

**DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS  
DOCUMENTAL EN SELLOS MECANICOS Y  
SISTEMAS AUXILIARES DE SELLADO DE  
RESPALDO AL DEPARTAMENTO DE APOYO  
TECNICO A LA PRODUCCION (ATP) - GERENCIA  
COMPLEJO BARRANCABERMEJA (GCB)**

**DIEGO FERNANDO BARRERA MANTILLA  
WILLIAM FERNANDO LOPEZ CANDELA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2008**

**DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS  
DOCUMENTAL EN SELLOS MECANICOS Y PLANES  
AUXILIARES DE SELLADO DE RESPALDO AL  
DEPARTAMENTO DE APOYO TECNICO A LA  
PRODUCCION (ATP)-GERENCIA COMPLEJO  
BARRANCABERMEJA (GCB)**

**DIEGO FERNANDO BARRERA MANTILLA  
WILLIAM FERNANDO LOPEZ CANDELA**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director**

**JAVIER RUGELES PEREZ  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2008**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de grado a mis padres por su esfuerzo durante todos estos años en formar la persona y el profesional en que me he convertido

Diego Fernando Barrera Mantilla

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi Madre, a mi Padre y a mi hermano por su apoyo incondicional todos estos años.

William Fernando Lopez Candela

## **AGRADECIMIENTOS**

De manera especial y sincera agradecemos a todas las personas que colaboraron al desarrollo de este proyecto, a nuestro director Javier Rúgeles y el profesor Omar Gelvez por su colaboración desinteresada.

Al personal de ECOPETROL Ing. Jesús David Cubillos, Ing. Andrea Vergara e Ing. Carlos García por su apoyo y colaboración en el desarrollo de este proyecto.

Al personal de JOHN CRANE Ing. Javier Cardona, Ing. Anderson Molina, Ing. Heriberto Tona e Ing. Mauricio Acuña, por su respaldo e interés durante todo el tiempo de desarrollo.

## CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1. PRINCIPO DE FUNCIONAMIENTO DE SELLOS MECANICOS</b>	<b>3</b>
1.1 Componentes	4
1.2 Sellado Primario	6
1.3 Película de Lubricación Interfacial	7
1.4 Clasificación De Sellos Mecánicos	8
1.4.1 Rotativo o Estacionario	8
1.4.2 Balanceados o No Balanceados	10
1.4.3 Montaje Interior O Exterior	12
1.4.4 Por Característica De Diseño	13
1.4.4.1 Resorte Único O Monoresorte	13
1.4.4.2 Resortes Múltiples	14
1.4.4.3 Sello No Metálico	15
1.4.4.4 Sello De Fuelle Metálico	15
1.4.5 Por Su Disposición	16
1.4.5.1 Dual Espalda Contra Espalda	16
1.4.5.2 Dual Cara Contra Cara	17
1.4.5.3 Dual Cara Contra Espalda O Tandem	18
1.5 Lubricación Y Enfriamiento	19
1.5.1 planes auxiliares para sellos mecánicos	20
1.5.1.1 plan API 53c	21

<b>2. PROYECTO PILOTO EN SELLOS MECANICOS DE LA PLANTA DE AROMATICOS</b>	<b>22</b>
2.1 programa estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo planta aromáticos	23
2.1.1 acciones correctivas a realizar en e quipos planta aromáticos	30
2.2.1.1 equipos 1300	31
2.1.2 Criterios de selección de fluidos de barrera	36
2.1.3. Recomendación para sistema de llenado de reservorios de plan de sellado 52 en planta Aromáticos.	40
2.1.4 Conexión de tubería a tea y drenajes Conexión de instrumentación sistemas de alarma	42
2.1.5 Condiciones de operación planta Aromáticos	50
2.1.6 Calculo de potencia mínima requerida por un enfriador en planes de sellado.	54
2.1.7 Información de montaje planes de sellado	56
2.2.7.1 Selección de la platina de orificio correcta plan de sellado	58
11	
<b>3. DESCRIPCION DE LA BASE DE DATOS</b>	<b>61</b>
3.1 mapa del documento	64
3.2 información detallada planes auxiliares de sellado	65
3.3 causas y modos de falla	68
3.4 selección global de materiales, sello mecánico y plan de sellado	70
3.5 materiales en sellos mecánicos	72
3.6 general de sellos	77
3.7 glosario	81

<b>CONCLUSIONES</b>	83
<b>RECOMENDACIONES</b>	85
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	86
<b>ANEXOS</b>	89
A . Programa estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo planta aromáticos.	90
B . Planes auxiliares de sellado	261

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Principio de funcionamiento de los sellos mecánicos	3
Figura 2. Elementos de un sello mecánico	4
Figura 3. Componentes de un sello mecánico	4
Figura 4. Sello primario	5
Figura 5. Sello secundario	5
Figura 6. O-ring y Empaque	6
Figura 7. Fugas en el sellado primario	7
Figura 8. Lubricación Interfacial	8
Figura 9. Sello rotativo	9
Figura 10. Sello estacionario	9
Figura 11. Sello no balanceado	11
Figura 11. Sello balanceado	12
Figura 12. Montaje de sello mecánico	13
Figura 13. Sello monoresorte	14
Figura 14. Sello multiresorte	15
Figura 15. Sello no Metálico	15
Figura 16. Sello Metálico	16
Figura 17. Arreglo espalda contra espalda	17
Figura 18. Arreglo cara contra cara	17
Figura 19. Arreglo Cara Contra Espalda O Tandem	18
Figura 20. Esquema Plan API 53C	21
Figura 21. Principales anomalías encontradas en plan 52	24
Figura 22. principales observaciones en planes 11, 21, 23 acompañados del plan 52	25

Figura 23. Esquema recomendación plan 52	40
Figura 24. Propuesta para el llenado de los reservorios	41
Figura 25. Plan 11(Flushing)	56
Figura 26. Selección platina orificio	58
Figura 27. Presentación inicial de la base de datos	62
Figura 28. Panel de control de la base de datos	63
Figura 29. Mapa del documento	64
Figura 30. Item planes de sellado (Plano) de la base de datos	65
Figura 31. Item planes de sellado (información) de la base de datos	66
Figura 32. Ejemplo lista de chequeo	67
Figura 33. Ejemplo información de respaldo de la lista de chequeo	67
Figura 34. Causas y modos de falla	68
Figura 35. Información causas y modos de falla	69
Figura 36. Ilustraciones causas y modos de falla	69
Figura 37. Selección de materiales	71
Figura 38. Códigos de Selección	71
Figura 39. Item usos y aplicaciones de los materiales	72
Figura 40. Elementos de sellado secundario O-ring	73
Figura 41. Compatibilidad O-ring	73
Figura 42. Elementos de sellado secundario Empaques	74
Figura 43. Compatibilidad Empaques	74
Figura 44. Materiales caras de sellado	75
Figura 45. Combinación Materiales caras de sellado	75
Figura 46. Características de los metales en sellos mecánicos	76
Figura 47. Características de los metales en sellos mecánicos	76
Figura 48. Selección fluido Barrera o Amortiguante	78
Figura 49. Limite de Temperaturas fluido barrera o Amortiguante	78
Figura 50. Diagrama ejemplo Mapa del documento de Teoría de sellos	79

