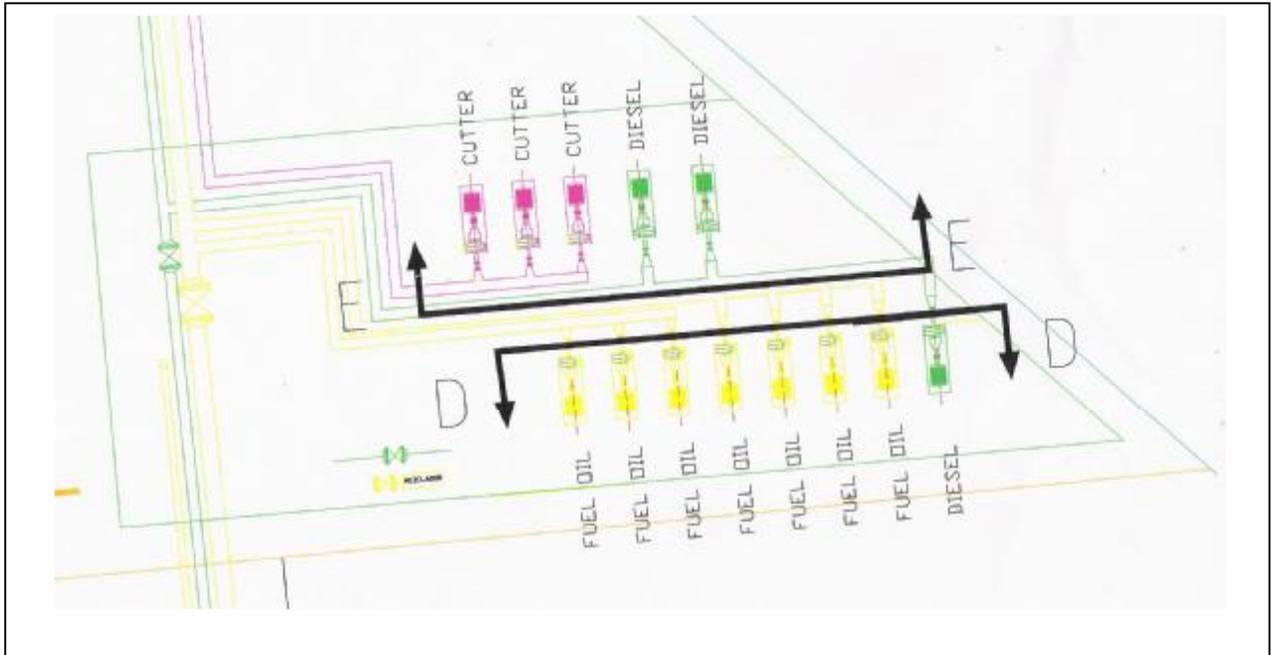
Se cuenta con una bomba individual para cada línea de rack de descarga de combustible.

Siendo estas ocho (8) líneas en total para la carga de los camiones tanques cisterna de combustible bunker C en área de racks.

Tres (3) bombas del tanque cutter para realizar la mezclas en los mezcladores de paletas de las líneas de bunker.

Dos (2) bombas para la carga de combustibles a barcos ubicados en muelle duque de Alba mediante la tubería del oleoducto, provenientes de los tanques de almacén 2 y 3.

Figura 41. Diagrama de equipo de bombeo en cuarto de bombas



Simbología de Bombas de Combustible

- Bomba cutter
- Bomba bunker
- Bomba diesel

2.1.5.1 Consumo de galones de bunker diario en planta generadora Textiles Amatitlán, S.A. al 100% de carga

Tabla III Consumo de galones de bunker en Textiles Amatitlan, S.A.

Consumo (gls) de bunker en Textiles Amatitlán, S.A.					
Parque Generador - 100% de carga					
Unidad	Potencia Bruta Kw	Eficiencia Kwh/gls	gls HFO/Hrs	gls HFO / día	
Motor 03	5,000	16.3	307	7,362	Bluref 1
Motor 04	5,000	16.3	307	7,362	
Motor 06	5,000	16.3	307	7,362	Bluref 2
Motor 07	5,000	16.3	307	7,362	
Motor 08	7,500	16.4	457	10,976	
Motor 09	7,500	16.4	457	10,976	
Motor 10	7,500	16.4	457	10,976	
Motor 11	7,500	16.4	457	10,976	
Motor 12	10,000	17.33	577	13,849	
Motor 13	10,000	17.33	577	13,849	
Motor 14	10,000	17.33	577	13,849	
Motor 15	10,000	17.33	577	13,849	
Motor GCA-1	7,500	16.4	457	10,976	GCA
Motor GCA-2	7,500	16.4	457	10,976	
Total (gls)			6,279	150,697	

Tabla IV Cálculo diario de ingresos de pipas

Cálculo diario de ingresos de pipas		
Consumos diarios (galones de bunker)	150,697	Gls / día
Ingresos diarios (galones de bunker)	152,000	Gls / día
Ingresos de Pipas diarias	19	Pipas (8,000 Gls)

El Proyecto contempla la venta de combustible para planta generadora Textiles Amatitlán y para consumidores externos que deseen establecer una relación comercial.

Para satisfacer la demanda actual de la planta deben de despacharse 19 camiones tanques cisterna diarios para la planta de generación en Amatitlan.

Tomando dicho criterio las bombas para llenado de los camiones tanques cisterna mediante las bombas de los brazos llenadores en la Terminal serán de 500 GPM para cargarlas en un tiempo promedio de 20 minutos por camión.

Tabla V Bomba de bunker

Datos Bomba bunker		
Aplicación	Combustible bunker	
Flujo	500	GPM
Cabeza de bomba	180	Pies
Presión	4,72	Bar
Gravedad Específica	0.89	
Viscosidad	3000	SSU
Temperatura	90-95	°F
Cantidad	6	
Destino	Racks de despacho	
Fabricante	Griswold ANSI	
Modelo/Tamaño	811M / 4 x 3x 8G (A70)	
Flanges	Clase 150#	
Motor Eléctrico	40	HP

Fuente: Campo de investigación

Tabla VI Bomba de diesel

Datos Bomba diesel		
Aplicación	Combustible diesel	
Flujo	500	GPM
Cabeza de bomba	150	Pies
Presión	3.76	Bar
Gravedad Específica	0.85	
Viscosidad	88	SSU
Temperatura	90-95	°F
Cantidad	2	
Destino	Racks de despacho	
Fabricante	Griswold ANSI	
Modelo/Tamaño	811M / 4 x 3x 8G (A70)	
Flanges	Clase 150#	
Motor Eléctrico	30	HP

Fuente: Campo de investigación

Tabla VII Bomba de cutter

Datos Bomba cutter		
Aplicación	Combustible cutter	
Flujo	120	GPM
Cabeza de bomba	150	Pies
Presión	3.94	Bar
Gravedad Específica	0.89	
Viscosidad	1000	SSU
Temperatura	90-95	°F
Cantidad	3	
Destino	Racks de despacho	
Fabricante	Griswold ANSI	
Modelo/Tamaño	811M / 3 x 2 x 8G (A70)	
Flanges	Clase 150#	
Motor Eléctrico	10	HP

Fuente: Campo de investigación

Tabla VIII Bomba de bunker hacia muelle

Datos Bomba bunker		
Aplicación	Combustible bunker	
Flujo	500	GPM
Cabeza de bomba	200	Pies
Presión	5	Bar
Gravedad Especifica	0.89	
Viscosidad	3000	SSU
Temperatura	90-95	°F
Cantidad	1	
Destino	Muelle	
Fabricante	Griswold ANSI	
Modelo/Tamaño	811M / 4 x 3x 8G (A70)	
Flanges	Clase 150#	
Motor Eléctrico	50	HP

Fuente: Campo de investigación

Tabla IX Bomba de diesel hacia muelle

Datos Bomba diesel		
Aplicación	Combustible diesel	
Flujo	500	GPM
Cabeza de bomba	200	Pies
Presión	5	Bar
Gravedad Especifica	0.85	
Viscosidad	88	SSU
Temperatura	90-95	°F
Cantidad	1	
Destino	Muelle	
Fabricante	Griswold ANSI	
Modelo/Tamaño	811M / 4 x 3x 8G (A70)	
Flanges	Clase 150#	
Motor Eléctrico	40	HP

Fuente: Campo de investigación

SSU: Saybolt seconds universal es una medida de la viscosidad cinemática definida como el tiempo en segundos que demora en llenarse de fluido un recipiente estándar de 60 ml cuando escurre el líquido por un orificio calibrado de 1/16" de diámetro interior.

Conversión de Saybolt seconds Universal (SSU) a stokes

< SSU < 100 segundos, $\text{stokes} = 0.00226(\text{SSU}) - 1.95(\text{SSU})$

SSU > 100 segundos, $\text{stokes} = 0.00220(\text{SSU}) - 1.35(\text{SSU})$

Fuente: Manual del Ingeniero Mecánico, 2da. Edición, 1,998.

3. PUESTA EN MARCHA DE LAS LÍNEAS DE RACKS DE DESPACHO DE COMBUSTIBLES

3.1 Desarrollo de la guía de instalación para líneas de racks de Despacho de combustibles

Dentro de la sucesión de accesorios que conforman un brazo de llenado para la carga de camiones tanques contenedores, el contador medidor es el accesorio más vulnerable y de mucha importancia para la instalación y operación del mismo por ser un instrumento de precisión.

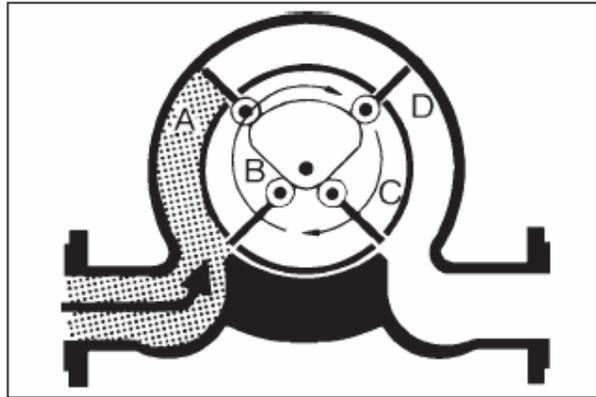
3.1.1 Medidor de desplazamiento positivo de alabes giratorios

Estos medidores son giratorios y de desplazamiento positivo. La carcasa es labrada a precisión y contiene un rotor que gira sobre rodamientos de bolas, e incluye álabes distribuidos en forma pareja. Al fluir el líquido a través del medidor, el rotor y los álabes (paletas) giran alrededor de una leva fija, haciendo que estos se desplacen hacia afuera.

El movimiento sucesivo de los álabes forma una cámara de medición de volumen exacto entre dos de los álabes, el rotor, la carcasa, y las tapas inferior y superior. Cada rotación del rotor produce una serie continua de estas cámaras cerradas. Ni los álabes, ni el rotor, hacen contacto con las paredes estacionarias de la cámara de medición. Una de las características sobresalientes del medidor Smith es el hecho de que el flujo pasa sin perturbaciones durante la medición. No se desperdicia energía agitando innecesariamente el líquido.

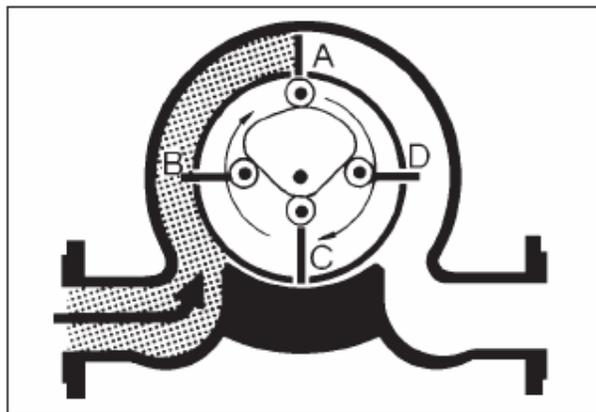
El líquido no medido (área sombreada) ingresa al medidor. El rotor y los álabes giran hacia la derecha. Los álabes A y D se encuentran totalmente extendidos, formando la cámara de medición. Los álabes B y C están retraídos.

Figura 42. **Primera cámara de medición de volumen que ingresa al contador medidor**



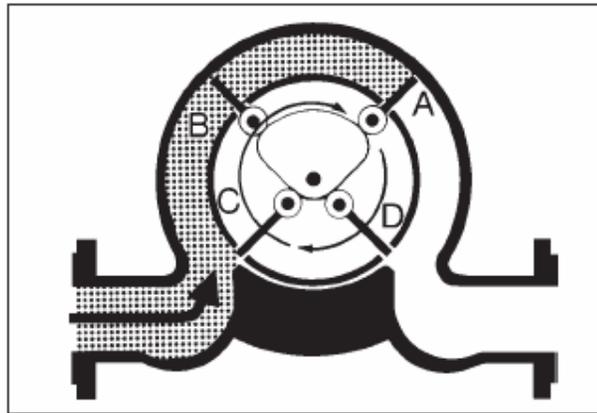
El rotor y los álabes han efectuado una octava de revolución. El álabes A se encuentra totalmente extendido. El álabes B está parcialmente extendido. El álabes C se ha extraído completamente. El álabes D se encuentra parcialmente retraído.

Figura 43. **Segunda cámara de medición de volumen que ingresa al contador medidor**



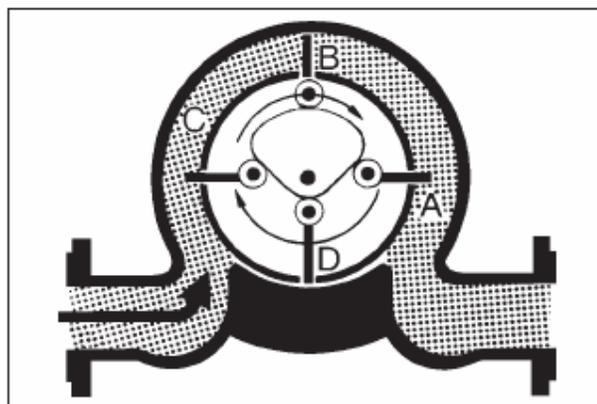
Ha ocurrido un cuarto de revolución. El álabe A se encuentra extendido todavía y ahora el B está ahora extendido. Existe ahora un volumen exacto y conocido de líquido en la cámara de medición.

Figura 44. **Tercera cámara de medición de volumen que ingresa al contador medidor**



Una octava de revolución más tarde, el líquido medido está saliendo del medidor. Está a punto de formarse otra cámara de medición entre los álabes C y B. El álabe A se encuentra retraído, y el C está empezando a salir. En tres octavos de revolución se han formado dos cámaras de medición, y otra está a punto de formarse. Este ciclo continúa repitiéndose mientras fluya el líquido.

Figura 45. **Cuarta cámara de medición de volumen que ingresa al contador medidor**



3.1.2 Instalación

1. El medidor y sus accesorios son instrumentos de precisión y deben ser tratados como tales. Antes de su instalación, deben estar protegidos los equipos contra las condiciones climáticas adversas y del abuso casual.
2. La instalación debe incluir protección contra la arena, polvo, lluvia, etc., si existen condiciones climáticas extremadamente adversas.
3. Con la excepción de las instalaciones verticales, el medidor debe ser montado sobre una base o plataforma adecuada, a fin de que no se apoye en la tubería.
4. Instalar el medidor de tal manera que no sea posible drenar el producto accidentalmente; sin embargo, es aconsejable vaciar periódicamente el agua y sedimento del mismo. Al instalar el medidor, asegurarse que el tapón de drenaje esté accesible.
5. La tubería no deberá ejercer ninguna fuerza indebida sobre el medidor.
6. De ser necesario, se debe colocar un desaerador o eliminador de aire, a fin de evitar el ingreso de aire o vapor al medidor. (Únicamente en líneas de racks de combustible diesel).

7. Se debe limpiar internamente toda la tubería antes de poner en marcha el medidor. Hay que eliminar completamente el óxido, tierra, bolas de soldadura u otros materiales extraños. Saque el mecanismo interior de los medidores de doble carcasa, o el rotor y los álabes de los medidores de simple carcasa, y purgue las líneas, a fin de evitar los daños al elemento de medición. Hay que proteger el medidor con un filtro de cedazo 10 por lo menos para las líneas de bunker C y para los medidores diesel usar un filtro de cedazo 40.
8. Si es necesario, se debe colocar aguas abajo del medidor una válvula limitadora de flujo, a fin de protegerlo de los caudales excesivos.
9. Sacar el mecanismo interior si se va a realizar una prueba de presión con agua, o purgar los desechos del sistema.
10. No realizar ninguna calibración con agua, ni permita que ésta permanezca dentro del medidor. Lave el medidor con aceite lubricante liviano, si va a ser almacenado, o permanecer fuera de servicio.
11. A menos que se especifique lo contrario, el flujo a través del medidor es de izquierda a derecha, visto desde el lado de la carcasa donde están las bridas.