Figura 51. Teoría básica de principios de sellos	79
Figura 52. Instalación de sellos mecánicos	80
Figura 53. Verificaciones de Instalación de sellos mecánicos	80
Figura 54. Instalación tipo cartucho	81
Figura 55. Instalación tipo no cartucho	81
Figura 56. Glosario	82

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Planes auxiliares para sellos principales	20
Tabla 2. Plan API 53C	21
Tabla 3. Principales anomalías encontradas en plan 52	24
Tabla 4. Principales anomalías encontradas en planes 11,21,23 acompañados de el plan 52	25
Tabla 5. Características fisicoquímicas de los fluidos barrera y amortiguantes	39
Tabla 6. Condiciones de operación planta Aromáticos	50
Tabla 7. Lista de chequeo para Plan 11	56
Tabla 8. Información de respaldo lista de chequeo, plan de sellado 11	57
Tabla 9. Información de respaldo lista de chequeo, plan de sellado 11	59

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Programa estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo planta aromáticos.	90
Anexo B. Planes auxiliares de sellado	261

## GLOSARIO

- **Arreglo sencillo:** Se refiere a una bomba con un solo sello mecánico por cada cartucho insertado en la bomba.
- **Arreglo doble no presurizado:** Arreglo que contiene dos sellos mecánicos por cartucho insertado, con una cámara contenedora del sello a una presión inferior a la cámara de presión del sello.
- **Arreglo doble presurizando:** Arreglo que contiene dos sellos mecánicos por cartucho insertado, utiliza un fluido externo de barrera a una presión mayor a la de la cámara de presión del sello.
- **Blistering:** Fenómeno de ampollamiento que aparece en las caras de los sellos mecánicos por diferentes razones sin saber exactamente cual de ellas lo produce, entre las principales se encuentra el uso de fluido lubricante de grado muy alto de viscosidad.
- **Carcinogénico:** Perteneciente o relativo a la capacidad de provocar el desarrollo de un cáncer.
- **Cartucho:** Unidad contenedora del sello mecánico. Incluye las caras de los sellos, los elementos flexibles (resorte, fuelle, elastómero).
- **Embriotóxico:** Sustancia que puede causar daños a la descendencia durante la primera etapa del embarazo, desde la concepción hasta la etapa fetal. También se le llama agente embriotóxico.

- **Fluido Barrier:** Fluido utilizado en los reservorios de los planes de sellado 53 a una presión superior a la cámara de presión del sello de la bomba.
- **Fluido Buffer:** Fluido utilizado en los reservorios de los planes de sellado 52 a una presión inferior a la cámara de presión del sello de la bomba.
- **Fluido flasheante:** Se refiere al fluido cuyas características físico químicas le permiten vaporizar a condiciones atmosféricas.
- **Flushing:** fluido de proceso utilizado sobre las caras del sello mecánico generalmente con el objetivo de lubricar o refrigerar.
- **Mutagénico:** compuesto o agente que induce mutaciones, como la luz UV o algunos compuestos químicos. Mutágeno
- **Orientación Tandem:** Sello doble en el que las caras de los dos sellos mecánicos están orientadas en la misma dirección.
- **Orientación back to back:** Sello doble en el que las caras de los dos sellos mecánicos están orientadas en dirección contraria.
- **Orientación face to face:** Sello doble en el que las caras de los dos sellos mecánicos están orientadas en la misma dirección.
- **Planes de sellado:** Se refiere a los también llamados sistemas auxiliares de sellado.

- **Quench:** Fluido neutro como agua o vapor usado en el lado atmosférico (lado del sello mecánico expuesto a condiciones atmosféricas) del sello mecánico que retarda la formación de sólidos que interfieren con el movimiento del sello u otros propósitos.
- **Sistemas Auxiliares de sellado:** Son los sistemas de apoyo al sello mecánico para que este trabaje en un entorno adecuado independiente del fluido de proceso bombeado y para evitar que las fugas de fluidos peligrosos a la atmósfera afecten al personal de planta.
- **Teratogénico:** que genera malformaciones.

## RESUMEN

### **TÍTULO:**

**DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS DOCUMENTAL EN SELLOS MECANICOS Y PLANES AUXILIARES DE SELLADO DE RESPALDO AL DEPARTAMENTO DE APOYO TECNICO A LA PRODUCCION (ATP)-GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA (GCB).**

### **AUTORES:**

Diego Fernando Barrera Mantilla  
William Fernando Lopez Candela

### **PALABRAS CLAVES:**

Sello mecánico, sello sencillo, sello doble, planes auxiliares de sellado, flush, quench.

### **DESCRIPCIÓN:**

El objetivo de este proyecto es Contribuir con la misión de la Universidad Industrial de Santander, de atender las necesidades del sector productivo del país, realizando un trabajo integral para reducir las emisiones de gases y líquidos peligrosos así como minimizar la tasa de falla en los equipos de bombeo debido al mal funcionamiento y operación de los sellos.

El proyecto se fundamenta en un estudio integral que contiene todas las recomendaciones de reparación, actualización, mantenimiento, selección, montaje y rediseño de todos los planes de sellado conforme la norma API 682 y recomendación de fabricantes. Estas recomendaciones tienen como fin ejecutarse en trabajos día a día y en la parada de la planta Aromáticos de la refinería (GCB) ECOPETROL.

El producto es una base de datos de fácil manejo que suple la necesidad de información del personal de operaciones, técnico e ingenieril en este campo. Esta base de datos permite al usuario conocer los principios de funcionamiento de un sello mecánico y de los planes auxiliares de sellado, así como las recomendaciones, usos, limitaciones, condiciones de operación, instrucciones de montaje, causas y modos de falla, selección del sello mecánico y el plan auxiliar de sellado en función del fluido de proceso. Todas estos servicios que presta la base de datos, hacen de este proyecto una herramienta muy útil para personal relacionado con los sellos mecánicos.

## SUMMARY

**TITLE:**

**DEVELOPMENT OF A DOCUMENTARY DATABASE ON MECHANICAL SEALS AND SECONDARY SEALING PLANS FOR BACKING OF DEPARTMENT OF TECHNICAL SUPPORT TO PRODUCTION (TSP)-BARRANCABERMEJA COMPLEX MANAGER'S OFFICE (BCM)**

**AUTHORS:**

Diego Fernando Barrera Mantilla  
William Fernando López Candela

**KEY WORDS:**

Mechanical seal, simple seal, double seal, secondary sealing plans, flush, quench.

**DESCRIPTION:**

The objective of this project is to contribute to the Universidad Industrial de Santander mission of supplying the needs of the productive sector in our country based on an integral work aimed at both reducing emissions of harmful gases and fluids and minimizing the failure rate in pumping equipment resulting from defective functioning and operation of seals.

The project is based on an integral study which includes preparation, update, maintenance, selection, mounting and redesign recommendations for sealing plans under both API 682 standard and manufacturer recommendations. These recommendations are intended for application to day-to-day works and during the shutdown of the ECOPETROL (BCM) refinery Aromatics Plant.

The result is an easy usable database arising out of lack of sufficient knowledge and information available for operational, technical and engineering personnel in this field. This database will allow users to be knowledgeable of fundamentals of mechanical seals operation, limitations, operation conditions, mounting instructions, causes and types of failures, selection of mechanical seals, and secondary plans in function of the process fluid. All these services the database will provide turn this project into a very useful tool for any aspect related to mechanical seals.

## INTRODUCCIÓN

Ante el creciente interés de ECOPETROL en especial GCB (Gerencia Complejo Barrancabermeja) por aplicar la tecnología de sellos mecánicos en sus equipos de bombeo con el objetivo de alcanzar altos índices de confiabilidad en sus equipos de bombeo y en consecuencia reducción de paradas no programadas de estos, reducción de riesgos potenciales por emisiones del fluido de proceso y disminución en los costos de funcionamiento de estos equipos, se inicio un proyecto piloto a comienzos de 2007 para estandarizar según norma API los sistemas auxiliares de sellado en la planta Aromáticos de la refinería GCB.

Durante los estudios realizados en este proyecto se logro determinar que una de las razones por las que fallan los sellos mecánicos en la refinería es la falta de entrenamiento e información con que cuenta el personal acerca de este tema, esto conlleva a cometer errores como por ejemplo de montaje u operación.

En consecuencia, se presenta la necesidad de ofrecer al personal de la refinería relacionado con el tema de sellos mecánicos una solución práctica, de fácil acceso y disponible a cualquier hora y en cualquier lugar, entre las distintas posibilidades que se consideraron se opto por desarrollar una base de datos que respaldara la labor del personal de ECOPETROL por cumplir en su totalidad las condiciones anteriores.

Por consiguiente en la primera fase de este documento se incluye el estudio realizado para el proyecto piloto de estandarización de sistemas auxiliares de sellado en equipos de bombeo Planta Aromáticos, con el que se definieron

principales causas y modos de falla relacionados con el área de sellos mecánicos y el alcance de la base de datos como los temas a incluir en esta y los usuarios a los que esta orientada. Es importante resaltar que este proyecto ya inicio la ejecución de algunas de las recomendaciones por lo cual se demuestra el compromiso e interés de la refinería con el área de los sellos mecánicos.

A continuación describiremos los capítulos contenidos en este documento de manera general.

En el capítulo 1 se presentaran los principios básicos de funcionamiento de los sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, descripción, planos, tipos , arreglos y categorías.

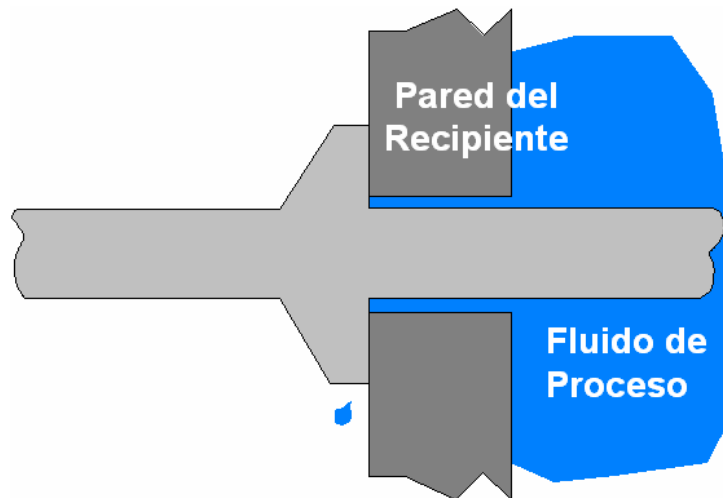
En el capítulo 2 se denotara el estudio piloto desarrollado para la planta de Aromáticos incluyendo las auditorias realizadas con el fin de respaldar las razones por las cuales se elaboró la base de datos y sustentar los temas incluidos en esta.

El capítulo 3 muestra el diagrama de flujo de la información contenida en la base de datos, se describe la interfaz principal, los ítems principales que se pueden consultar y las ventajas que ofrece.

## 1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE SELLOS MECANICOS

Los sellos mecánicos funcionan como se muestra en la figura número 1 La función del sello es reducir al máximo las fugas del fluido de proceso presentes en las bombas centrífugas, agitadores, turbinas, compresores, etc. entre el eje y la carcasa del equipo.

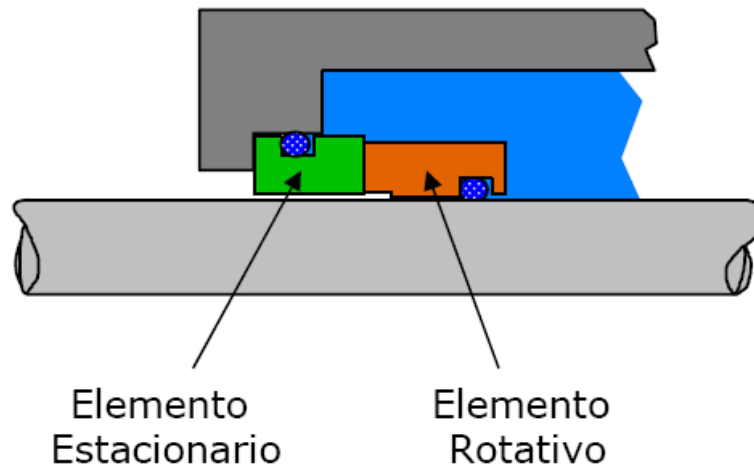
**Figura 1. Principio de funcionamiento de los sellos mecánicos**



**Fuente: Sellos Mecánicos Principios Básicos, John Crane, Heriberto Tona**

Un sello mecánico consiste de 2 componentes, uno estacionario y otro rotativo que gira en contacto con él, para lograr un sellado con un mínimo de fugas.

Figura 2. Elementos de un sello mecánico

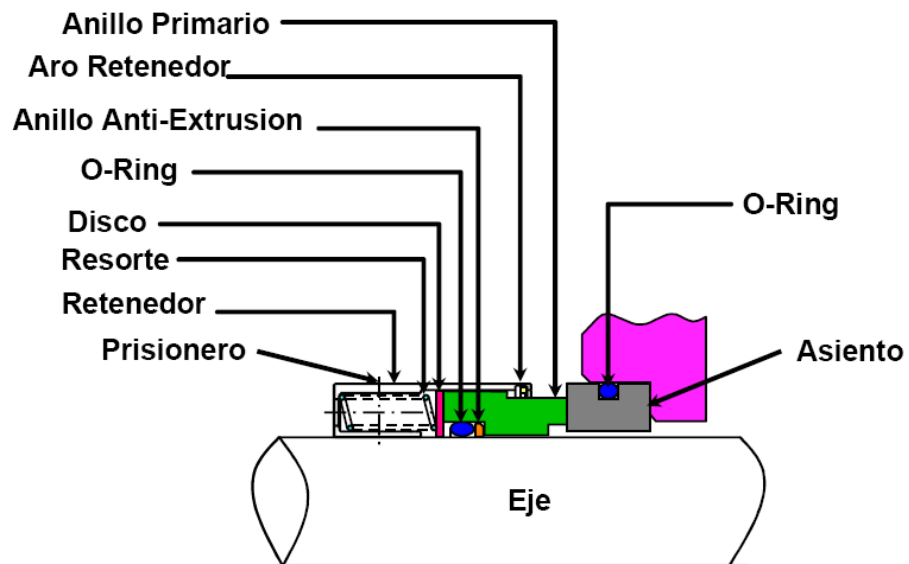


Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

### 1.1 Componentes

El diseño del sello mecánico más sencillo y práctico consta de los siguientes componentes :