3.1.3 Puesta en marcha

De ser posible, se debe llenar el medidor por gravedad. Si se utilizan bombas para llenar el medidor, hay que ejercer **sumo cuidado** al abrir las válvulas.

Es necesario realizar los siguientes pasos a fin de evitar los daños:

1. Sacar el tapón de la conexión de desfogue, que se encuentra en la parte inferior del medidor, e instalar una válvula de sangrado y un sistema de drenaje adecuado.
2. Después de haber cerrado completamente la válvula aguas abajo, abrir **lentamente** la válvula que se encuentra aguas arriba.
3. Abrir la válvula de sangrado y permita que se desfogue el aire hasta que deje de salir.
4. Abrir **lentamente** la válvula que está aguas abajo hasta que se inicie el flujo. Observe que sale más aire.

Continuar operando el medidor a este caudal muy lento hasta que se desfogue todo el aire. (Este proceso es necesario para eliminar el aire que está atrapado dentro del rotor.)

5. Cerrar la válvula de sangrado y establecer lentamente un flujo normal. Hay que realizar este proceso cada vez que se drene el medidor.

3.1.4 Información General de Operación

1. Se deben accionar lentamente las válvulas de entrada y salida, para evitar los choques de la línea. Al cerrarlas bruscamente, se puede crear fuerzas que son mayores que la presión normal de la línea. Esto puede producir daños en el medidor, o en otros equipos.
2. Se ha realizado el ajuste de calibración en fábrica, a fin de obtener un error nulo, para la capacidad máxima que indica la placa de identificación, y con un aceite de 2 cP. Debido a las variaciones que existen en las condiciones de operación (por ejemplo, en el líquido, la presión, y la tasa de flujo), se debe probar el medidor después instalarlo.
3. Se debe efectuar la calibración manual del medidor, ajustando el tornillo ajuste. Es posible cambiar la calibración por incrementos de .0005 (1/20 del 1 por ciento). El dial indica \pm , y está ubicado debajo de la tapadera superior del medidor. Al hacer girar el tornillo de calibración hacia la izquierda, se aumenta la cantidad de producto registrado por el medidor, y ésta se disminuye al hacerlo girar hacia la derecha.
4. Para obtener el mejor servicio de los medidores Smith, se sugiere mantener anotaciones detalladas. Se deben registrar los datos incluyendo el modelo, número de serie, tipo de producto, holguras del medidor, y cualquier otra información pertinente. Estos datos serán una guía excelente para la coordinación del programa de mantenimiento preventivo.

3.2.1 Mantenimiento

El calibrador del medidor requiere lubricación con aceite liviano (SAE-10). Inicialmente, aplicarlo después de aproximadamente cinco horas de operación, y luego por un mínimo dos veces por año.

3.2.1.1 Procedimiento de desarmado de contadores medidores

Dentro de los accesorios que conforman las líneas de racks de combustibles, el contador medidor es considerado como un instrumento de precisión que desempeña un papel crítico, para minimizar los errores de medición al momento de llenar un camión tanque cisterna. Por tal razón es indispensable contar con una guía para cuidar internamente el medidor.

Desarmado

1. Quitar los accesorios del contador (Figura 46.)

Figura 46. **Remover los accesorios del contador**



2. Quitar los tornillos de la tapadera y levantar la tapadera principal del contador (Figura 47). Para remover el mecanismo interno, remover los tornillos localizados entre la entrada y salida del contador. (Figura 48).

Figura 47. **Quitar la cubierta del contador**

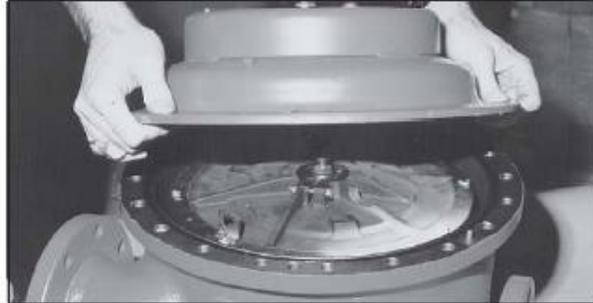


Figura 48. **Remover los pernos que sujetan el mecanismo interno**



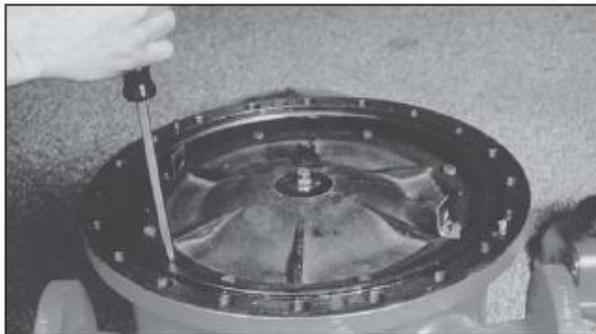
3. Haciendo uso de los ganchos ubicados en la parte superior del contador, levantar el mecanismo del contador de la carcasa. (Figura 49).

Figura 49. **Levantar el mecanismo interno del contador**



4. Debido al sello existente entre el mecanismo interno y la cubierta del medidor es necesario separarlos con ayuda de un desarmador. (Figura 50).

Figura 50. **Desmontaje del mecanismo interno del contador**



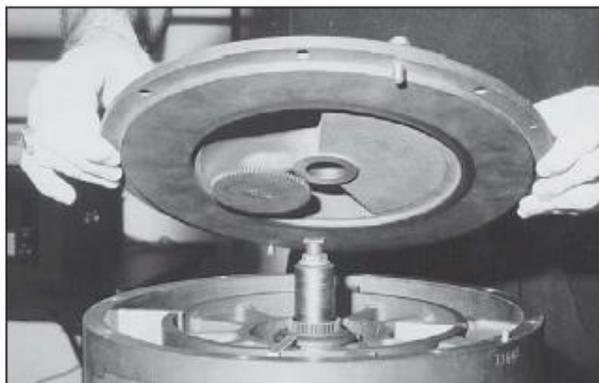
5. Usar dos tornillos como medio de levantar la cubierta del medidor. (Figura 51)

Figura 51. **Levantar la cubierta del medidor**



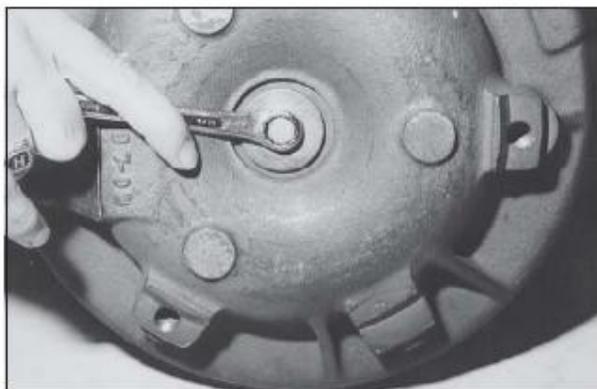
6. Remover el cobertor del mecanismo interno. (Figura 52)

Figura 52. **Quitar el cobertor del mecanismo interno**



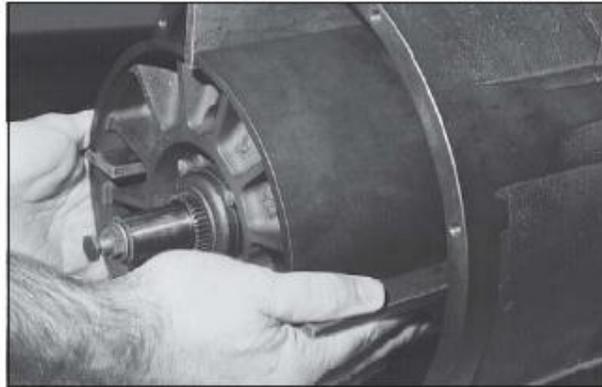
7. Para remover el rotor de la carcasa, recostar el mecanismo interno sobre un lado. Asegurarse de sujetarlo en ambos lados para evitar que ese ruede de un lado para otro.
8. Remover el rotor desajustando el perno localizado en la parte inferior del centro de la carcasa del mecanismo interno. (Figura 53).

Figura 53. **Desajustar el perno de sujeción del rotor**



9. Extraer el rotor y colocarlo boca abajo entre la base de madera (ver detalle de base de madera en figura 73). (Figura 54)

Figura 54. **Quitar el montaje del rotor**



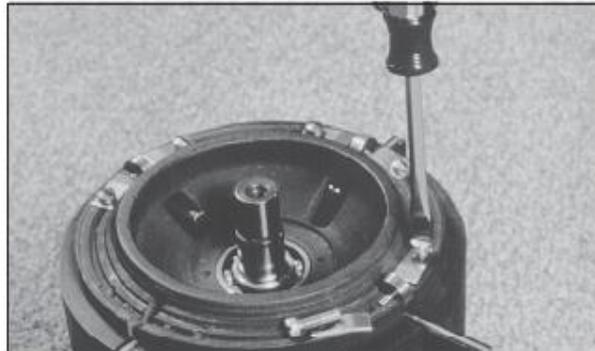
10. Aflojar y remover el tornillo alen ubicado en el eje del rotor. (Figura 55)

Figura 55. **Quitar el tornillo Alen en el eje del rotor**



11. Para remover el cobertor del rotor, quitar los tornillos exteriores y las abrazaderas. Levantar los rodillos y los pines. (Figura 56)

Figura 56. **Quitar los tornillos de montaje de la cubierta del rotor**



12. Para separar el cobertor del rotor con el rotor emplear un desarmador.
13. Levantar la cubierta del rotor, poner atención en la localización del pin con su agujero para asegurar la correcta posición al momento de volver a armar. (Figura 57)

Figura 57. **Quitar la cubierta del rotor**



14. Remover el cojinete inferior del rotor, dado sea el caso este permanezca en el mecanismo de la leva y el eje. Levantar la aleta inferior. (Figura 58).

Figura 58. **Desmontaje de la aleta inferior del rotor**



15. Remover el mecanismo de la leva. (Figura 59).Y remover la aleta superior. (Figura 60).

Figura 59. **Extraer el mecanismo de la leva**

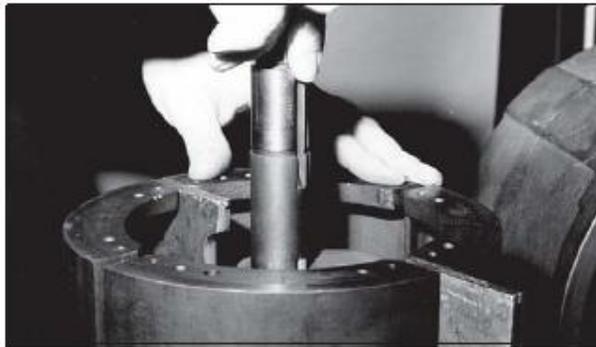
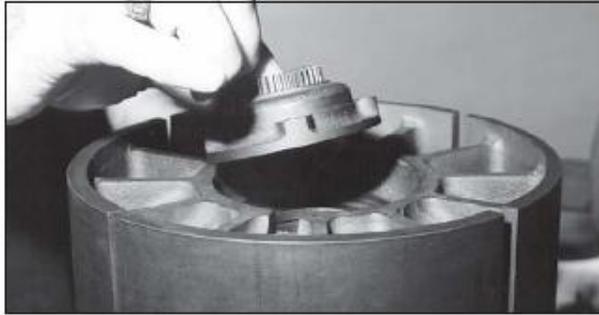


Figura 60. **Desmontaje de la aleta superior del rotor**



16. Dar la vuelta al rotor para quitar el engranaje del rotor, el cojinete de empuje, y el cojinete superior del rotor. Para quitar, sacar los tornillos de montaje del engranaje del rotor y removerlo. (Figura 61)

Figura 61. **Extracción del engranaje del rotor**



17. Quitar el cojinete del rotor, el espaciador y el cojinete de empuje superior. En caso de necesidad, conducir el cojinete superior del rotor hacia fuera con un extractor.
18. Para desmontar el montaje de la leva y del eje, quitar el perno de ajuste, la arandela, y la barra de la extensión (figuras 62A y 62B). Colocar la leva y el eje en una prensa para poder quitar fácilmente el perno de retención del resorte. (Figura 63).
19. Deslizar el resorte del eje (Figura 64). Para quitar la leva, colocar el eje en un accesorio adecuado; cerciorarse de instalar un pasador de madera en el agujero del pin de retención y presionar el eje de la leva. Evitar que la leva gire con el eje.

Figura 62A. **Quitar el perno v la arandela de ajuste**



Figura 62B. **Quitar la extensión del rodillo**

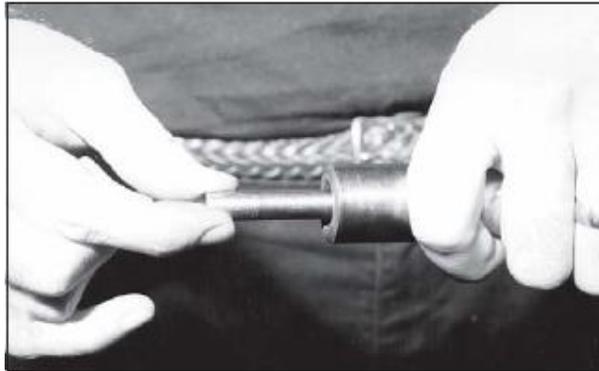
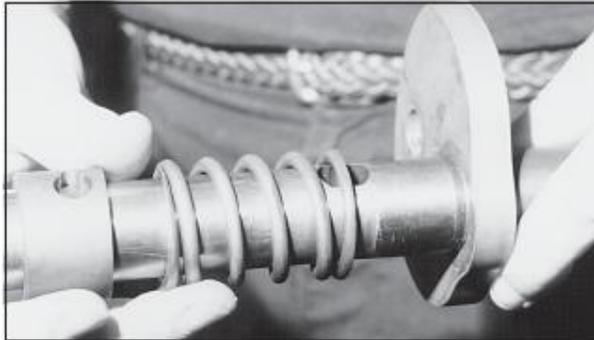


Figura 63. **Comprimir el resorte y quite la retención del pin**



Figura 64. **Deslizar el resorte del eje**



3.2.1.2 Inspección de partes

Todas las piezas que serán reutilizadas, deben ser examinadas. El énfasis especial se debe poner en las ranuras del rotor y en la sección de medición de la cubierta del mecanismo interno. Se recomienda siempre cambiar los cojinetes del rotor, a menos de que estos sean nuevos o sustituidos recientemente.

Instrucciones del montaje de piezas

1. Presionar la leva fuertemente con el eje, y cerciorarse de apoyar la leva para prevenir daño. (figura 65)
2. Instalar el resorte y el pin.
3. Instalar el cojinete superior del rotor.
4. Instalar la parte superior del rotor con espaciador. Cerciorarse de alinear la guía del cojinete con la muesca del espaciador.
5. Instalar el cojinete de empuje con el engrane del rotor. Cerciorarse que el retenedor del cojinete este en posición boca abajo; de cuando el rotor este en posición vertical. (Figura 66)
6. Instalar el engranaje del rotor sobre el cuerpo del rotor. (Figura 67)

7. Instalar las aletas superiores. (Figura 68)
8. Instalar el montaje de la leva y el eje. Cerciorarse de alinear la arandela de empuje con la ranura del eje. (Figura 69)
9. Instalar las aletas inferiores. (Figura 70)
10. Instalar la cubierta del rotor. Cerciorarse de que la cubierta este rasante con el rotor, instalar los rodillos con los pernos, las abrazaderas y los tornillos de montaje.
11. Instalar el montaje del mecanismo interior dentro de su carcasa. (Figura 71)
12. Reinstalar el perno del eje del rotor y apretar para asegurar el montaje del rotor con la carcasa.
13. Chequear con un calibrador de hojas tipo galga las tolerancias permisibles de desgaste de acuerdo con el manual del fabricante.

14. Instalar el montaje del engrane del eje de unión en la cubierta interna del mecanismo. (Figura 72)

Figura 65. **Presionar la leva con el eje para instalar el resorte y el pin**



Figura 66. **Montaje del cojinete del rotor sobre el cuerpo del rotor**



Figura 67. **Montaje del engrane del rotor sobre el cuerpo del rotor**



Figura 68. **Instalación de las aletas superiores**

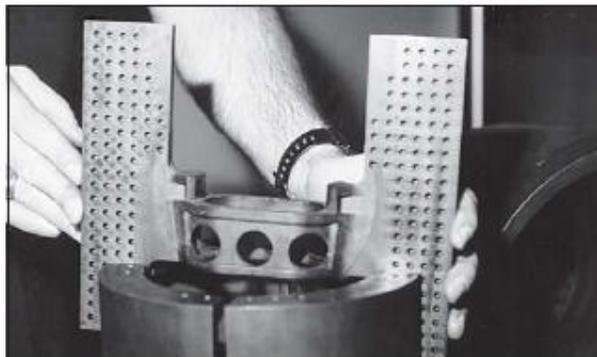


Figura 69. Instalación del montaje de la leva con el eje

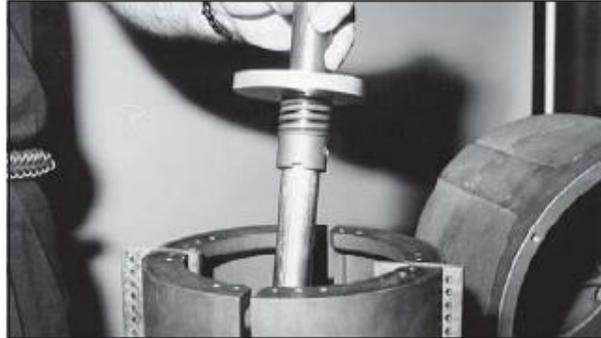


Figura70. Instalación de las aletas Inferiores

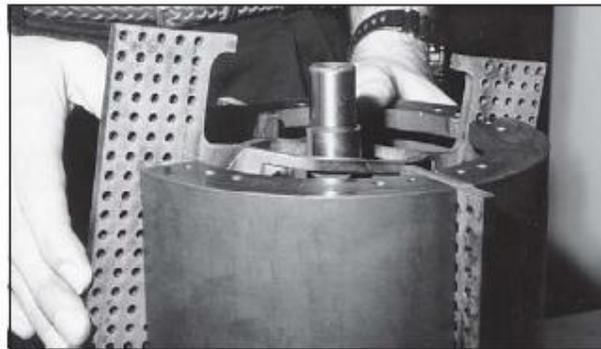
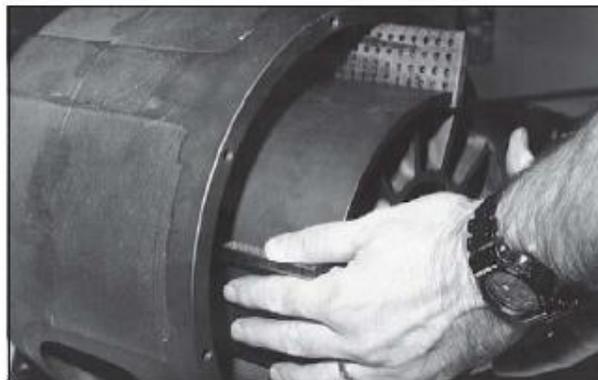


Figura 71. Instalación del montaje del rotor



15. Chequear al momento de instalar la cubierta interna del mecanismo se encuentre endentado correctamente con el engranaje del rotor.
16. Chequear con un calibrador de hojas tipo galga las tolerancias permisibles de desgaste de acuerdo a la guía de holguras máximas permisibles. Ciertas piezas pueden que estén fuera de rango máximo recomendado permisible. La condición se debe de dar a la condición de la pieza y la exactitud obtenida durante la calibración del contador medidor. Tales partes como el rotor, la leva y las aletas no necesitan ser sustituidos si el historial del contador medidor no demuestra ningún cambio apreciable de medición. Las holguras especificadas están altamente calculadas y se debe de realizar el mejor esfuerzo para encontrarse dentro de esos rangos.

Figura 72. Instalación del engranaje del eje de unión

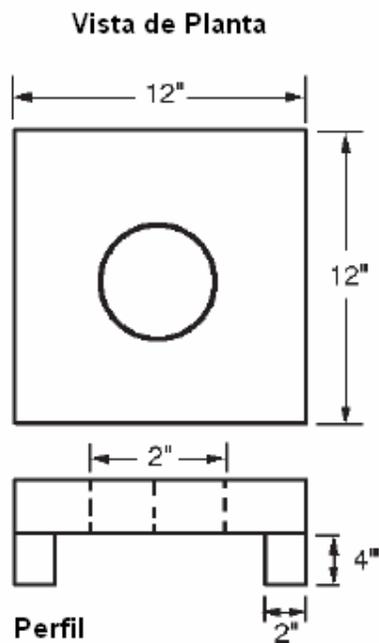


3.2.1.3 Holgura de las aletas

Herramientas especiales a requerir

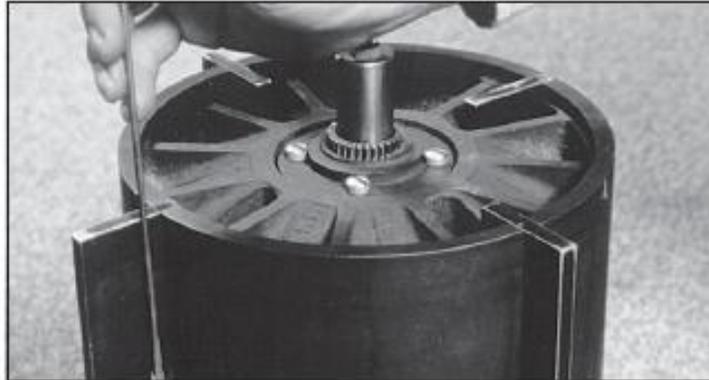
- Medidor de hojas tipo galga
- Base de madera (Ver figura 73)

Figura 73 **Base de Madera para mantenimiento del contador**



Las aletas deben de moverse libremente sobre las ranuras del rotor y la holgura medida no debe exceder la holgura recomendada; siendo esta como mínima de 0.0015''- y máxima de 0.0045''. Si la holgura medida no se encuentra dentro del intervalo recomendado, el rotor debe ser sustituido. Al ser sustituido el rotor, y al instalar nuevamente las aletas, estas no se encontrasen dentro del intervalo recomendado, se debe hacer uso de una lima muy fina a manera de desgastar las ranuras del rotor hasta calzar las aletas con las holguras mínimas permisibles de trabajo. Ver figura 74

Figura 74. **Calzar las aletas con el rotor mediante el uso de lima**



3.2.1.4 Holgura de separación del rotor y las aletas

Herramientas especiales a requerir

- Micrómetro de profundidad de 1 ′′.

Colocar el micrómetro de profundidad encima del montaje del rotor sobre el extremo superior de la aleta. La aleta no debe proyectarse sobre el montaje del rotor, si es así, debe de desgastarse con una lija fina a medida de encontrarse sobre el intervalo de holgura mínimo de profundidad de 0.000 ′′ y máximo de 0.0020 ′′. Figura 75. Si la profundidad de la aleta con respecto al montaje del rotor excede la máxima holgura de profundidad de 0.0020 ′′, esta debe de ser reemplazada.

Figura 75. **Holgura permisible de separación del rotor y las aletas**

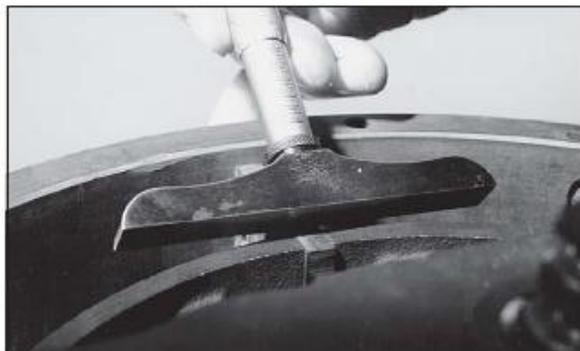


Tabla X Control de calibración de medidores.

Control de Calibración de Medidores Smith					
Tabla XI Control de mantenimiento preventivo de medidores.					
Posición	Modelo	Serie	Producto	Calibración	Observaciones
Rack 1 posición 1	H8-S3	FC 122879	Bunker		
Rack 1 posición 2	H8-S3	FC 122878	Bunker		
Rack 1 posición 3	AB-60	GH 193495	Diesel		
Rack 1 posición 4	AB-60	GH 193494	Diesel		
Rack 2 Posición 1	AB-60	GH 193493	Bunker		
Rack 2 Posición 2	AB-60	GH 193492	Bunker		
Rack 2 Posición 3	AB-60	GH 193491	Bunker		
Rack 2 Posición 4	AB-60	GH 193490	Bunker		

Control de Holguras de Medidores Smith					
Holgura de las aletas sobre las ranuras del rotor (min. 0.0015'' - máx. 0.0045)					
Fecha:	Aleta	Aleta	Aleta	Aleta	Observaciones
Posición	1	2	3	4	
Rack 1 posición 1					
Rack 1 posición 2					
Rack 1 posición 3					
Rack 1 posición 4					
Rack 2 Posición 1					
Rack 2 Posición 2					
Rack 2 Posición 3					
Rack 2 Posición 4					

Holgura de profundidad de la aleta con respecto al montaje del rotor (0.000'' - 0.0020'')					
Fecha:	Aleta	Aleta	Aleta	Aleta	Observaciones
Posición	1	2	3	4	
Rack 1 posición 1					
Rack 1 posición 2					
Rack 1 posición 3					
Rack 1 posición 4					
Rack 2 Posición 1					
Rack 2 Posición 2					
Rack 2 Posición 3					
Rack 2 Posición 4					

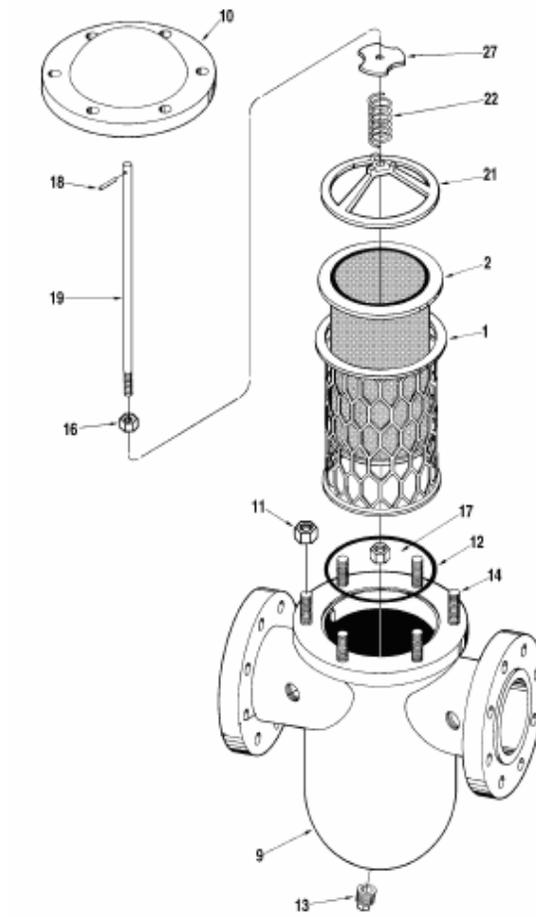
3.3 Descripción de accesorios que conformas las líneas de racks

A continuación se describen los conceptos básicos de los accesorios que conforman las líneas de racks de despacho, para su apropiada instalación y puesta en marcha.

3.3.1 Elemento filtrante

Los filtros son necesarios para proporcionar una correcta protección a los sistemas de medición contra la suciedad y cualquier material ajeno. La cesta robusta puede soportar un diferencial de presión de 50PSI sin estallar y es de fácil extracción para su limpieza. Ver figura 76

Figura 76. Elemento filtrante



Características:

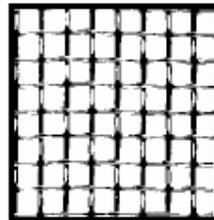
- Trayectoria de flujo con baja pérdida de presión
- Cesta interna extraíble para una fácil limpieza
- La orientación del flujo puede instalarse horizontal o verticalmente

Especificaciones de operación:

- Tipo de Brida: 150
- Presión máxima de operación: 285PSI
- Tipo de cedazo: acero inoxidable tamaño, 10 y 40 (ver Figura 77)
- Material externo de fabricación: Acero al carbón

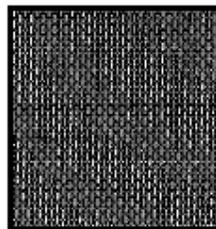
Tamaño del elemento Filtrante	
de Cedazo	Abertura
10	1.91mm
40	0.38mm

Figura 77. **Tamaños de los elementos filtrantes**



10 Mesh

Tamaño de cedazo para línea Bunker



40 Mesh

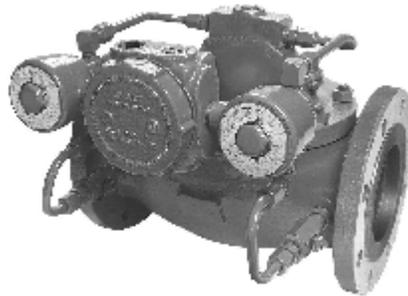
Tamaño de cedazo para línea Diesel

3.3.2 Válvula control

Válvula digital controladora accionada hidráulicamente, mediante un diafragma gobernado por dos solenoides controladores. Figura 78

Asegurarse de que la válvula se encuentre instalada con el flujo en la dirección correcta. Está válvula ha sido diseñada para operar en aplicaciones de líquidos hidrocarburos donde la corrosión es la mínima normal.

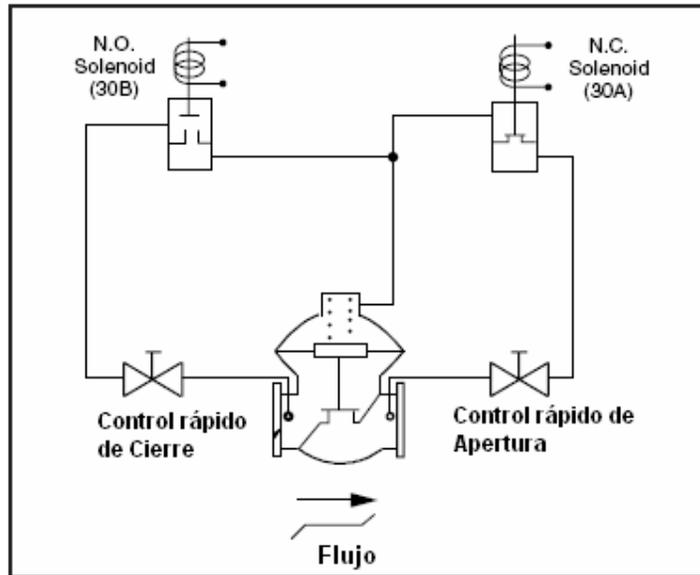
Figura 78. **Válvula digital controladora**



La posición normalmente abierta y normalmente cerrada se encuentran localizados aguas arriba y aguas abajo de la válvula, respectivamente estos solenoides controlan la operación de la válvula. Al momento de energizar ambos solenoides, la presión aguas arriba es bloqueada para llenar la cámara superior del diafragma, provocando aguas abajo desfogar la presión del fluido al abrirse la válvula.

De igual manera al desenergizar los solenoides se bloquea la presión aguas abajo provocada por el cierre del diafragma de la alta presión aguas arriba. Figura 79

Figura 79. Diagrama de funcionamiento de válvula digital controladora



Especificaciones

Máxima viscosidad: 3000SSU (Saybolt second universal)

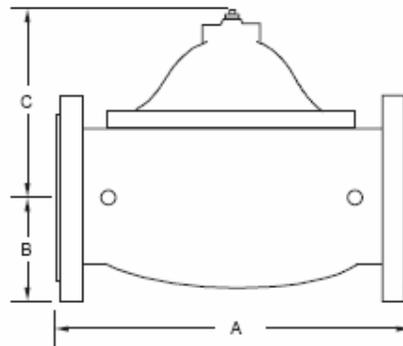
Bridas: Clase 150 ASME (285 PSI)

Rango de temperatura para diafragma: -28°C a 93°C

Material de diafragma: Buna-N

Bridas Clase 150 ASME Figura 38			
Dimensiones	A	B	C
4''	343mm	50.8mm	203mm

Figura 80. Dimensiones de válvula digital controladora



3.3.3 Depurador de aire

El depurador de aire tiene como característica principal separar el aire, o gas producido por la manipulación de cualquier fluido hidrocarburos destilados antes de ingresar al medidor contador. La eliminación de aire es esencial para la realización de una correcta medición. Por consecuencia se considera el depurador de aire un accesorio necesario para un sistema de medición en donde la posibilidad de gas o aire puede presentarse en el fluido de trabajo. Figura 81

Operación

Los eliminadores de aire son recintos horizontales con conexiones de bridas en ambos extremos. Estos eliminadores de aire reducen la velocidad hidráulica del fluido, permitiendo que las burbujas de gas o aire se eleven para la parte superior del recinto, en donde ellas son retiradas a la atmósfera mediante un respiradero superficial.

Los eliminadores de aire deben siempre de instalarse lo más cerca posible de los medidores contadores. La tubería de lanzamiento del aire debe ser instalada en un punto conveniente y seguro de la descarga.