Figura 3. Componentes de un sello mecánico



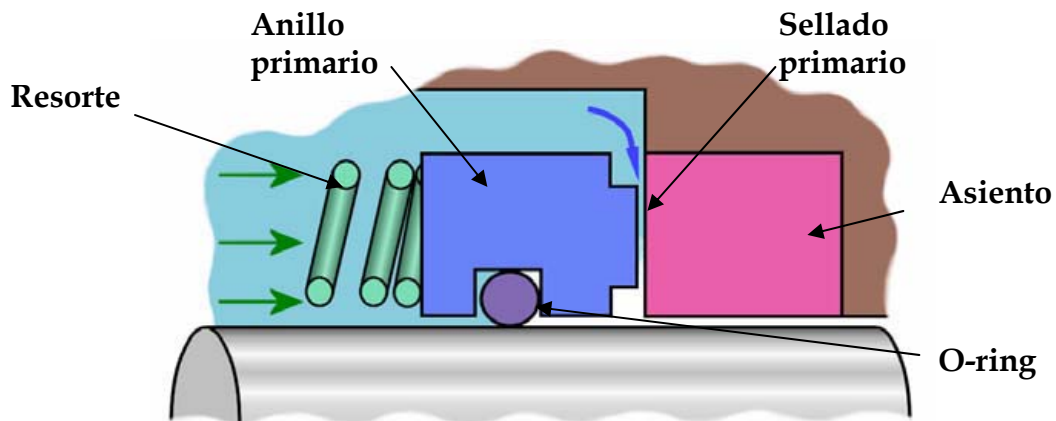
Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

- Un elemento de sellado primario desgastable y estacionario. (Asiento)
- Un elemento de sellado primario desgastable y rotativo. (Anillo Primario)
- Elementos de sellado secundario y terciario. (O-rings)
- Uno o varios elementos de empuje para mantener los elementos de sellado primario 1 y 2 en contacto permanente uno contra el otro. (Resortes)
- Componentes auxiliares para transmitir el movimiento. (Componentes Metálicos)

Un sello mecánico tiene tres puntos principales de sellado.

1. El sello entre la cara rotativa (anillo primario) y la cara estacionaria (asiento). Este se conoce como sello primario.

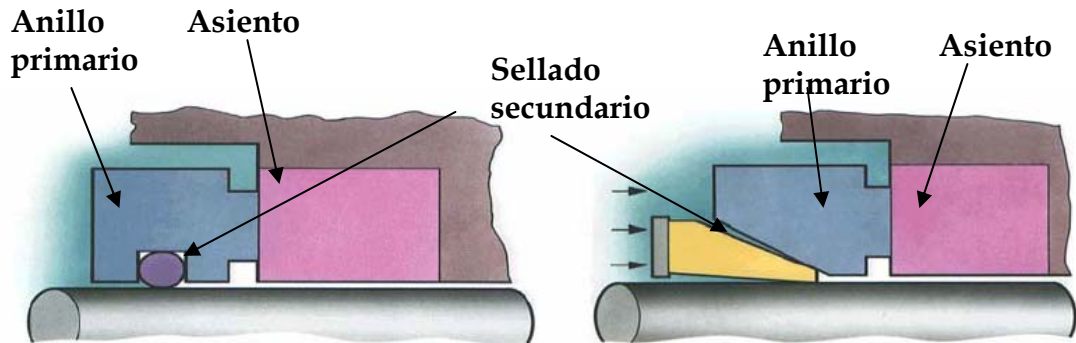
**Figura 4. Sello primario**



**Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona**

2. El sello entre el elemento rotativo y el eje o la camisa del eje. Este se conoce como sello secundario y podría ser un o-ring como se muestra, una 'cuña' o cualquier tipo similar de empaque.

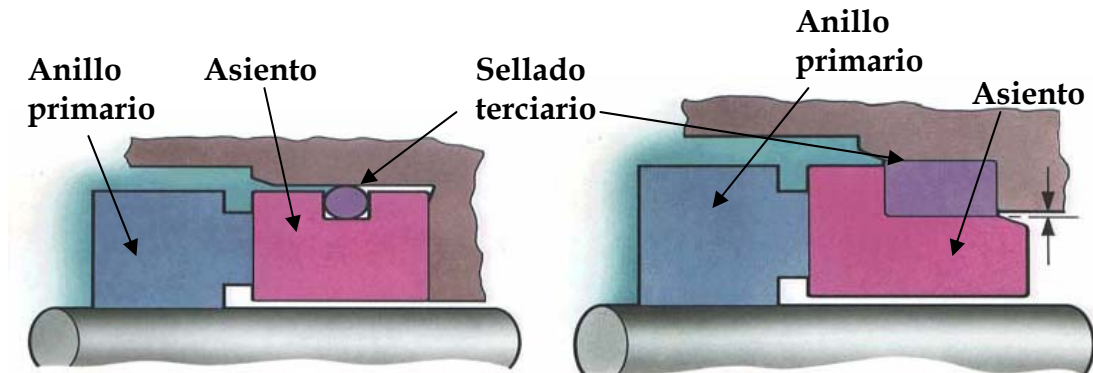
Figura 5. Sello secundario



Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

3. El sello entre el asiento y su alojamiento en la brida o carcasa, éste es normalmente un empaque o un o-ring.

Figura 6. O-ring y Empaque



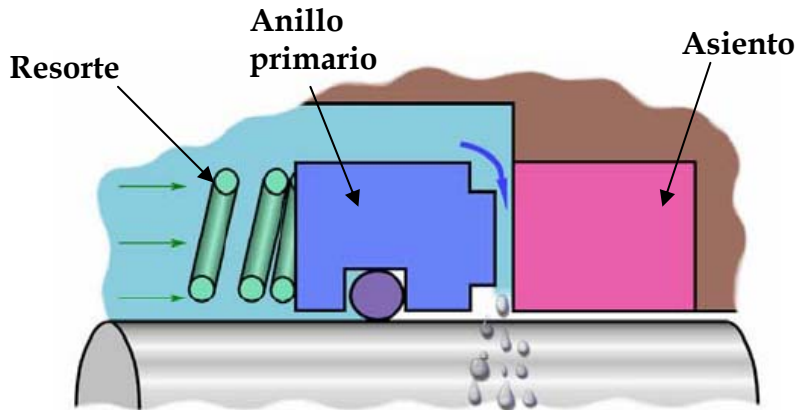
Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

## 1.2 Sellado Primario

De los tres puntos principales de sellado el número uno, entre las caras del elemento rotativo y estacionario es el punto que necesita más consideración. Este sello 'primario' es la base del diseño de todos los sellos mecánicos por cumplir la función principal. Las superficies de las caras de los componentes rotativos y estacionarios que 'friccionan' deben ser extremadamente planas, de hecho, normalmente su planitud debe estar dentro de dos bandas de luz (método óptico de medir la planitud). Esta planitud minimiza las fugas hasta

el punto que para todos los propósitos e intenciones son casi inexistentes. De hecho, existen fugas entre estas dos caras pero son invisibles a simple vista, pues aparecen en forma de vapor.