Figura 81. **Depurador de aire**



(Únicamente para líneas diesel)

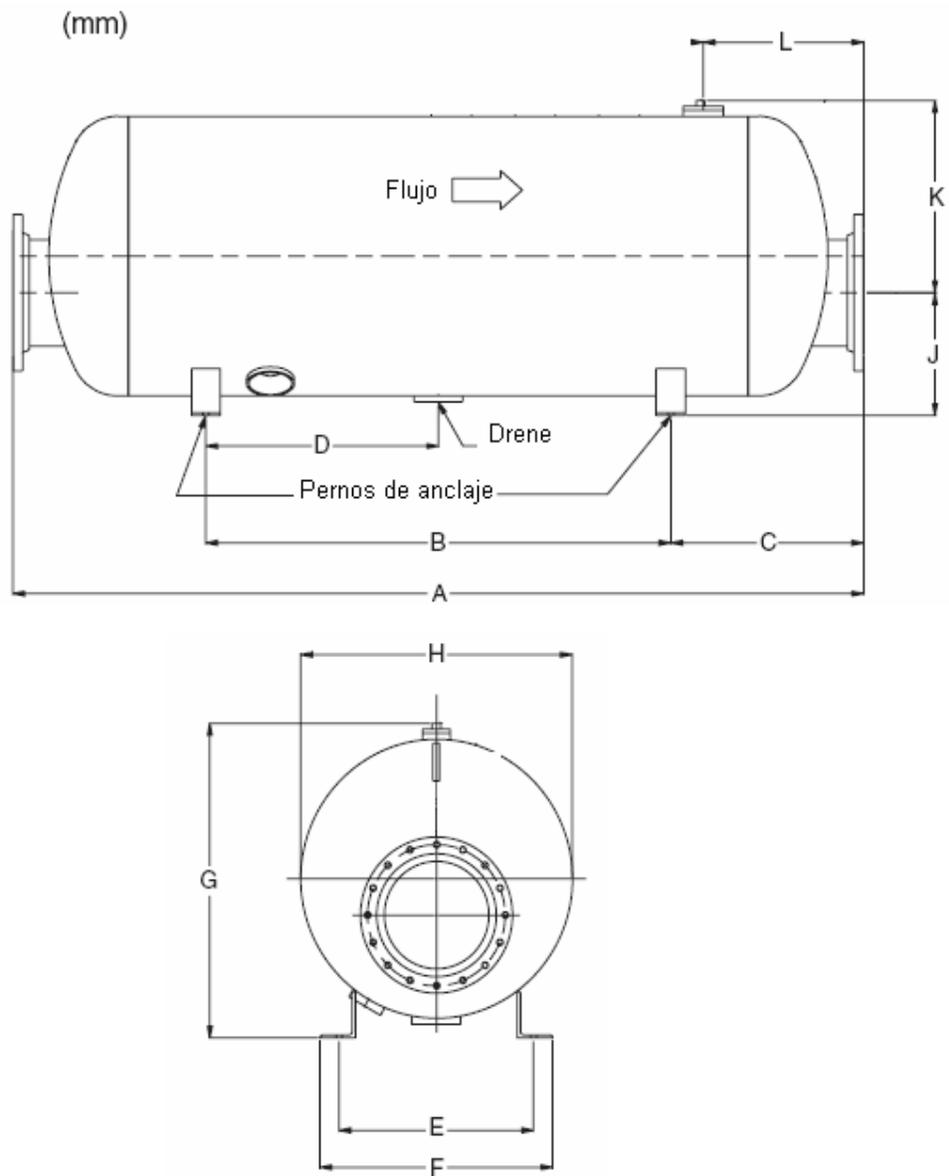
Especificaciones

Bridas: Clase 150 ASME (285 PSI)

Rango de temperatura: -29°C a 107°C

Depurador de Aire		
Dimensiones para 4''		mm
A	1,168	mm
B	605	mm
C	282	mm
D	302	mm
E	216	mm
F	292	mm
G	610	mm
H	457	mm
J	279	mm
K	330	mm
L	401	mm

Figura 82. Dimensiones del depurador de aire



3.4 Programación de mantenimientos a las líneas de racks de despacho de combustibles.

Con el fin de asegurar e incrementar la confiabilidad, disponibilidad y vida útil de los accesorios que conforman las líneas de racks de combustibles, es necesario supervisar y llevar hojas de inspecciones y órdenes de trabajo de los mantenimientos aplicados.

3.4.1 Clasificación de la frecuencia de actividades

Un correcto desempeño y buena operación de las bombas que conforman las líneas de racks de combustibles se puede evaluar con la eficiencia de trabajo y control de las bombas, estableciendo correctos procedimientos de trabajo.

Nos referimos a correctos procedimientos de trabajo cuando se realizan inspecciones del estado de la bomba, se evita hacer trabajar la bomba en condiciones severas como: trabajar en vacío, rangos superiores a los establecidos dentro de las especificaciones de la bomba, etc.

Es por eso que a continuación se delimitan las actividades:

3.4.2 Control de mantenimiento

El control de mantenimiento tendrá como fin determinar el estado de funcionamiento de las bombas especificando, si es necesario, la reparación de las que se encuentren en mal estado.

3.4.3 Listado de mantenimiento de bombas

Para la inspección de las bombas de la planta se utilizará el formato de la tabla VI.

3.4.4 Personal encargado

El control de mantenimiento será llevado a cabo por el ingeniero de mantenimiento, en conjunto con los mecánicos de turno.

Los mecánicos de turno serán los encargados de realizar las inspecciones diarias al sistema de bombeo y por ende revisar el estado del sello mecánico, se encargarán de realizar las anotaciones pertinentes en las hojas de inspección y tendrán la obligación de notificar al ingeniero de mantenimiento si se presentara algún desperfecto; el ingeniero de mantenimiento será el encargado de programar las inspecciones y de llevar el control de todas las hojas de inspección, este realizará las órdenes de trabajo necesarias para la reparación o reposición de alguna pieza de la bomba, también tendrá a cargo el análisis de los resultados del sistema de mantenimiento, verificando de esta forma las posibles causas del desperfecto.

3.4.5 Órdenes de trabajo

Las órdenes de trabajo (Tabla VII) tendrán un doble propósito, el primero, será llevar el control de las piezas que necesitan ser cambiadas o reparadas del equipo de bombeo y de los contadores medidores, el segundo, especificar en la orden de trabajo el tipo de falla encontrada y si es posible las condiciones en que se encontraba el equipo así se podrá determinar las posibles causas que generaron la falla en la pieza y realizar la acción correctiva específica.

Para el control del mantenimiento de las bombas se utilizará el formato de la tabla XV.

Tabla XV Control de mantenimiento

CONTROL DE MANTENIMIENTO PARA BOMBAS		
Nombre encargado de mantenimiento: _____		Fecha: / /
Descripción equipo: _____		
Tipo: _____		
No. Serie _____		
Tipo de fluido que transporta el equipo:		
Bunker	<input type="checkbox"/>	
Cutter	<input type="checkbox"/>	
Diesel	<input type="checkbox"/>	
Impulsor	<input type="checkbox"/>	Eje
Cojinetes	<input type="checkbox"/>	Sello Mecánico
Retenedores	<input type="checkbox"/>	Motor Eléctrico
	A. Buen estado	B. Reparación
		C. Cambio
Condiciones de eje:		
Desviación radial	<input type="checkbox"/>	
Desviación axial	<input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES		

Para el control del mantenimiento de los medidores se utilizará el formato de la tabla XVI

Tabla XVI Control de mantenimiento

CONTROL DE MANTENIMIENTO PARA CONTADORES		
Nombre encargado de mantenimiento: _____	Fecha: / /	
Descripción equipo: _____		
Tipo: _____		
No. Serie _____		
Tipo de fluido que transporta el equipo:		
Bunker	<input type="checkbox"/>	
Cutter	<input type="checkbox"/>	
Diesel	<input type="checkbox"/>	
Rotor	<input type="checkbox"/>	Eje
Cojinetes	<input type="checkbox"/>	Leva
Retenedores	<input type="checkbox"/>	Aletas
A. Buen estado	B. Reparación	C. Cambio
Lubricación del tornillo de ajuste:		
Fecha inicial (SAE 10)	<input type="text"/>	
Fecha siguiente (SAE 10)	<input type="text"/>	
OBSERVACIONES		

4 PROPUESTA DE MANUAL DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES

Se toma como punto de inicio el contar con la documentación necesaria para tener el conocimiento mínimo requerido de líquidos inflamables, su uso, manipulación, almacenaje, peligrosidad, etc., Descripción general de la ubicación del área de almacenaje, identificación de tanques, composición, características, propiedades físicas y químicas de los combustibles, para luego dar paso a la creación de la propuesta.

La importancia de la propuesta radica en que tanto la empresa como el personal que en ella labora se concienticen de lo trascendental que es poseer un manual que especifique y delimite lineamientos, procedimientos y medidas de seguridad; con lo que se obtendrá proteger a las personas, a las instalaciones de la planta, y el entorno donde éstas se encuentran, evitando o minimizando el riesgo de incendios y la contaminación del medio ambiente.

4.1 Documentación necesaria

La temperatura de inflamabilidad es el nivel de temperatura en el que hay una cantidad suficiente de vapores para provocar un incendio de una fuente inflamable o calor.

La temperatura de inflamabilidad representa el nivel de temperatura en el que hay una cantidad suficiente de vapores que crea una mezcla inflamable con el aire. Ejemplo: el del bunker es de 65° C.

Un producto puede evaporarse por debajo de su temperatura de inflamabilidad, en particular si se rocía, calienta o extiende finamente en

una superficie. La temperatura de inflamabilidad de los líquidos combustibles (diesel) se sitúa entre 37.8° C y 93.3 ° C.

Por lo tanto, el bunker que tiene una temperatura de inflamabilidad de 65° C se clasifica como un líquido combustible.

Los combustibles pueden ser sólidos (madera, papel), líquidos (gasolina, bunker, diesel) y gaseosos (gas licuado de petróleo, gas natural). Según el material los fuegos se clasifican en: Tipo A: Combustibles ordinarios (madera, papel, tela, cartón), Tipo B: Líquidos inflamables (gasolinas, pinturas, diesel, lacas, diluyentes), Tipo C: Eléctricos y Tipo D: Químicos (magnesio, sodio, reacciones exotérmicas).

- a. Sólidos inflamables:** Se encienden con el calor y la fricción. Por otro lado, una chispa puede provocar una explosión de partículas sólidas muy fina. (Por ejemplo aserrín). El fango con contenido de plomo es considerado un sólido inflamable. Incluso un producto con una temperatura de inflamabilidad alta (como el diesel: 40° C) resulta peligroso cuando se encuentra en forma de rocío o como una capa fina en una superficie amplia. Debe observarse que mientras más amplia sea la superficie en la que se extiende, el producto se evaporará más rápidamente.

Los productos derivados del petróleo requieren una concentración mínima en la atmósfera para ser inflamables o explosivos. La mezcla de vapores de gasolina es explosiva cuando su concentración en el aire se encuentra entre 1.4% (límite inferior de inflamabilidad o explosividad; LIE) y 7.6% (límite superior de inflamabilidad; LSE). Todos los líquidos derivados del petróleo (diesel, gas, bunker, aceite) tiene aproximadamente el mismo margen de inflamabilidad. Los oxidantes que se encuentran en la atmósfera.

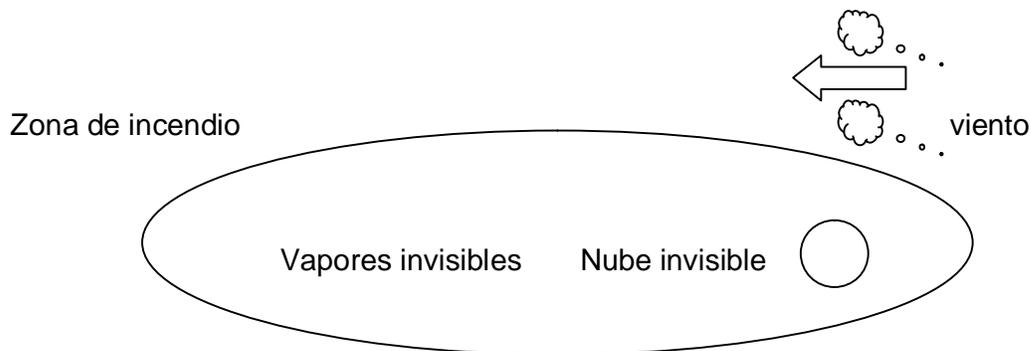
Cuando la mezcla es muy densa no hay suficiente oxígeno para que se produzca la combustión, pero se vuelve inestable y puede contener espacios menos densos que resultan inflamables. Por otro lado, si el viento desplaza estos vapores, la densidad disminuye y la atmósfera se vuelve inflamable. La ventilación y remoción de gases de un tanque con el propósito de descontaminarlo podrían crear en primer lugar una atmósfera dentro del margen de inflamabilidad. Por lo tanto, deben retirarse las fuentes que puedan provocar un incendio y reducir al mínimo la cantidad de trabajadores que se encuentran cerca del tanque; el mismo procedimiento se puede efectuar cuando se está descargando bunker, esto para evitar accidentes.

b. Elementos importantes de productos inflamables: Límite de inflamabilidad o explosividad inferior y superior: Concentración mínima y máxima de vapor o gas en la que pueden incendiarse o explotar al entrar en contacto con el calor o con una fuente de inflamación. Un mayor o menor porcentaje aumenta los riesgos. Podemos ver que mientras más pesados sean los vapores, más desplazarán al oxígeno. De manera que resulta más fácil tener una atmósfera muy rica si el margen de inflamabilidad es reducido.

c. Lugares donde se pueden encontrar vapores: En los suelos contaminados a causa de un derrame o fuga de combustible, a través de tubería rota o fisuras, en el fondo de un tanque de almacenamiento de combustible, en los llenaderos de los tanques, en los fangos y residuos existentes en un tanque de depósito de combustible, en tuberías de respiración, en los camiones específicamente en los manhole.

El viento esparce los vapores y, debido a que los vapores son más pesados que el aire, se acumulan a nivel del suelo, se filtran en excavaciones y otros orificios, y descienden incluso las pendientes (ver figura 83), la nube de vapor se mantiene relativamente compacta y no se disipa rápidamente. En presencia de vapores inflamables debe estar consciente en todo momento que existe la posibilidad de que se produzca un retorno de flamas. En efecto, los vapores pueden inflamarse a una gran distancia de su punto de origen y en este caso la flama regresará rápidamente.

Figura 83. **Dispersión de vapores**



Explosión = Fuego + Vapores inflamable

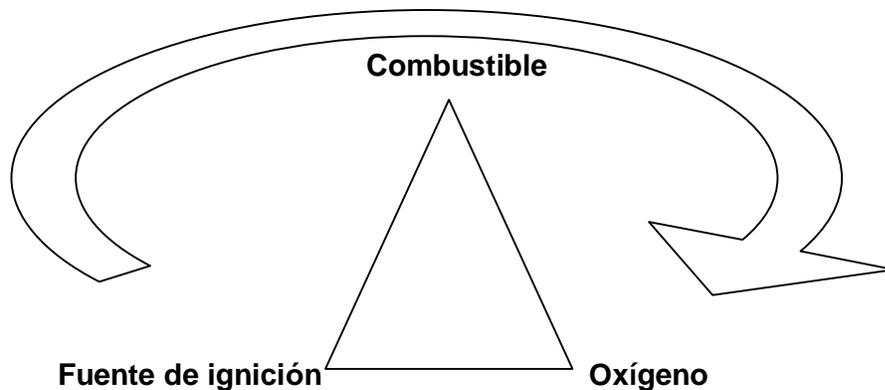
Derrame de líquido

O fuente de vapores

d. Orden de eliminación de riesgos: Para apagar un incendio se debe eliminar como mínimo uno de los tres agentes del triángulo del fuego (combustible, calor o fuente de ignición y oxígeno), y el orden debe ser (ver figura 84):

Fuente de ignición, material combustible y por último oxígeno.

Figura 84. Eliminación de riesgos



- e. Materiales inflamables y combustibles:** Los materiales inflamables y combustibles se encienden con mucha facilidad, por lo tanto debe tenerse mucho cuidado cuando ocurre un derrame o al ventilar un tanque. Las fuentes que pueden originar un incendio son muy diversas, entre ellas se encuentran las chispas producidas por la electricidad estática o por trabajo en caliente, las cuales pueden ser: llama directa, soldadura, taladrado, romper concreto, etc.

Si le salpica un líquido inflamable, empape su ropa con agua antes de quitársela ya que una descarga de electricidad estática o el contacto de los metales al manipular herramienta podrían crear una chispa y provocar un incendio. Asegúrese de enjuagar y ventilar la ropa perfectamente antes de meterla a una lavadora o secadora automática. Existe alto riesgo de originar un incendio. Por ninguna razón guarde los trapos que contengan líquidos inflamables en una caja de cartón o en un contenedor de plástico ya que existe la posibilidad de que al calentarse se incendien. Es más seguro desecharlos en un recipiente metálico con tapa.

El trabajo en caliente como la generación de chispas y soldeo representan una fuente de ignición. La chispa puede originarse de un medio mecánico o eléctrico. Un área de servicio debe tener letreros que indiquen claramente los tipos de tanques aceptables. Los productos del petróleo pueden destruir diversos tipos de plástico y caucho. Cuando se dañan las paredes de un contenedor, el producto se fuga y se presenta peligro de incendio. La selección errónea de tanques para almacenar productos de petróleo ha originado accidentes. Al llenar un tanque no debe sobrepasarse su capacidad nominal, ya que los productos derivados del petróleo se expanden por el calor.

- f. **Electricidad estática:** La fricción entre un tipo de material y otro produce electricidad estática. La fricción del combustible con la manguera y el equipo produce electrones. Los electrones libres crean cargas electrostáticas. Cuando estos electrones se desplazan de un cuerpo a otro se crea una diferencia de tensión o voltaje, conocida también como diferencia de potencial.

Mientras mas largo sea el trayecto que debe recorrer el líquido a través de las tuberías o el filtro, se producirá más electricidad estática. Si el líquido contiene otras partículas, por ejemplo basura, habrá más electricidad estática. Al separarse dos objetos aumenta el campo eléctrico. Cuando el campo eléctrico alcanza la dimensión necesaria para salvar la distancia entre los dos, se crea un arco eléctrico en forma de chispa y calor y así el potencial se equilibra. Para evitar que se forme este arco, asegúrese que hay un contacto correcto a masa y a tierra.

Los líquidos que circulan en la bomba a través del filtro y manguera, generan una gran cantidad de electricidad estática. Por esta razón es muy importante la prueba de continuidad. Si el líquido pasa por las tuberías a una mayor velocidad, la fricción aumenta y en consecuencia genera una mayor cantidad de electricidad estática. La electricidad estática aumenta cuando la dimensión de las tuberías varía, y cada vez que hay un cambio de dirección (por ejemplo al encontrarse con un codo).

Las tuberías aisladas (sin un contacto a tierra o equipadas con un elemento aislante, como una junta o grasa aislante) o fabricadas con material aislante, se mantienen cargadas después de que pasa el líquido. Los objetos conductivos disipan su carga en la superficie total, un material conductivo aislado, sin un contacto a tierra o a masa con otro material conductivo, se mantendrá cargado y será muy inestable. De esta manera, puede desprender su carga en cualquier momento en otro material conductivo cercano y producir una chispa.

Para que la electricidad estática sea una fuente de incendio o explosión es necesario:

- a) Generar electricidad estática
- b) Acumular y mantener una diferencia de potencial eléctrico
- c) Producir una chispa con energía suficiente
- d) Tener una atmósfera inflamable

Un ejemplo de la utilización común de electricidad estática son las bujías de encendido de un automóvil que producen una chispa para provocar una explosión. Se produce electricidad estática cuando: se mezcla un producto con el agua, cuando un sólido contamina un

producto, cuando aumenta la velocidad de circulación, cuando se mezclan dos productos, cuando los rozamientos son constantes.

Al filtrarse arena u otros contaminantes en el combustible, aumenta la electricidad estática, debido a que existe más fricción. Debe emplearse un tubo de descarga para llenar cilindros o tanques a fin de evitar que el producto salpique. No se debe utilizar filtros a los fangos de un tanque, de esta manera reduce los riesgos de producir electricidad estática.

- g. Atmósferas oxigenadas:** La oxigenación de la atmósfera con un porcentaje de oxígeno ligeramente superior al 21% causará un aumento del rango de inflamabilidad. El cabello, así como la ropa, absorberá el oxígeno y arderá violentamente. Las atmósferas oxigenadas, las cuales extienden el área de inflamabilidad, pueden resultar de la obturación incorrecta de las líneas de oxígeno, reacciones químicas que liberan oxígeno, o de la purga involuntaria de un espacio con oxígeno en vez de aire.

Una gran cantidad de oxígeno puede afectar el cerebro y ocasionar un incendio debido a la reacción química que ocurre con materiales combustibles como el bunker. El exceso de oxígeno puede deberse a una reacción química o a una fuga de un tanque de oxígeno. Casi todos los equipos requieren de un nivel de oxígeno de por lo menos 14% para poder funcionar adecuadamente.

- h. Atmósfera con nivel bajo de oxígeno:** El nivel de oxígeno puede disminuir por diferentes razones, por ejemplo: Oxidación de metales, presencia de otros gases, combustión de gases u otros materiales, por soldadura o corte.

Los gases inertes se utilizan con frecuencia para purgar oxígeno de los tanques de almacén de combustibles que contienen vapores inflamables. No obstante es preferible ventilar ya que estos gases presentan riesgos y peligros de incendio debido a la posibilidad de que se produzca una chispa debido a electricidad estática y a la cantidad de oxígeno que encierra en el espacio confinado. Los gases tóxicos e inflamables pueden generarse al efectuar tareas de soldadura, pintura, etc.

Cuando una atmósfera tiene un nivel bajo de oxígeno se le llama atmósfera asfixiante. Cuando una atmósfera tiene menos de 19.5% de oxígeno se considera una atmósfera asfixiante, ya que esa cantidad de oxígeno no es suficiente para satisfacer los requisitos respiratorios de un humano, y menos aún si se está llevando a cabo un esfuerzo físico. Por ejemplo, el oxígeno de un espacio puede ser consumido por una reacción química, tal como el enmohecimiento de un tanque. En otra situación, la atmósfera original puede haber sido total o parcialmente inertizada de manera intencional, usando gases, tales como el helio, nitrógeno, metano, argón o bióxido carbónico. Muchas veces, las víctimas no se dan cuenta de su situación hasta que les resulta imposible salvarse o incluso pedir socorro. Siempre se deben medir los riesgos, a fin de determinar los procedimientos correctos y el tipo de protección necesaria

4.2 Accesorios para los tanques de almacenamiento de la Terminal de Almacenamiento de productos petroleros para la venta

Cantidad	Descripción
1 Manhole	.Manhole (paso de hombre). Para el ingreso al interior del tanque. De 24 pulgadas de diámetro, Tipo Brida. Construido en le pared del tanque a 0.45 metros de altura
1 Manhole	De 24 pulgadas de diámetro construido en el techo (tapadera superior del tanque). Tipo bisagra. Ver detalle.
1 Respiradero	<p>Su función principal es extraer vapores que se quedan atrapados dentro del tanque, evitando que estos lleguen al punto de inflamación.</p> <p>El paso del aire entre los tubos de 8 pulgadas de diámetro y 24 pulgadas de diámetro, se formará dejando una cruz de lámina de ¼ de pulgada de canto. El anillo de angular de una pulgada y media, (1½“). Por una pulgada y media, (1½“). Por un octavo de pulgada (1/8”). Con malla.- Ver detalle del respiradero.</p>
1 Niple	<p>Niple = Pedazo de tubo con rosca por fuera que sirve para unir dos (2) tubos.</p> <p>De entrada de dos (2) pulgadas de diámetro</p>
1 Niple	De salida de dos (2) pulgadas de diámetro.
1 Niple	De salida de tres (3) pulgadas de diámetro para purga de agua.

1 Niple	De entrada de dos (2) pulgadas de diámetro para calefacción con vapor.
1 Niple	De salida de dos (2) pulgadas de diámetro para retorno de condensado de vapor.
1 Niple	De entrada de tres (3) pulgadas de diámetro para introducción de sonda termostática para entrada calefacción del tanque.
1 escalera exterior	Escalera metálica, 93 huellas de 0.30 metros, 94 contrahuellas de 0.195 metros. Marinero con anillos de protección, con peldaños a cada 0.30 metros.

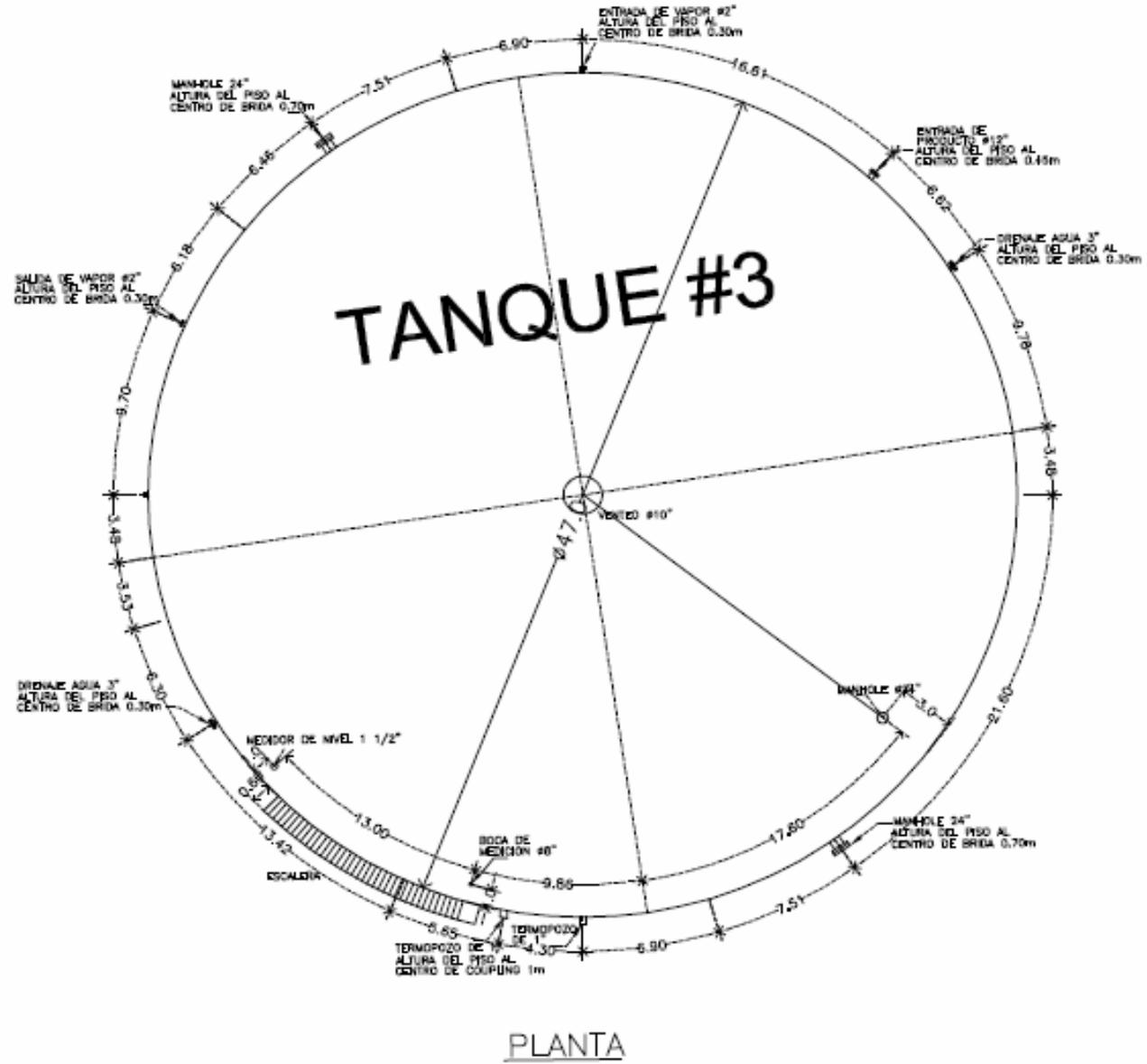
Ver figura 85

Los tanques para almacenar bunker llevarán los siguientes accesorios e instrumentación:

- Venteo atmosférico (VA).
- Medición de nivel mecánica.
- Sensor y transmisor de presión (PT).
- Sensor y transmisor de temperatura (TT).
- Medición de nivel continua (LT).
- Switch de nivel alto y alto-alto para control de llenado tanque.

Los manholes y los respiraderos (evacuan los vapores que se forman dentro del tanque por altas temperaturas). Estos elementos son parte indispensable en los tanques de almacén para su adecuado funcionamiento. El personal de operaciones del área de almacenamiento de combustible debe conocer estas características para evitar riesgos de accidentes.

Figura 85. Accesorios para los Tanques de Almacenamiento



4.3 Identificación en tanques de Almacenamiento

Todos los tanques deben estar debidamente identificados para que el personal del área de almacenamiento conozca el tipo de combustible con el que está tratando y los riesgos que puede ocasionar un mal manejo del mismo.

Todos los tanques de almacenaje deben tener su respectiva identificación que incluye:

- Código de tanque.
- Nombre del fluido almacenado.
- Diamante de peligrosidad según NFPA704.
- Señalización de Riesgo.

A continuación se muestra una breve descripción del diamante de peligrosidad para sustancias químicas.

La parte superior de los tanques de almacenamiento se señalará con el diamante de peligrosidad para sustancias químicas con dimensiones de 2.50m x 2.50m. Ver figura 86

Interpretación de rombo de seguridad:

- Color azul: riesgos a la salud
- Color rojo: inflamabilidad
- Color blanco: riesgos específicos
- Color amarillo: reactividad

Figura 86. Diamante identificativo de peligro, según Norma NFPA 704 (National Fire Protection Association)

DIAMANTE DE PELIGRO O ROMBO NFPA-704	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO	
 <p>PELIGRO PARA LA SALUD</p> <p>PELIGRO DE INCENDIOS</p> <p>Del 0 al 4</p> <p>Del 0 al 4</p> <p>Del 0 al 4</p> <p>W</p> <p>OXY</p> <p>INFORMACIÓN ESPECIAL</p> <p>PELIGRO DE REACCIÓN</p>	<p>CÓDIGO DE RIESGO PARA LA SALUD</p> <p>0 Como material corriente</p> <p>1 Ligeramente peligroso</p> <p>2 Peligroso. Utilizar aparato para respirar</p> <p>3 Extremadamente peligroso. Usar vestimenta totalmente protectora</p> <p>4 Demasiado peligroso que penetre vapor o líquido.</p>	<p>CÓDIGO DE RIESGO DE INFLAMABILIDAD</p> <p>0 Materiales que no arden</p> <p>1 Deben precalentarse para arder</p> <p>2 Entra en ignición al calentarse moderada mente</p> <p>3 Entra en ignición a temperaturas normales</p> <p>4 Extremadamente inflamable.</p>
	<p>CÓDIGO RIESGO DE REACTIVIDAD</p> <p>0 Estable totalmente</p> <p>1 Inestable si se calienta. Tome precauciones normales</p> <p>2 Posibilidad de cambio químico violento. Utilice mangueras a distancia</p> <p>3 Puede detonar por fuerte golpe o calor. Utilice monitores detrás de las barreras resistentes a la explosión</p> <p>4 Puede detonar. Evacue la zona si los materiales están expuestos al fuego.</p>	<p>CÓDIGO RIESGO INFORMACIÓN ESPECIAL</p> <p>W Sustancia reactiva con el agua</p> <p>OXY Sustancia peligrosa por ser muy oxidante.</p>

4.4 Composición y características del combustible

- **Nombre:** HFO (BUNKER)
- **Obtención y usos:** Es un combustible elaborado a partir de productos residuales obtenidos de procesos de refinación del petróleo crudo. Es un aceite altamente viscoso, empleado principalmente en combustión industrial para lo cual requiere un buen precalentamiento. También se emplea en plantas de generación de energía eléctrica.
- **Rombo de seguridad:** Riesgo de inflamabilidad: 2 riesgo para la salud: 0 riesgo de reactividad: 0
- **Otros nombres:** Combustoleo No. 6; Fuel oil No. 6; Fuel oil residual.
- **Reactividad: Estable:** Sí; **Condiciones que deben evitarse:** Es estable bajo condiciones normales de uso. Agentes oxidantes fuertes, calor o llamas; **Incompatibilidades (material para evitar):** Evite el contacto con agentes oxidantes fuertes; **productos peligrosos por descomposición:** La combustión puede producir monóxido y dióxido de carbono e hidrocarburos reactivos. También puede producir óxidos de azufre (Sox). Por descomposición térmica puede producir ácido sulfhídrico.
- **Riesgos de incendio y explosión: Medio extinguidor:** dióxido de carbono, químico seco, espuma. El agua en atomizador o en forma de niebla debe utilizarse como pantalla protectora o para enfriar tanque adyacentes y maquinaria; **procedimiento especial para combate de incendios:** Los bomberos expuestos deben utilizar aparatos de respiración autocontenidos con máscara facial y equipo protector completo; **riesgos especiales por fuego y explosión:** Los recipientes pueden explotar con el calor del fuego. En el espacio de

cabeza de los tanques pueden formarse vapores de los hidrocarburos livianos, esto puede causar riesgo de inflamabilidad / explosión a una temperatura por debajo del punto normal de inflamación del combustible.

- **Riesgos para la salud: Rutas de exposición: Ingestión: NO Inhalación: NO Absorción: NO Contacto: NO Ojos: NO; Efectos agudos:** Por ingestión prácticamente no es tóxico. Los síntomas incluyen irritación, náuseas, vómito y diarrea. Por inhalación puede causar irritación del tracto respiratorio y efectos nocivos en el sistema nervioso central. Los efectos incluirán excitación, euforia, dolor de cabeza, desvanecimiento, somnolencia, visión borrosa, fatiga, convulsiones, pérdida de la conciencia, coma, dificultad respiratoria y muerte. Es moderadamente irritante en la piel. El contacto repetido o prolongado puede resultar en pérdida de las grasas naturales, enrojecimiento, picazón, inflamación, agrietamiento y posible infección secundaria. Puede causar reacciones alérgicas en algunas personas. En los ojos es levemente irritante.