**Figura 7. Fugas en el sellado primario**



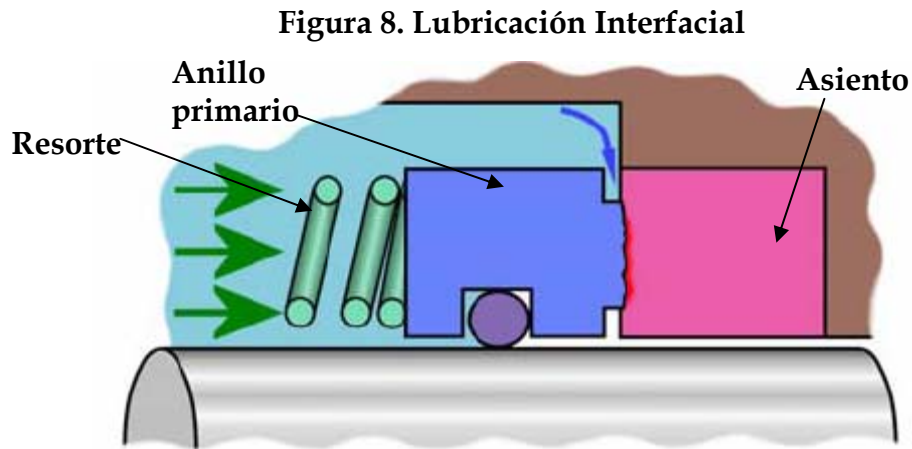
Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

### **1.3 Película de Lubricación Interfacial**

Si los componentes rotativos de un sello mecánico girasen entre sí sin forma alguna de lubricación, se desgastarían muy pronto debido a la fricción de las caras y al calor que esto genera. Es por esto que se requiere lubricación y en esta etapa de nuestra consideración, esta lubricación se proporciona mediante una pequeña película del líquido objeto del sellado. Ésta se conoce como película de lubricación y mantener su estabilidad es de primordial importancia, si el sello ha de funcionar de forma satisfactoria. La película de fluido ha sido y sigue siendo objeto de debate e investigación y se vuelve más interesante según se progresa en materia de sellos mecánicos. El producto que se está bombeando forma una película de fluido estable a través de las dos caras del sello. El calor generado por la fricción entre caras puede

aumentar bajo alteraciones de las condiciones de operación dando como resultado una vaporización del líquido entre las caras.

Si se produjese esta vaporización y no hubiera una película de fluido estable entre las caras, se presentaría un rápido desgaste y el sello fallaría.



Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

#### 1.4 Clasificación De Sellos Mecánicos

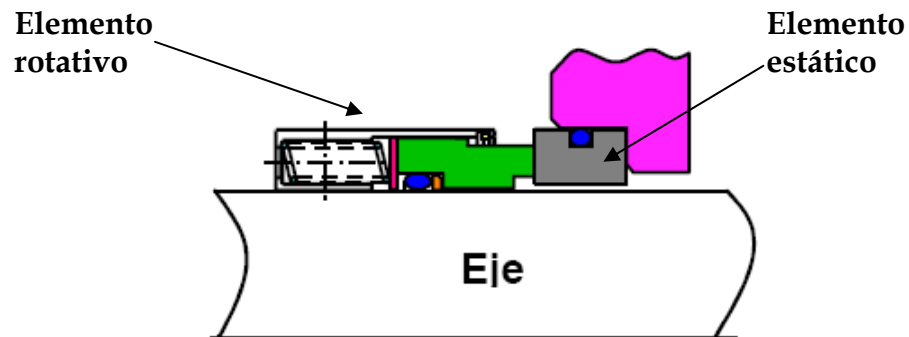
Se clasifican en cinco formas básicas, pero un tipo de sello podría comprender dos, tres, cuatro o incluso cinco combinaciones diferentes de dichas formas básicas.

- Rotativo o estacionario
- Balanceado o No balanceado
- Montaje Interior o Exterior
- Por característica de diseño
- Por su disposición

### 1.4.1 Rotativo o Estacionario

Como ya sabemos, un sello mecánico consta de dos componentes básicos, el cabezal del sello y el asiento, como se muestra a continuación en la figura numero 9

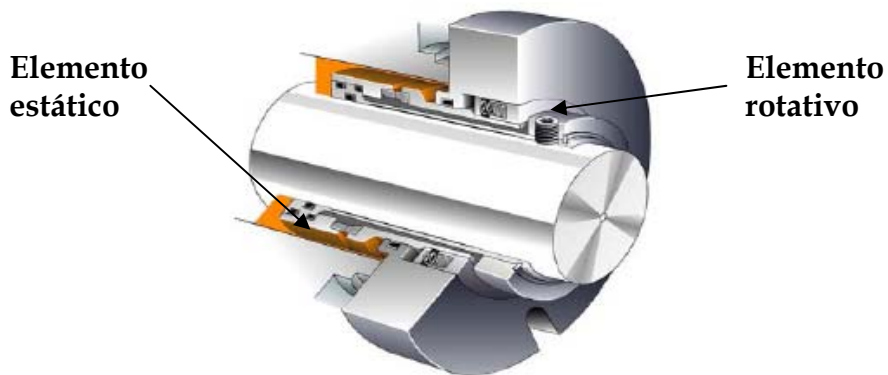
Figura 9. Sello rotativo



Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

En la disposición ilustrada, El cabezal de sello está fijado al eje, girando con él, por lo que se le denomina sello rotativo (el elemento rotativo contiene los resortes). Esta es la disposición más común de las dos disposiciones. Similarmente si las posiciones de los dos componentes se invierten y el cabezal de sello (que contiene los resortes) se mantiene estacionario sobre la brida, y estableciéndose como componente rotativo el asiento que gira con el eje o camisa, el sello se denomina estacionario:

**Figura 10. Sello estacionario**



**Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona**

Se pasa de unidad rotativa a unidad estacionaria principalmente cuando las velocidades de rotación (Medidas en la periferia de la cara de sellado rotativa) se aproximan o están por encima de los 25m/seg. (5000 f.p.m.). A estas velocidades, las fuerzas dinámicas superan las limitaciones de la unidad rotativa llegando a deformarla. Un sello estacionario evita el movimiento excesivo del sello secundario, mantiene de forma satisfactoria el recorrido del componente primario de sellado y maneja los altos momentos torsionales involucrados. A estas velocidades, si el cabezal estuviera girando, su peso, mayor que el del asiento acentuaría cualquier movimiento del eje o distorsión.

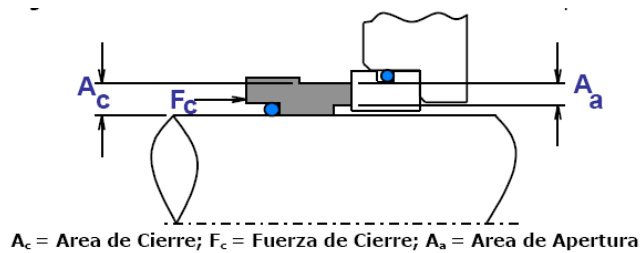
#### **1.4.2 Balanceados o No Balanceados**

Los sellos mecánicos también se refieren como balanceados o no balanceados. Más correctamente, deberían ser referenciados como hidráulicamente balanceados o sin balancear hidráulicamente. La diferencia es de carácter geométrico y para efectos de funcionalidad el sello balanceado puede soportar más presión sin perder la película de lubricación interfacial.