4.4.1 Propiedades físicas y químicas

Para el manejo y almacenamiento del combustible es necesario tener conocimientos acerca de las propiedades físicas y químicas del mismo; los datos que aparecen a continuación son valores típicos y no constituyen una especificación.

Tabla III. Propiedades físicas y químicas del HFO (bunker)

Propiedad	Valor o característica
Viscosidad cinemática a 50 ° C cSt	650
Densidad del vapor (Aire = 1)	Más alta
Densidad a 15 ° C Kg/m ³	995
Punto de inflamación en ° C	87
Punto de autoignición ° C	350
Solubilidad en agua (% peso)	Ninguna
Color	Negro
Olor	Olor petróleo
Inflamable	SÍ
Tóxico	No
Explosivo	No

Fuente: Investigación de campo

4.4.2 Condiciones ambientales

Debido al cambio constante del clima y que los tanques de almacén de bunker se encuentran en una área relativamente expuesta al ambiente, en la que los gases se expanden fácilmente hacia al ambiente; se hace necesario que el manejo del bunker se realice bajo condiciones ambientales determinadas para evitar problemas tanto en operaciones como riesgos por incidentes y accidentes para el personal del área de almacenamiento de combustibles.

Se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- En el área donde se encuentran ubicados los tanques debe tomarse en cuenta que sean áreas frescas, ventiladas, lejos de fuentes de ignición y sustancias incompatibles; debe prohibirse comer, beber y fumar en estas áreas.
- Los tanques deben contar con suficientes conductos de extracción de vapores (respiraderos), que en caso de temperaturas demasiado altas se puedan expulsar al ambiente para evitar daños en los tanques.
- El lugar donde se encuentran ubicados los tanques registran temperaturas altas, pero en ciertas épocas del año se dan temperaturas relativamente bajas, por lo tanto, los tanques deben contar con sistemas que controlen la temperatura de los combustibles y el nivel en ellos; esto para saber con certeza la cantidad almacenada y la temperatura; antes de su uso.
- Controlar los cambios que pueda presentar el clima; para poder tener un sumo control sobre el estado físico de los materiales con los que están fabricados los tanques; para evitar deterioro en los mismos.

4.5 Procedimiento de carga de combustible en Terminal de Almacenamiento

Ubicación del tanque móvil (camión cisterna o trailer):

- Colocación del camión en su lugar de descarga.
- Apagar el motor y las luces del transporte.
- Conectar las conexiones del camión a tierra, para evitar electricidad estática.
- Colocación de conos de seguridad alrededor del lugar de descarga para evitar que los trabajadores pasen sobre las mangueras.
- Mantener extintores en el sitio de descarga.
- Revisar instalaciones eléctricas de las bombas y dispositivos implicados, también revisar conexiones de tierra anti-electricidad estática.

Durante la descarga:

- Nunca dejar el tanque móvil desatendido.
- Mantener al personal involucrado y al piloto observando la descarga.
- El personal de la Terminal deberá estar familiarizado con el manejo de las válvulas del camión para poder cerrar el sistema si se presentan emergencia.
- Revisar las mangueras, válvulas, conexiones de tuberías y el camión para detectar y corregir fugas.
- Detener la descarga si es necesario.

Después de la descarga:

- Drenar la tubería y las mangueras.
- Revisar que los compartimientos de la cisterna estén llenos.
- Cerrar las válvulas del camión.
- Desconectar mangueras.

Nota: En la Terminal de despacho es prohibido que los tanques móviles que transportan combustibles y otros derivados del petróleo, sean estacionados sin su respectivo cabezal.

4.6 Medidas preventivas de seguridad a tomar en cuenta para el manejo de combustible

Para evitar riesgos de accidentes durante el manejo de combustible es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- Los tanques de almacenamiento deben estar instalados a más cien de metros de distancia de fábricas, almacenes, bodegas, a partir de los linderos del área de tanques.
- Las dimensiones y ubicación de los tanques, equipo principal y equipo auxiliar así como la distancia entre cada uno de estos elementos y la distancia a linderos y edificaciones, se registrarán por las especificaciones de la ASTM, el API, la NFPA, y otras entidades de reconocido prestigio.
- Los operarios deberán utilizar el equipo de protección personal y otros controles de seguridad requeridos para el manejo y almacenamiento de líquidos; inflamables o productos combustibles.
- El equipo eléctrico utilizado en áreas de almacenaje de líquidos inflamables y solventes debe estar diseñado especialmente para usarse en lugares con atmósferas peligrosas.

- En cada área de almacenaje debe haber extintores de incendios, del tipo requerido para líquidos; inflamables o combustibles, debidamente inspeccionados. Los trabajadores asignados a estas áreas deberán conocer la ubicación y el método de operación de los extintores de incendios.
- Deberán controlarse los accesos en áreas donde se almacenan líquidos inflamables y/o combustibles. Se harán provisiones para evitar la contaminación del ambiente en caso de derrames de líquidos inflamables y/o combustibles.
- Los líquidos inflamables y combustibles deben almacenarse alejados de estructuras o facilidades aledañas, o separadas por paredes que resistan no menos de dos (2) horas de fuego.
- No se harán trabajos calientes a menos de 50 pies (15 metros) de almacenajes de inflamables o combustibles.
- Se tomarán precauciones para controlar o eliminar fuentes de ignición, como llamas expuestas, luces, cigarrillos, soldaduras, superficies calientes, calor de fricción, chispas, electricidad.
- Los sistemas de protección catódica se diseñarán e instalarán para prevenir la corrosión del fondo de un tanque, cumpliendo los requerimientos de “Criterios para sistemas de protección catódica”.

Con el objetivo de prevenir y combatir incendios se deberá tener como mínimo lo siguiente:

- Solicitar de manera inmediata la acción de la Brigada de Bomberos Industriales de turno.
- Evaluar la situación rápidamente, si es necesario pedir ayuda de los cuerpos de bomberos nacionales.
- Evacuar al personal operativo siguiendo rutas de evacuación de la Terminal hacia los puntos de encuentro, donde se puedan prestar primeros auxilios.
- Contener el incendio utilizando para ello los equipos instalados en el área de de Almacén y despacho para contener el fuego de incendios de productos petroleros se puede utilizar:
 - Extintores de polvo químico seco.
 - Espuma AFFF
 - Dosificadores de espuma para tanques de combustible.
 - Boquillas para pulverización de agua, usar pulverización de agua para:
 - Enfriar las superficies expuestas al fuego.
 - Proteger del fuego al personal.
- Cuando se use pulverizador de agua hay que tomar en cuenta el agua hirviendo que se produce cuando la temperatura del líquido llega al punto de ebullición.

- Tener precaución con las emanaciones que se desprenden al quemarse los productos petroleros como: concentraciones tóxicas de monóxido de carbono, dióxido de carbono, aldehídos irritantes y cetonas. Puede emitir sulfuro de hidrógeno, óxidos de azufre y compuestos de azufre.

Nota: Utilizar vestimenta protectora completa y equipo de respiración positiva.

- 1 extintor conteniendo polvo químico seco del tipo ABC, en condiciones aptas con capacidad de 20 libras, ubicado a una altura entre 1.2 metros y 1.5 metros, libre de obstáculos, en cada de área de: tanques de almacenamiento, y 2 extintores del mismo tipo, por cada 3 bombas de descarga, en las respectivas islas, debiendo revisar la carga de los mismo cada mes.
- Extintores con características indicadas en el paso 1, por cada tanque instalado; extintores a 15 metros, como máximo, entre uno y otro, en áreas de descarga, carga y otras importantes; además un extintor por cada 200 metros cuadrados en áreas aledañas a las anteriores y que sean susceptibles de riesgo de incendio;
- Un chorro o toma de agua, como mínimo, por cada isla de bombas de descarga y en otras áreas de importancia;
- Red de suministro de agua para asegurar el suministro continuo de agua a la red contra incendios, durante 60

minutos como mínimo, conforme a la capacidad del equipo de bombeo;

- Red de suministro de agua-espuma, en áreas de almacenamiento, descarga y áreas de consumo;
- Los tanques contarán con su sistema de cámaras de espuma como agente de prevención, control y extinción de incendios para riesgos de líquidos inflamables.
- Un recipiente que contenga bolsas llenas de arena seca de río, que totalicen medio metro cúbico, en cada extremo de las islas de bombas de descarga y en el área de tanques;
- Rótulos preventivos : Se implantará un sistema adecuado de señalización en la Terminal, mediante el uso de señales informativas, preventivas, prohibitivas o restrictivas y de obligación. Las áreas de estacionamiento vehicular, carga y descarga y bordillos estarán señalizadas con líneas de color amarillo con pintura de aceite.

Rótulos que habrá

- Estacione su vehículo de retroceso
- Extintores
- Hidrantes.
- Inflamable.
- Luces de emergencia.
- Mangueras
- No fumar
- Peligro alto voltaje
- Punto de reunión
- Ruta de evacuación

- Salida de emergencia
- Servicios sanitarios
- Tapones y orejeras para protegerse los oídos.
- Use guantes de protección
- Mascarillas
- Uniforme
- Use anteojos de seguridad
- Use casco de plástico dieléctrico
- Use su equipo protector
- Zapatos de seguridad.

Ø Con el propósito de evitar accidentes, sin perjuicio de otras normas, el transporte por unidad móvil deberá contar como mínimo con las siguientes medidas de seguridad:

- Cada unidad de transporte, portará en lugares de fácil acceso: 2 extintores tipo ABC con capacidad mínima de 10 libras cada uno, en condiciones óptimas de carga y funcionamiento; bloques de madera para impedir rodamiento de los neumáticos; sistema permanente para descargar a tierra la electricidad estática; y, conos y rótulos preventivos para las operaciones de carga y descarga.
- Cada cisterna, tendrá inscrita la palabra INFLAMABLE en color rojo: en su parte posterior, con dimensiones mínimas de 134 por 20 centímetros y letras de 3 centímetros de grosor; y en cada costado, con dimensiones de 198 por 25 centímetros y letras de 4 centímetros de grosor;
- El piloto: deberá portar uniforme y equipo personal de seguridad industrial, no trasportara pasajeros; no conducirá el

medio de transporte a más de 80 kilómetros por hora, descansara 1 hora por cada 4 horas continuas de conducción; y, cumplirá estrictamente las disposiciones de carga, descarga y tránsito;

- Toda unidad de transporte no podrá permanecer más de 3 horas en las estaciones de carga y descarga.

Ø A continuación se presentan algunas medidas que se deben tomar en cuenta en caso de derrames o fugas accidentales:

- Informar inmediatamente al Supervisor de turno y cuarto de control para realizar las medidas de seguridad y contingencia correspondientes en las instalaciones y personal en la Terminal de almacenamiento.
- Ejecutar las válvulas alojadas en los registros en posición abierta para la conducción del producto derramado hacia el tanque separador (water-oil separator), en área de despacho y almacenamiento.
- Cubrir, cercar o cerrar, inmediatamente todos los sumideros de agua de lluvia y las alcantarillas sanitarias. Si es posible bloquee el flujo de materiales derramados con bolsas de arena, trapos y absorbentes.
- Evitar respirar el vapor.
- Evitar inmediatamente el flujo vehicular o de personal ajeno al lugar de identificación del derramamiento.
- Utilizar el equipo adecuado de protección personal.
- Evaluar la situación, determinar si es posible detener el derrame con:
 - Movimiento de válvulas
 - Por absorción con material arenoso y palas

- Por bombeo del producto derramado hacia las rejillas de captación de derrames.
- Evitar el uso de mascarillas que no sean para productos petroleros.
- Evitar el contacto con la piel, los ojos o la ropa.
- Mantener previamente limpio el Separador (water-oil) mediante la extracción de los hidrocarburos después de ser procesados.
- Ejecutar un mantenimiento periódico de limpieza y extracción de grava, arcilla y lodo en el área de decantación y limpieza de los filtros coalescentes de separación en el separador (water-oil), ejecutado por el personal de limpieza de la Terminal de almacenamiento.
- Realizar un mantenimiento periódico semanal de limpieza, a las rejillas de conducción de hidrocarburos al tanque separador (Water-oil) ubicado en área de almacenamiento.
- Depositar la extracción de los hidrocarburos si es posible nuevamente en los tanques de almacenamiento que se encuentren con suficiente espacio libre para su confinamiento, ó recurrir a los servicios de una empresa dedicada a la extracción de estos hidrocarburos.
- La limpieza total del lugar será subcontratada por los servicios proporcionados por la empresa Portuaria Puerto Quetzal.

Ø En caso de lluvias y vientos fuertes:

Acciones de respuesta:

- Inspeccionar líneas eléctricas
- Revisar las estructuras y tuberías en tanques.
- Revisar que el sistema contra inundaciones trabaje adecuadamente.
- Si existe algún daño proceder a las reparaciones pertinentes.
- En caso de inundaciones:
- Toda agua de lluvia es conducida a una fosa de captación por medio de canales de conducción hacia un área de bombeo que trasiega lo captado hacia el sistema de agua del zanjón.
- En caso que falle el sistema:
- Colocar bombas portátiles existentes para drenar al sistema pluvial.

Ø Seguridad e higiene industrial.

Programa de bloqueo y etiquetado

En la Terminal de almacenamiento se implantará un programa de bloqueo y etiquetado, donde se establecerán los lineamientos, normas, instructivos y seguridad.

El bloque y etiquetado protegerá a los trabajadores y equipos involucrados en operaciones de mantenimiento de la maquinaria. Específicamente el bloqueo y etiquetado debe asegurar que no exista la posibilidad de que el equipo o dispositivo sea energizado accidentalmente, puesto en marcha o libere energía almacenada.

El bloqueo y etiquetado esta indicado en actividades de mantenimiento preventivo o correctivo, incluyendo renovación, limpieza o instalación de maquinaria y/o equipo, ya sean parciales o totales. También deberá

aplicarse en actividades de producción /operación siempre que exista la necesidad de quitar o desviar una protección o dispositivo de seguridad así como exponer el trabajador cualquier parte del cuerpo al contacto con cualquier tipo de energía. Todo esto será incluido en los procedimientos de operación y mantenimiento.

A continuación se presentan las normas básicas para la prevención de accidentes.

Normas básicas para la prevención de accidentes

- 1 Uso de equipo de protección personal.
- 2 Orden y limpieza
- 3 Transporte de personal y materiales en la Terminal.
- 4 Andamios
- 5 Escaleras portátiles
- 6 Trabajos en altura
- 7 Izamiento de cargas.
- 8 Equipos móviles y grúas
- 9 Corriente eléctrica
- 10 Soldadura autógena y corte de metales
- 11 Soldadura eléctrica.

1. Uso de equipo de protección personal

- La empresa proporcionará a sus trabajadores el equipo de protección necesario. Es obligación del personal mantener su equipo en buen estado.
- El equipo de protección personal será entregado al trabajador de acuerdo con la labor que desempeñe.
- Es obligatorio el uso del casco, gafas, protección auditiva y botas de seguridad, en todas las áreas de la Terminal, todo el tiempo.
- Los elementos de protección personal deben ser adecuados a la naturaleza del riesgo presente en el trabajo. Los principales elementos de protección son: arnés de seguridad, gafas de seguridad, guantes de cuero o caucho, mascarillas desechables,

protección auditiva, careta para esmerilar, careta de soldador, gafas para oxígeno, otros.

- Las mascarillas contra el polvo aprobadas por NIOSH/MSHA para polvo y niebla con un PEL de no menos de 0.05mg/m³. Ayuda a proteger contra el polvo, incluyendo: carbón, cadmio, cromo, plomo y sílice. Uso recomendado hasta 10X PEL o los límites estándar OSHA.

NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health=Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional.

MSHA: the Mine Safety and Health Administration=Administración Minera de Seguridad y Salud.

PEL (Límite de Exposición Permisible)

OSHA = Administración de Seguridad y Salud Ocupacional.

OSHA es parte del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos de América.

- Se deben usar guantes cuando se trabaje con materiales con filo, como láminas de acero, o se tenga que cincelar o cortar con autógena, clavar, manejar rieles, durmientes y materiales que tengan aristas vivas. Cuando se usen guantes para soldar o cortar con autógena, debe tenerse especial cuidado de que no contengan grasa o aceite, pues éstos reaccionan con el oxígeno. Los operarios que trabajen con electrolitos de baterías o ácidos, o los electricistas que trabajen con circuitos vivos, deben usar guantes de hule, teniendo cuidado que éstos sean adecuados y estén en buenas condiciones de servicio.

- La protección visual que proporciona la empresa debe ser usada invariablemente cuando haya peligro de que puedan penetrar partículas de materiales. Se deben usar anteojos y caretas protectoras al ejecutar operaciones como las siguientes:
 - Cortar tornillo o remaches, hendir o partir tuercas.
 - Rebabear, cortar metal, piedra o concreto.
 - Soldar y cortar con acetileno
 - Tornear, cepillar o fresar aceros duros.
 - Trasegar o manipular ácidos o cáusticos.