La relación de balanceo se define como el cociente entre el área de cierre y el área de apertura y su dimensionamiento se utiliza para controlar la fuerza entre caras.

El sello no balanceado es la forma más sencilla de una unidad de sello mecánico rotativo con asiento estacionario: Se caracteriza porque el área de acción de la fuerza de cierre ( $A_c$ ) es ligeramente mayor al área de contacto de las caras o área de apertura ( $A_a$ ) (relación de balanceo mayor a 1).

**Figura 11. Sello no balanceado**



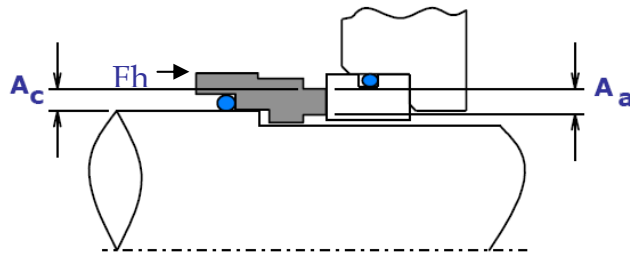
**Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona**

La presión de la caja de sellado más la presión del resorte tienden a cerrar las caras y al asiento de la unidad hacia sí. Sin embargo, hay una película de fluido entre las caras, sujeta a un gradiente de presión hidrúlica entre la presión de la caja de sellado y la presión atmosférica. Se supone que el gradiente de presión es lineal. Esto, de hecho, origina una fuerza en forma de cuña que intenta separar las caras.

Según la presión de la caja de sellado aumenta, la presión que actúa sobre el área de sellado de las caras aumenta, la cuña se hace menos eficaz hasta que finalmente la película de fluido de la cuña se rompe y no hay lubricación. Las caras se destruyen entre sí y se dice que el sello primario ha fallado debido a una inadecuada lubricación. La presión máxima que un Sello sin balancear puede soportar depende del diámetro del eje, la velocidad, los materiales de las caras y la naturaleza del fluido que se está sellando, pero siempre es inferior a la presión de un sello balanceado.

En el sello balanceado la presión de la caja de sellado permanece igual y la utilizaremos para reducir la presión de la cara.

**Figura 11. Sello balanceado**



**Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona**

En el diagrama anterior hemos proporcionado un eje con un escalón de reducción de diámetro. Las condiciones hidráulicas permanecen iguales que para la consideración del sello no balanceado. La diferencia es que la unidad rotativa está sujeta a una presión igual y hay un equilibrio hidráulico del área de contacto. La presión en la caja de sellado ahora actúa sobre el área 'Aa' del sello. El resultado es que la carga de la cara se reduce.

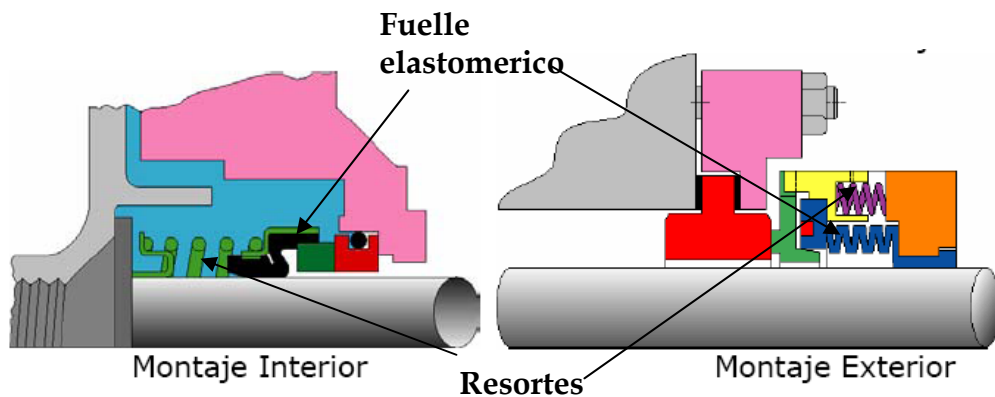
La presión en las caras ( $P_{\text{caras}}$ ) resulta menor que la presión hidráulica del fluido bombeado ( $P_{\text{hidráulica}}$ ), producto de la reducción del área de acción de la fuerza hidráulica invariable ( $F_{\text{hidráulica}}$ ). En resumen:

$$P_{\text{hidráulica}} = \frac{F_{\text{hidráulica}}}{A_c} > P_{\text{caras}} = \frac{F_{\text{hidráulica}}}{A_a}$$

### 1.4.3 Montaje Interior O Exterior

Sencillamente esto se relaciona con la posición en que va montado el sello mecánico. Es decir, si el sello va montado dentro de la bomba se considera de montaje interior. Si va montado fuera de la bomba se considera montaje exterior.

Figura 12. Montaje de sello mecánico



Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

Las razones para seleccionar un montaje exterior de un montaje interior son 2. Si el sello no cabe en la cámara de sellado se debe realizar un montaje exterior en lugar de uno interior, y la otra razón para seleccionar un montaje exterior es cuando se bombean fluido muy agresivos para los materiales del sello

mecánico, así se reduce al máximo el contacto del sello con el fluido de proceso.

#### 1.4.4 Por Característica De Diseño

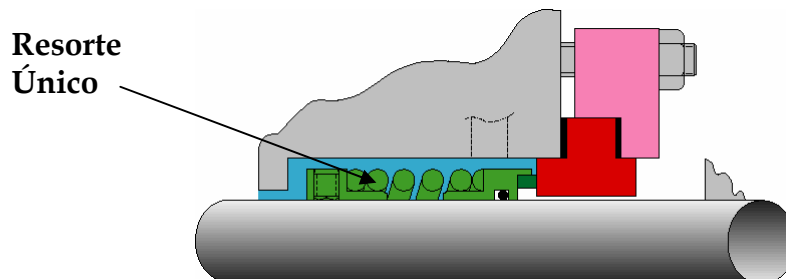
Esto normalmente se relaciona con:

- Si la fuerza de cierre del sello es por resorte sencillo, multiresorte o fuelle.
- Si el sello secundario es una cuña, empaque u o-ring.
- Separación de la sección metálica del sello del producto.
- Una combinación de las tres primeras.

##### 1.4.4.1 Resorte Único O Monoresorte

Sellos flexibles y relativamente fáciles de instalar. En versiones de volumen son de bajo costo y sólo pueden utilizarse con presiones de bombeo bajas hasta un máximo de 80 psi y velocidades bajas de superficie de eje cuando se trata de un diseño normal sin balancear. En las versiones de proceso pueden resistir hasta 425 psi sin balancear y hasta 1200 psi balanceados. El resorte sencillo genera un área de baja presión de apoyo en la cara de cierre, que da como resultado un desgaste DESIGUAL de la cara. Dependiendo de su diseño, a veces sólo puede girar en una dirección.