2. Orden y limpieza

- El encargado de la Terminal y los trabajadores serán responsables de emplear el tiempo necesario para realizar limpieza y orden de todos los materiales a utilizar en las áreas de trabajo.
- Todo el personal debe cooperar en mantener limpia y ordenada su área de trabajo, absteniéndose de arrojar basura y maltratar pisos y muros.
- Todos los materiales deben ser clasificados debidamente antes de llevarlos a los botaderos, la forma de clasificarlos es la siguiente:
 - Aceites y/o líquidos.
 - Chatarra.
 - Escombros y/o basura de demoliciones.
 - Madera.
 - Plásticos
 - Orgánicos
 - Vidrio.
- Se deberán mantener despejadas las vías de acceso de la Terminal. (libre de obstáculos y materiales)
- Los materiales para almacenar se colocarán de tal manera que se evite su deslizamiento o caída.
- Todas las áreas de trabajo deben mantenerse limpias y ordenadas para lo cual, las rebabas metálicas deben depositarse en el recipiente

para basura y evitar que el aceite lubricante o refrigerante se derrame al piso.

- En las zonas de trabajo de soldadura, se deben arrojar las colillas de los electrodos de soldadura en un recipiente; la escoria, chatarra o desperdicio ocasionado por el corte de piezas, deben depositarse en los recipientes de basura mencionados antes.
- Está prohibido dar mal uso, deteriorar o utilizar para otro fin al que no están asignados, los recipientes mencionados en esta norma.
- El orden y limpieza es responsabilidad de todos.
- Haga buen uso de las instalaciones sanitarias.

3 Transporte de personal y materiales en la Terminal

- Es prohibido transportar personas en los estribos, plataformas, camiones de volteo, montacargas y vehículos de palangana. Únicamente se permitirá viajar dentro de la cabina respectiva.
- El conductor deberá verificar que la carga esté bien asegurada y que no exista persona alguna sobre la misma antes de iniciar la marcha del vehículo.
- Los vehículos deberán estacionarse en el área asignada de una forma ordenadas y en posición de salida, de manera que no obstruya el tránsito vehicular.
- El límite de velocidad en las instalaciones de la plante es de 10 Kilómetros/hora.
- Todo vehículo que entre o salga de la Terminal será revisado en la garita de control por el vigilante de turno.
- Únicamente personal autorizado puede conducir vehículos de la Terminal.

4. Andamios

- Antes de instalar un andamio, se debe hacer la revisión del piso para que quede nivelado, todas las crucetas deban quedar bien aseguradas.
- Los tablonces que se usen en los andamios no deben tener grietas, nudos y deben amarrarse firmemente contra el andamio evitando sobre carga. Donde se realice el trabajo, debe tener por lo menos dos (2) tablonces bien amarrados a la estructura.
- Todo trabajador que realice trabajos en andamios debe usar el cinturón de seguridad.
- Todo andamio cuya elevación sea de dos (2) cuerpos o más sobre el nivel del piso, debe estar provisto de una pasarela en la parte superior consistente generalmente en medio cuerpo de andamio para protección del riesgo de caídas y estar amarrado a la estructura o cuerpo firme resistente. También se debe amarrar con alambre entre sección y sección.
- La disposición de los tablonces o piso del andamio debe impedir el deslizamiento y basculamiento. Además se debe instalar rodapiés en todos los andamios con el fin de detener la caída de objetos y herramientas.
- La capacidad de recepción de los andamios debe estar compaginada por la fuerza del viento, carga viva que es el peso de los trabajadores, herramientas, otros, según para lo cual fueron diseñados y el peso de sus propios componentes.
- La operación de desarme de los andamios se hará después de verificar que ningún objeto se encuentre en él.

5. Escaleras portátiles

- Las escaleras portátiles deberán usarse a un ángulo tal que la distancia horizontal de apoyo superior al pie de la escalera sea un cuarto del largo de la misma.
- Subir y bajar de una escalera, los trabajadores deberán tener las manos libres, agarrar los largueros de los lados con las dos manos y colocarse de frente en la escalera. No deben usarse escaleras metálicas cuando se efectúen trabajos de soldadura o cuando se trabaje cerca de líneas o servicios eléctricos energizados.
- Todas las escaleras de mano, deberán ser construidas con materiales de buena calidad y deberán tener la resistencia necesaria teniendo en cuenta las cargas y tensiones que deben soportar.
- Las escaleras de mano deberán apoyarse sobre una superficie plana, regular y firme.
- Las escaleras de mano se deberán apoyar por igual y en forma apropiada sobre cada una de sus bases.
- Las escaleras portátiles deberán equiparse con bases antideslizantes ya que dichas bases disminuyen el peligro de deslizamiento.

6. Trabajos en altura.

- Trabajo en altura es aquel que se realiza a partir de 1.8 metros sobre el nivel del suelo.
- Está prohibido subir por escaleras improvisadas o en estado deficiente o subir sobre material apilado.
- Si alguien destinado a trabajos en alturas siente mareos, náuseas, debilidad, dolor de cabeza y otra indisposición debe informar inmediatamente al supervisor antes de iniciar la labor.
- Para trabajos en altura el uso del arnés es obligatorio sin excepción.

- Para bajar materiales se debe cuidar que no haya riesgo para las personas que se encuentran debajo, en tal caso hay que avisar al personal de tierra y esperar hasta que el riesgo haya sido corregido.
- Antes de abandonar el sitio de trabajo en alturas hay que cuidar de no dejar materiales y otros elementos sueltos que en un momento dado puedan caer.

7. Izamiento de cargas

- La responsabilidad en el uso de equipos para levantar cargas y la restricción de paso, es directamente del supervisor del área o del montaje.
- Se usarán cables guías cuando haya necesidad de hacer oscilar la carga o guiarla en espacios muy restringidos.
- Ningún trabajador debe montarse sobre la carga que va a moverse y menos aún, viajar junto a ella.
- Las cargas no deben balancearse sobre los trabajadores.
Todo eslingador tiene un deber ineludible para con sus compañeros de trabajo, siempre debe asegurarse que cada uno de sus actos en el manejo de equipo para el levantamiento de cargas sea ejecutado de la manera más segura posible.
- El eslingador deberá verificar que la carga quedó firmemente amarrada y asegurar correctamente la eslinga, antes de darle al operador la señal de levantamiento de carga.
- Es prohibido que persona algún viaje en un gancho, eslinga y otra parte del equipo para levantar carga; tampoco sobre la misma. Nunca use ganchos.
- Se deben usar eslingas dobles (de dos (2) brazos) para manipular las cargas.
- Donde sea posible, argollas o grilletes deben usarse en lugar de ganchos.

8. Equipos móviles y grúas.

- Es obligación de conductores y operadores maquinaria, revisar diariamente las condiciones de su equipo asignado y reportar al supervisor de turno cualquier anomalía encontrada.
- Los conductores de vehículos deben mantener su unidad siempre limpia y el extintor en condiciones óptimas, así como circular el área de trabajo.
- El operador de un equipo de izaje es responsable de la seguridad del equipo y de los componentes izados, por lo que debe cerciorarse que la operación del equipo sea segura.
- Queda prohibido ejecutar maniobras a menos de cinco (5) metros de distancia de líneas eléctricas energizadas.
- Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad en vehículos pesados, montacargas y grúas.
- El operador o supervisor de una maniobra con grúa, no debe permitir que los trabajadores se suban a la misma ni que permanezcan o caminen bajo la carga. Es prohibido usar el equipo como transporte de personal.
- Cuando transporte cargas suspendidas, la velocidad máxima es de diez 10 kilómetros/hora

9. Corriente eléctrica.

- Ningún operario eléctrico deberá trabajar en un circuito vivo hasta tanto no reciba las instrucciones apropiadas, ni efectuar reparaciones, alteraciones o inspecciones que requieran la manipulación de un circuito vivo, excepto en los casos de emergencia, bajo la supervisión personal del jefe respectivo, quien será responsable de la operación.
- Los circuitos vivos deberán ser desconectados y bloqueados con candado antes de comenzar a trabajar en ellos. Los circuitos muertos o desconectados deberán ser tratados como si estuvieran vivos, para

crear un ambiente de precauciones y evitar accidentes por error de otro trabajador.

- Queda prohibido trabajar a una distancia menor de cinco (5) metros de líneas o instalaciones eléctricas energizadas con alto voltaje o en conductores desnudos a partir de de 13.8 Kv.
- Las herramientas manuales eléctricas, lámparas portátiles y otros aparatos similares, serán de voltaje reducido, pero estos deberán estar conectados a tierra para su seguridad.
- En los sistemas eléctricos, las entradas y controles de alta tensión deberán estar localizados en sitios seguros y protegidos convenientemente, para evitar todo riesgo. Se prohibirá el acceso a dichos sitios, únicamente personal autorizado podrá hacerlo.
- Las cajas de distribución de los fusibles y de interruptores se mantendrán en condiciones perfectas de funcionamiento y siempre tapadas para evitar riesgos de accidente, durante la operación normal de las áreas de trabajo así como después de los mantenimientos.
- Los generadores y transformadores eléctricos situados en los lugares de trabajo, estarán aislados por medio de barreras u otros dispositivos de protección y no se permitirá la entrada a estos sitios a personal extraño; se colocarán avisos sobre tal medida.
- Todos los tanques de combustible deben estar aterrizados debidamente antes de efectuar operaciones de carga y transvase.
- Durante la fase de pruebas preoperacionales, los interruptores energizados deben tener tarjetas indicadoras y candados, según sea aplicable, instalados de acuerdo con un procedimiento escrito y aprobado.
- Todos los trabajadores que laboran en el área de energía eléctrica, o cuya actividad se relacione con el manejo de equipos, aparatos, máquinas, motores, líneas y conductores, o sistemas de circuitos eléctricos; deberán aprender las técnicas de primeros auxilios, los

métodos de respiración artificial, como medida preventiva en riesgos de accidentes por shock o electrocución.

- No alterar, improvisar, ni sobre cargar conexiones eléctricas.

10. Soldadura autógena y corte de metales

- Se debe utilizar los elementos de protección personal como caretas, guantes, botas de seguridad, filtros contra gases orgánicos y gafas para cortar.
- No trabajar con las ropas impregnadas de combustible o aceite.
- No usar cilindros vacíos como bancos de trabajo o rodillos.
- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte en los locales que contengan materiales combustibles o en la proximidad de polvos, gases o vapores inflamables, sin autorización y supervisión previa. Los trabajadores de soldadura y corte que se ejecuten en una zona donde estén trabajando otras personas que no sean soldadores, estarán resguardados por pantallas fijas o portátiles, de no menos de 2.15 metros de altura.
- Las paredes y las pantallas permanentes y temporales para los trabajadores de soldadura y corte estarán pintadas de color negro opaco o gris oscuro, para absorber los rayos de luz dañinos y evitar reflejos.
- Se revisaran mensualmente las mangueras de los equipos de oxiacetileno así como válvulas antiretorno de flama y se reemplazarán las que se encuentren deterioradas.
- Se deberán usar carretillas especialmente diseñadas para el transporte de los cilindros de acetileno y de oxígeno.
- Cuando un cilindro de acetileno y un cilindro de oxígeno estén montados conjuntamente entre los cilindros, que estarán colocados con la válvula de descarga de de acetileno dirigida en sentido opuesto al cilindro de oxígeno.

- Los cilindros de acetileno y de oxígeno se colocarán en posición vertical, mantenidos por bandas, collarines o cadenas para evitar que se inclinen o caigan.
- No deberán usarse fósforos para encender un soplete; se usará un encendedor a fricción (chispero).
- Al izar cilindros llenos de gas a niveles superiores y al bajarlos, deben transportarse en canastillas, sujetos firmemente y con el capuchón instalado.

11. Soldadura eléctrica

- Se debe utilizar los elementos de protección personal como caretas, guantes, botas de seguridad, filtros contra gases orgánicos y gafas para cortar.
- no trabajar con las ropas impregnadas de combustible o aceites.
- se utilizarán pinzas apropiadas para el porta electrodo, igualmente la pinza para el cable de tierra, no se aceptarán improvisaciones.
- Los trabajos de soldadura se prohibirán en los locales que contengan materiales combustibles o en la proximidad de polvos, gases., o vapores inflamables.
- Los trabajos de soldadura que se ejecuten en una zona donde estén trabajando otras personas que no sean soldadores, estarán resguardados por pantallas fijas o portátiles, de no menos de 2.15 metros de altura.
- Las paredes y pantallas permanentes y temporales para los trabajos de soldadura y corte estarán pintadas de color negro opaco o gris oscuro, para absorber los rayos de luz dañinos y evitar los reflejos.
- Se revisarán mensualmente los cables de conexión, el porta electrodos y la pinza de tierra, y se reemplazarán cuando se encuentren deteriorados.

- En la soldadura de metales cuyas emanaciones sean tóxicas, los soldadores deberán usar equipos de protección para las vías respiratorias, cuando por otros medios no se puedan eliminar las emanaciones en el punto de operación. En los locales de trabajo se evitará personas que deban permanecer cerca al sitio donde se efectúa la soldadura.
- Todos los trabajos de conexión y desconexión de máquinas de soldar, así como de acondicionamiento para el trabajo, deberá hacerse por personal de mantenimiento eléctrico exclusivamente.
- Los soldadores que aplican procesos TIG (la sigla TIG corresponde a las iniciales de las palabras inglesas “Tungsten Inert Gas”, lo cual indica una soldadura en una atmósfera con gas inerte y el electrodo de tungsteno) y MIG (Metal Inert Gas es también conocido como Gas Arco Metal o MAG, donde un arco eléctrico es mantenido entre un alambre sólido que funciona como electrodo continuo y la pieza de trabajo.) con utilización de gas argón y CO₂, deben tomar precauciones extremas cuando deban soldar en espacios confinados, para lo cual deben tener el permiso y la autorización respectiva para el trabajo.
- Los trabajos en tanques, recipientes y tuberías que hayan estado en operación y conteniendo hidrocarburos, el soldador debe asegurarse que exista un bloqueo de la alimentación del producto y una limpieza completa de los mismos.

Primeros auxilios referidos al manejo del bunker

- a) Inhalación.
- Alejar inmediatamente a la víctima del área contaminada.
 - Aplicar respiración artificial si se para la respiración o si es trabajosa.
 - Mantener a la víctima en reposo.
 - Llamar al médico

b) Ingestión.

- Mantener a la víctima en reposo.
- Nunca tratar de inducir vómitos.
- Llamar al médico.

c) Contacto con ojos y piel

- Enjuagar los ojos con agua abundante durante 15 minutos.
- Lavar la piel con agua y jabón.
- Quitar la ropa contaminada.
- Recibir atención médica si la irritación persiste.

Precauciones y recomendaciones generales

- Evitar la inhalación de vapores.
- Evitar contacto con la piel del bunker y diesel y desechos de éstos y otros químicos peligrosos usando guantes y zapatos resistentes a éstos materiales.
- Quitarse inmediatamente la ropa que se haya contaminado y lavarle antes de volver a usarla.
- Quitarse los zapatos (botas) empapados de petróleo.
- Fomentar los cursos periódicos e institución constante de seguridad industrial.

Ø En caso de Sismos:

- Mantener la calma.
- Suspender el trabajo inmediatamente.
- Apagar y desconectar todas las máquinas y equipos.
- Retirarse de las áreas que tengan planchas de vidrio y de objetos que puedan caer.
- Localizar la ruta de evacuación.
- Evacuar a las personas en forma ordenada.

- Permanecer fuera del edificio en el área de Reunión, que la Brigada de Emergencias ha señalado con anterioridad.
- Una vez pasado el peligro inicial, prepararse para los sismos secundarios.
- Alejarse de las líneas de transmisión de energía eléctrica caídas o colgantes.
- Tan pronto la serie de sismos ha cesado, se deberá proceder a realizar una inspección minuciosa de todas las estructuras, tuberías y soportes de las máquinas.
- No se deberá restablecer el trabajo hasta que esté concluida la inspección, y se haya determinado que toda esta en buenas condiciones.

NOTA: Realizar periódicamente simulacros supervisados de estos procedimientos y actuaciones en caso de sismos.

CONCLUSIONES

1. Los accesorios de las líneas de racks de combustibles fueron adquiridos y desinstalados de la antigua Refinería Texaco, la cual se encontraba con varios años de estar fuera de servicio, estos experimentaron un deterioro corrosivo acelerado por no contar con un adecuado plan de abandono operativo. Los accesorios denotaban residuos de combustibles, agua, corrosión y suciedad. Después de tomar los datos de placas de los accesorios que conforman los racks de despacho, se diseñó su re-instalación para suplir las necesidades de carga en la terminal de almacenamiento de productos petroleros para la venta.
2. El diseño de la Terminal de almacenamiento se efectuó acorde a las necesidades máximas de demanda de la Planta de Generación Térmica Textiles Amatitlán, S.A., con el objetivo de suplir los consumos diarios en los tanques de almacenamiento de combustible, trabajando con todas las unidades a plena carga, 24 horas al día; contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de la sociedad guatemalteca; teniendo en cuenta que la generación por el tipo de combustible bunker desarrolla un papel del 36.4% del parque generador total con el que cuenta Guatemala, diversificando y ampliando la capacidad de almacenamiento de combustibles en las costas sur, y así poder estar al servicio del pueblo guatemalteco con un buen programa de consumo-generación.