**Figura 13. Sello monoresorte**



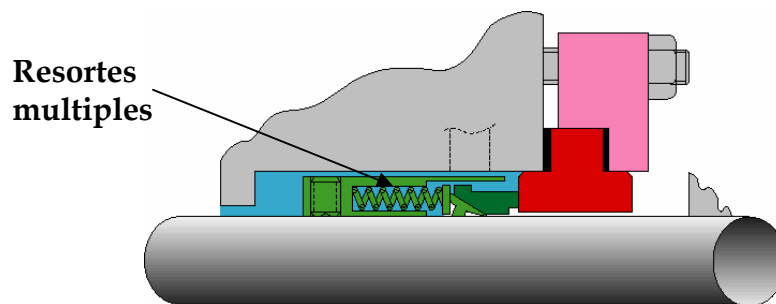
Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

#### 1.4.4.2 Resortes Múltiples

Puede tolerar velocidades de eje y presiones mayores que la versión de resorte sencillo. Proporciona carga uniforme de la cara. Puede girar en ambas direcciones.

Normalmente más fácil de balancear hidráulicamente. Es un sello de mayor precisión y por tanto es preferido en aplicaciones de procesos. Puede resultar más costoso.

**Figura 14. Sello multiresorte**

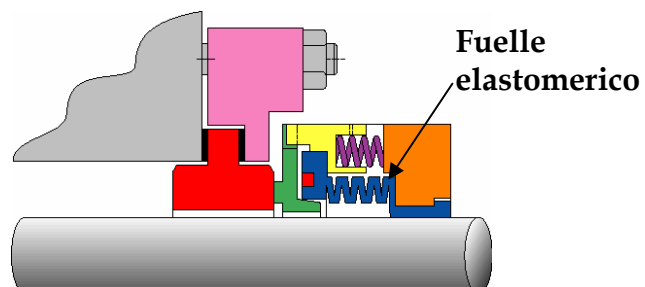


Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

#### 1.4.4.3 Sello No Metálico

Diseñado para aplicaciones químicas corrosivas. Consiste en un fuelle completamente en PTFE (Teflón). Normalmente la cara es de carbón o teflón, también es conocido como sello químico o externo.

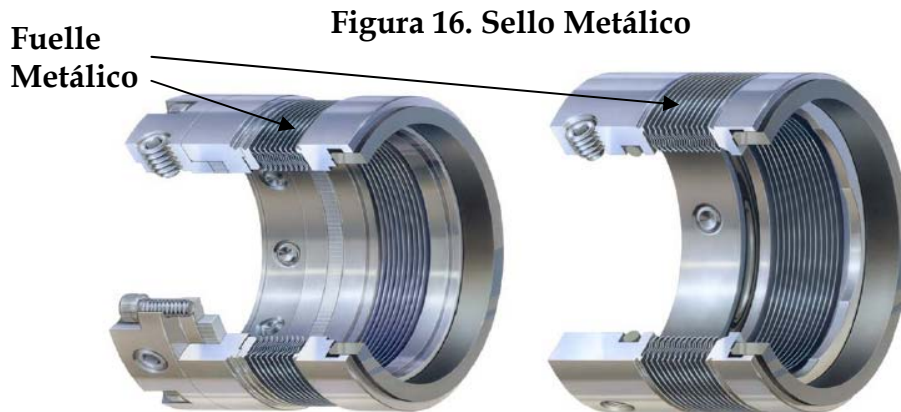
**Figura 15. Sello no Metálico**



Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

#### 1.4.4.4 Sello De Fuelle Metálico

Desarrollado para aplicaciones de alta temperatura en la industria petrolera. Sin embargo puede usarse en bajas temperaturas usando o-ring elastomérico como sellante secundario. Puede obstruirse con facilidad y si el fuelle se fisura, puede dar como resultado una gran pérdida del producto.



Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

#### 1.4.5 Por Su Disposición

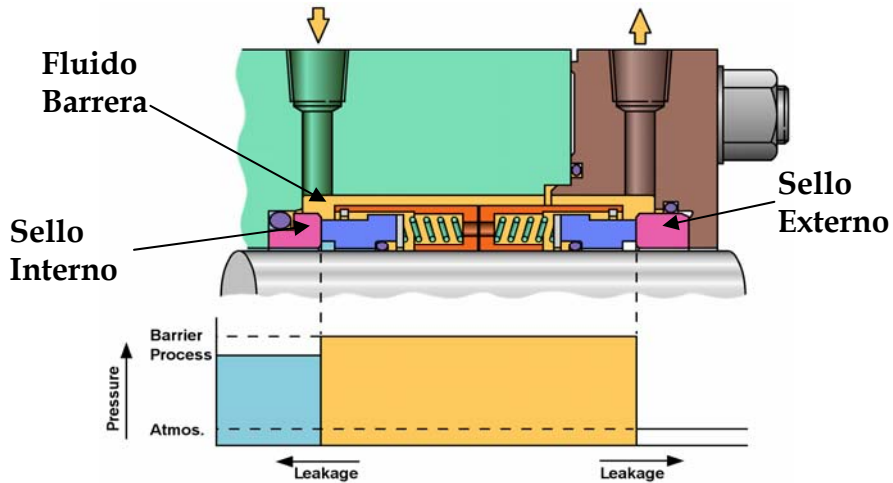
Hasta ahora, sólo se ha considerado sellos sencillos, pero la seguridad, la salud y las consideraciones ambientales, hacen que se requiera cada vez más, medidas para asegurar que no se produzcan fugas a la atmósfera o que se diluyan de forma idónea en un sitio de disposición segura. Para lograr esto, existen varias adiciones a una disposición de sello sencillo que merecen atención. Sin embargo, las disposiciones de mayor seguridad son las que están formadas por más de un sello. Básicamente existen tres disposiciones de sellos de seguridad:

- Dual espalda contra espalda
- Dual cara contra cara
- Dual cara contra espalda ó Tándem.

### 1.4.5.1 Dual Espalda Contra Espalda

A continuación se ofrece un boceto típico de esta disposición:

Figura 17. Arreglo espalda contra espalda



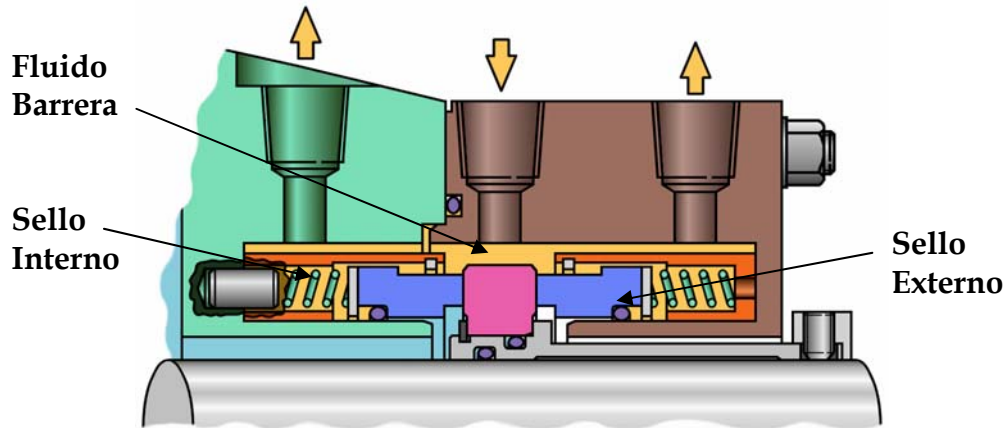
Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

Como su nombre lo indica, en esta disposición se montan dos sellos en la caja de estopas espalda con espalda. Se utiliza para planes de sellado presurizados como lo indica el diagrama de presiones.