3. El control de mantenimiento será llevado a cabo mediante correctos procedimientos de trabajo, con el propósito de llevar un control de las piezas que necesitan ser cambiadas o reparadas de dichos equipos, y especificando en la orden de trabajo el tipo de avería encontrada, para así poder determinar las posibles causas que generaron la falla en la pieza y así realizar la acción correctiva específica; con el fin de mejorar su conservación y asegurar un funcionamiento continuo.

4. Ya que el personal de taller que participó desinstalando los accesorios de las líneas de racks, no tenían conocimiento alguno sobre la operación e instalación de los mismos, se creó la guía de diseño que contiene los conceptos básicos de funcionamiento de los accesorios que conforman las líneas de racks de combustibles, así como la apropiada instalación y puesta en marcha.

5. El plan de manejo y almacenamiento de combustibles está diseñado para proporcionar una respuesta inmediata y eficaz ante cualquier situación de emergencia, con el propósito de prevenir los impactos adversos a la salud humana y al mismo tiempo proteger la propiedad privada. Es importante tener conocimiento de las consecuencias que pueden causar en el ambiente y en la planta un mal manejo y almacenamiento de combustibles. La determinación de estas consecuencias concientiza al personal de la planta, estableciéndose así un método favorable que dará como resultado prevenir y reducir accidentes dando así un incremento en la seguridad laboral del personal, evitar derrames y contaminación al medio ambiente.

RECOMENDACIONES

- Al personal encargado de operación
 1. El Ingeniero en operaciones debe calendarizar la elaboración de un programa de actividades para la operación de la terminal, en conjunto con el Ingeniero de mantenimiento. Ambos departamentos deben estar en concordancia con el cumplimiento de los objetivos de la institución; ya que de lo contrario no se podrá garantizar una correcta operación, control y mantenimiento de cada una de las áreas que integran la actividad comercial de la Terminal.
 2. Por el tipo de institución es indispensable que el Ingeniero en operaciones pueda contar con un laboratorio de análisis de muestras y con el recurso humano para velar por el control de calidad de todos los insumos que ingresan y de los productos de laboratorio, sirviendo de apoyo a la detección de productos no conformes, analizando los embarques de combustible para determinar si estos se encuentran dentro de las especificaciones. Además el ejecutará los análisis y tratamiento de agua para uso en las calderas de vapor, como medio de calefacción en la succión del tanque 3 de bunker "C" para el cuarto de bombas.
 3. Capacitar constantemente al personal de operación, mantenimiento y de laboratorio, para asegurar la correcta aplicación de todos los procedimientos de operación.

4. Es necesario elaborar un reporte diario de venta de despacho de combustibles y verificar que el cuadro de existencias coincida con la existencia física real en los tanques de almacenamiento, en base a un corte de 24 horas, porque de lo contrario puede crearse un conflicto entre los movimientos internos de saldos teóricos y físicos.
- Al personal encargado de mantenimiento
6. Realizar limpieza semanal a todos los filtros de succión en cuarto de bombas y brazos de carga en área de racks, de lo contrario no se podrá proporcionar una correcta protección a los sistemas de medición contra la suciedad y cualquier material ajeno.
 7. Es necesario llevar un control de las hojas de registro de datos que contienen las anotaciones detalladas de las calibraciones y holguras de desgaste de los medidores, a realizarse bajo una frecuencia de tres (3) meses. Estas calibraciones deben ser presentadas ante el Ministerio de Hidrocarburos según los estipula su reglamento al obtener la Terminal su licencia de operación.
 8. El Ingeniero en mantenimiento debe de documentar todo tipo de trabajos realizados en las bombas y en los medidores contadores, supervisando y dando seguimiento a los programas de mantenimientos, evaluando los resultados tanto a corto como a largo plazo. De lo contrario no se podrá extender la vida útil de los accesorios que conforman las líneas de racks de despacho de combustibles, ni se podrán tener altos los índices de confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

9. Realizar un inventario de repuestos para el adecuado funcionamiento de las instalaciones electromecánicas de la Terminal. Sin estos rubros en bodega no será posible atender cualquier avería que se presente.

10. Instruir constantemente a los mecánicos con sistemas de capacitación fácil y de rápida comprensión (boletines informativos) sobre los accesorios de los racks de despacho de combustible, con el fin de mejorar la formación académica del recurso humano

- A la Gerencia.

11. Es necesario aplicar de forma inmediata la propuesta del manual de manejo y almacenamiento de combustible y así mejorar las condiciones de trabajo mitigando de esta forma cualquier tipo de accidente.

- Al ingeniero de seguridad e higiene de la planta.

12. Verificar que los operadores del área de almacenamiento de combustible y técnicos de pista cuenten con equipo de protección personal, adecuado a las necesidades del trabajo que van a realizar y que conozcan debidamente el uso del mismo.

13. Efectuar constantes inspecciones para verificar si todo el personal está cumpliendo con los procedimientos propuestos en el manual de manejo y almacenamiento de combustible, para minimizar los

riesgos de cualquier conato de incendio, daños a la propiedad privada y a la integridad física de los trabajadores.

14. Poner especial atención en la distribución del equipo contra incendios, debido a que de esto depende la rapidez de extinción de cualquier siniestro. Una adecuada distribución ayudará a que el personal cercano al incendio tenga a su alcance el equipo necesario en un menor tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baumeister Theodore, Eugene A. Avallone. Manual del Ingeniero Mecánico. Segunda edición en español México. McGraw-hill. 1998 Volumen 3
2. CATERPILLAR INTERNATIONAL. Manual de Instrucciones de servicio de motores diesel. File: A. 3ra ed. México 2005
3. Castillo Escobar, Rodolfo. Estudio de Evaluación de impacto ambiental Proyecto Terminal de Almacenamiento de productos petroleros para la venta Sector V. Empresa Portuaria Quetzal Kilómetro 102, Escuintla Puerto Quetzal. Ing. Industrial colegiado 1027, abril 2008.
4. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el trabajo. Guatemala, 1957.
5. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Nómima de productos de petróleo y sus denominaciones, características y especificaciones de calidad. Guatemala, 2005.
6. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Ley de comercialización de hidrocarburos y su reglamento general. Guatemala, 1999.
7. Méndez de León, Eleazar Pablo José Mantenimiento y selección de sellos en la planta de generación eléctrica "GESUR". Trabajo de graduación Ing. Mecánico Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007

8. Planos de operación "Texas Petroleum Company Texaco Escuintla Guatemala" Abril 1988

9. Soto Cobar. Martín Emilio. Implementación de un programa de seguridad e higiene industrial en la planta central térmica Escuintla del INDE. Trabajo de graduación Ing. Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2000

10. "FMC Technologies Instalación/operación/mantenimiento (Agosto 2008) Boletín MNO1011S". <http://www.fmctechnologies.com/>

APÉNDICE

PROTECCIÓN CATÓDICA

¿Qué es la Corrosión?

La corrosión es un proceso electroquímico capaz de destruir una estructura metálica por la acción de numerosas celdas galvánicas que se forman en su superficie cuando dicha estructura está inmersa en un medio acuoso conductor. Estas celdas son "pilas" y como tal están formadas por un ánodo y un cátodo unidos eléctricamente y un electrolito que los baña.

Ánodo es aquel electrodo del cual fluye la corriente positiva en forma de iones hacia el electrolito. Aquí ocurre la "oxidación" la que implica la pérdida de metal.

Cátodo es aquel electrodo del cual fluye corriente negativa hacia el electrolito. Aquí ocurre la "reducción", la corriente llega desde el electrolito y el metal se protege.

Electrolito es el medio en que el ánodo y cátodo están inmersos y que tiene capacidad para conducir corriente. Los electrolitos más habituales son agua dulce, agua de mar y tierra.

Unión metálica. El ánodo y el cátodo están conectados por un conductor de primera (metálico) que conduce la corriente, por fuera del electrolito.

Sin estos 4 elementos no hay corrosión galvánica. Esto debe tenerse muy en cuenta, porque para evitar o disminuir la corrosión, se puede actuar sobre cualquiera de ellos.

Una superficie de metal inmersa en un electrolito, forma por diferencia de potencial entre los materiales de la superficie, pilas de corriente que circulará por el medio acuoso, de ánodo a cátodo, desgastándose el primero y protegiéndose el segundo.

Con las pilas que forman los pares de metales se construye la "serie electroquímica" que indica cual de los metales será ánodo y se corroerá en contacto "galvánico" con otro.

Serie Electroquímica

Los metales tienen una tendencia natural a la corrosión, unos más que otros. Esta diferencia hace que existan metales "nobles" que no se corroen naturalmente y metales muy reactivos, que incluso no pueden existir en estado metálico porque se corroen con mucha facilidad en el aire o en agua.

Esta diferencia natural entre los metales produce el efecto de "corrosión galvánica" que es el responsable de la corrosión acelerada que sufre un metal bajo ciertas condiciones. Al estar en contacto eléctrico dos metales diferentes e inmersos en un electrolito agresivo como el agua de mar, se produce la aceleración de la corrosión por efecto galvánico.

¿Cómo evitar o minimizar los efectos de la corrosión?

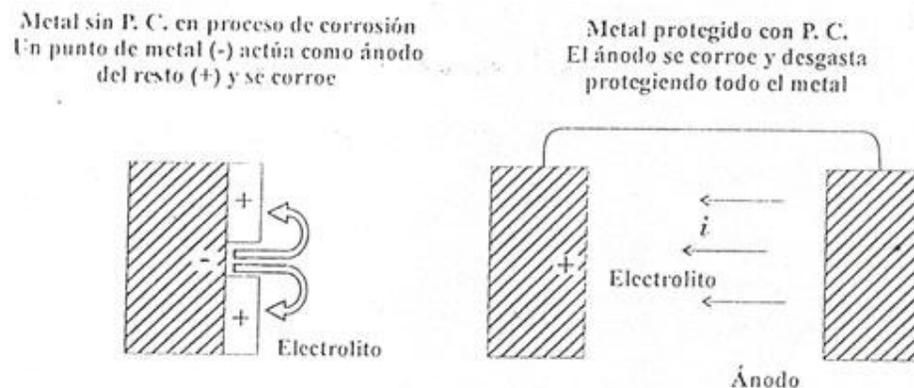
Hay muchas formas de disminuir los efectos de la corrosión, dependiendo de que tipo de corrosión sea, pero lo más aconsejable del punto de vista técnico y económico para estructuras inmersas en un electrolito agresivo como el agua de mar, es utilizar el efecto combinado de un buen revestimiento (pintura) complementado con Protección Catódica (P.C.). Esto es especialmente válido para los cascos de barco, las boyas, los estanques, otros. Para los muelles y los puertos es más conveniente aplicar P.C. sobre la estructura desnuda.

El revestimiento hace que los ánodos y cátodos naturales formados en la superficie queden aislado del electrolito impidiendo la formación de las pilas galvánicas naturales. La P.C. complementa esta acción, ya que la pintura nunca es 100% perfecta y durante el servicio, la estructura pintada (Ej: Casco del barco) sufre rayaduras que hacen que una pequeña superficie quede expuesta al electrolito, comenzando ahí el ataque corrosivo y extendiéndose por debajo de la pintura rápidamente. Si hay ánodos de sacrificio o de corriente impresa que envíen corriente a ese punto, se impide la corrosión. La pintura durará mucho más con P.C. Y los ánodos durarán más si la pintura cubre la mayor superficie posible, ya que en este caso los ánodos solo envían corriente a los puntos donde ha sufrido una falla la pintura.

Una pintura perfecta que se mantuviera así durante todo el tiempo, no necesitará P.C., pero eso no es posible. Los rayones y los golpes deterioran rápidamente el casco del barco o de cualquier estructura en el mar. Por su parte, una P.C. bien calculada no necesitará ser complementada con pintura, pero la cantidad de ánodos necesarios para el casco lo hace impracticable. En los muelles y tablestacas de los puertos se usa la P.C. sin pintura, pero la masa de ánodos puede ser mucho mayor ya que no van sobre elementos flotantes.

El efecto de la P.C. es formar deliberadamente una pila similar a las pilas de corrosión, colocando ánodos para que entreguen corriente, haciendo que la estructura sea el cátodo.

Figura N° 1 - Protección catódica



Sin Protección Catódica, se producen las siguientes reacciones naturales:

- 1) $\text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$ (reacción de corrosión en zona anódica)
- 2) $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2 \text{OH}^-$ (reacción de protección en zona catódica en presencia de O_2)

que es lo mismo que:

- 3) $\text{Fe} + 2 \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{Fe}(\text{OH})_2$ con ánodos de sacrificio, la situación es la siguiente:

- 4) $\text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ (reacción del ánodo de sacrificio)
- 5) $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2 \text{OH}^-$ (reacción de protección en el cátodo)

La reacción 4) reemplaza a la 1) que es la ecuación de corrosión.

La Protección Catódica hace **CÁTODO** toda la estructura a proteger.

Estas son reacciones de **óxido-reducción**, dependientes entre sí. Si no hay "*receptores de electrones, no puede haber dadores*". Una forma de impedir que la reacción 1) se realice, es impedir que la 2) lo haga.

El costo de la P.C. es mínimo en relación al daño que evita en estructuras de alto costo como muelles, tablestacas, casco de barcos, boyas, lanchones, emisarios, estanques, cañerías, etc. Otra ventaja importante de la P.C. es que detiene la corrosión de estructuras ya corroídas.

La P.C. se aplica de dos formas, **con ánodos galvánicos o "de sacrificio"** y **con corriente impresa**. En esta última, los ánodos no son de sacrificio, por el contrario, lo que interesa es que duren lo más posible. *La corriente impresa no proviene de la disolución de los ánodos.*

La corrosión se detiene cuando se hace fluir una corriente eléctrica de magnitud suficiente para contrarrestar las celdas galvánicas mencionadas en la primer parte. Esta corriente, que va desde una fuente externa hacia la estructura puede obtenerse de un **rectificador o generador (corriente impresa)** o de un ánodo de sacrificio (corriente galvánica) que forma una pila con la estructura impidiendo la corrosión.

Estructuras metálicas expuestas a sufrir problemas de corrosión severa, son, por ejemplo barcos, barcazas, pontones, diques boyas, muelles, tablestacados, o sea todo artefacto sumergido parcial o totalmente el agua (electrolito), especialmente agua de mar. También en tierra, en situaciones determinadas, puede afectar a cañerías y ductos, estanques, torres petroleras e incluso de conducción eléctrica.

Los metales que se usan para fabricar ánodos galvánicos de P.C. son los tres primeros de la serie de potenciales de electrodo de los metales en agua de mar, constituyendo determinadas aleaciones. Los ánodos de **magnesio**, primero de la serie, pueden ser usados en tierra y agua dulce y los otros dos preferencialmente

en agua de mar, pudiendo utilizarse el ánodo de **zinc** también en agua dulce, bajo ciertas condiciones de conductividad. El ánodo de aluminio no puede ser utilizado en aguas de bajo contenido de **cloruro**, porque se pasiva.

Los metales mencionados, si están solos sin constituir aleaciones, tienen tendencia natural a "pasivarse", esto es, no seguir corroyéndose y entregando corriente, por lo tanto cesan en su calidad de ánodos. Lo mismo sucede cuando los contenidos de impurezas exceden lo permitido por las normas. Estas aceptan un máximo contenido de Fe bastante estricto. Para evitar este problema, las aleaciones para ánodos son fabricadas con metales electrolíticos puros, incluyendo además de los galvánicos, dos tipos de elementos; los afinadores de granos y los despasivantes. Por otra parte, la técnica de fabricación del ánodo debe estar orientada a obtener un grano fino y muy parejo, de forma de evitar la corrosión intergranular y la segregación, que harían que el ánodo se gastara en forma irregular y generara menos corriente de la que corresponde.

Ánodos Galvánicos

Los ánodos galvánicos están hechos de una aleación de potencial más bajo que el de la estructura a proteger y se conectan directamente o por medio de un cable conductor a dicha estructura. Como las corrientes involucradas en la P.C. son débiles y de bajo potencial, es fundamental que la unión metálica ánodo-estructura sea de muy baja resistencia.

Estos **ánodos galvánicos** son también llamados "**ánodos de sacrificio**" porque son gradualmente consumidos en forma natural por la acción del par galvánico que se produce, generando corriente y protegiendo así a la estructura a la cual están conectados, evitando su corrosión.

Ahí donde entra corriente continua positiva desde el electrolito no habrá corrosión, ya que la corrosión involucra salida de corriente hacia el electrolito.

Los materiales que se usan en ánodos galvánicos son las aleaciones de **aluminio, de zinc y de magnesio**.