### 1.4.5.2 Dual Cara Contra Cara

Esta disposición es típica como se muestra en el siguiente boceto:

Figura 18. Arreglo cara contra cara



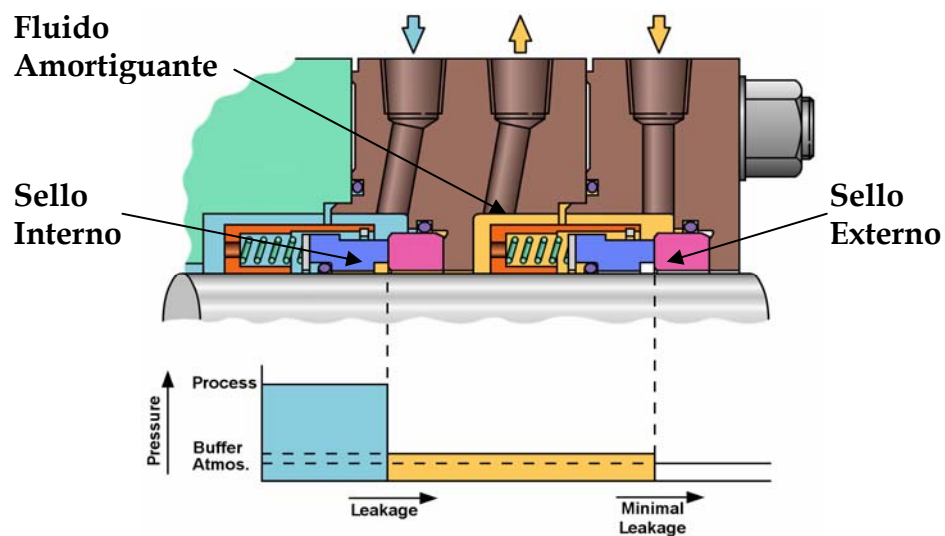
Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

La disposición del sello doble, cara con cara, no es una disposición muy común y principalmente es una alternativa a la disposición espalda con espalda cuando la caja de sellado es poco profunda para acomodarla.

#### 1.4.5.3 Dual Cara Contra Espalda O Tandem

La disposición es como se indica en el siguiente boceto:

Figura 19. Arreglo Cara Contra Espalda O Tandem



Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

En esta disposición, el sello interno actúa exactamente como un sello sencillo, de forma que el trabajo debe ser adecuado para un sello sencillo. La presión del fluido amortiguante (buffer) es menor que la presión de sellado y una vez más, el sello exterior actúa como un sello sencillo para sellar la presión del fluido amortiguante. Como la mayoría de las disposiciones de sello doble, el sello Tandem es normalmente un sello de seguridad y se utiliza para sellar medios tóxicos, volátiles, cancerígenos y medios similarmente peligrosos. Elimina la formación de hielo de algunos fluidos que al contacto con la atmósfera, expanden y se congelan. Esto se logra aislando el fluido ó diluyéndolo en un medio amortiguante mediante la aplicación de un sello dual no presurizado. Es también un sello de seguridad al 100%. Cuando falla el sello interno, el sello externo actúa hasta que el equipo rotativo se pueda parar para su mantenimiento. En el sistema de sellado auxiliar se pueden incorporar sistemas de alarma de presión para advertir sobre el fallo del sello interno. El diseño del sello requiere una gran longitud de instalación y esto podría dar como resultado problemas radiales de funcionamiento debido a la gran proyección horizontal de los cojinetes.

### **1.5 Lubricación Y Enfriamiento**

El contacto de las caras de los Sellos Mecánicos produce una fricción que debe ser minimizada para evitar recalentamiento y desgaste de las mismas. La solución es proveer una película interfacial de lubricación que evite el contacto directo. Esta película debe ser renovada constantemente mediante circulación de un fluido para poder realizar sus dos funciones primordiales: Lubricación y Enfriamiento.

Dependiendo del tipo de fluido bombeado, de sus características y de las condiciones en las cuales se bombea, variará el sistema de soporte para

garantizar que se produzca la adecuada lubricación y enfriamiento de las caras del sello mecánico. En base a esto el API (American Petroleum Institute) ha especificado los diferentes sistemas de soporte denominados como Planes API o sistemas auxiliares de sellado. En la siguiente tabla se referencia los planes de sellado.

### 1.5.1 PLANES AUXILIARES PARA SELLOS MECANICOS

**Tabla 1. Planes auxiliares para sellos principales**

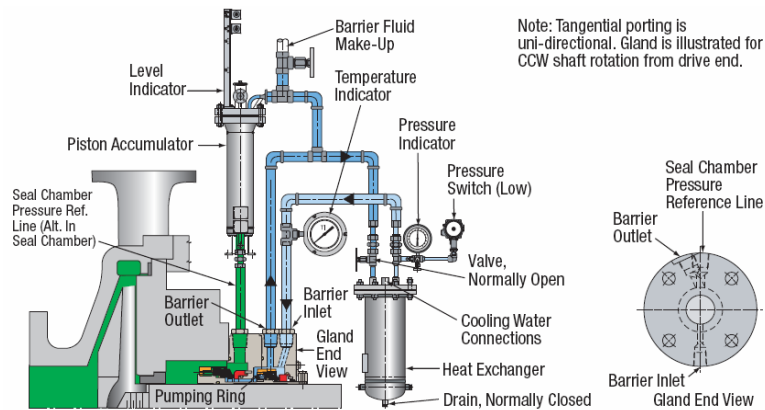
FLUIDO BOMBEADO	ACCIÓN REQUERIDA	PLANES API
1 Fluidos Limpios	1 Circulación	PLAN 1 Circulación Integral
		PLAN 11 Recirculación
		PLAN 12 Recirculación con Filtro
		PLAN 13 Recirculación Inversa
		PLAN 14 Recirculación con Retorno
2 Fluidos a altas Temperaturas	2 Enfriamiento	PLAN 2 Enfriamiento Integral
		PLAN 21 Recirculación con Enfriador
		PLAN 22 Recirculación con Enfriador y Filtro
		PLAN 23 Circuito Cerrado con Enfriador
3 Fluidos Abrasivos	3 Lubricación	PLAN 24 Recirculación con Enfriador y Retorno
		PLAN 31 Recirculación con Separador
		PLAN 32 Inyección Fuente Externa
4 Fluidos Abrasivos y altas Temperaturas	4 Enfriamiento y Lubricación	PLAN 41 Recirculación con Separador y Enfriador
5 Fluidos Peligrosos	5 Seguridad	PLAN 54 Sello Dual Presurizado
		PLAN 51 Sello Sencillo
		PLAN 52 Sello Dual No-presurizado
		PLAN 53 Sello Dual Presurizado
6 Fluidos en General	6 Manejo de Emisiones	PLAN 61 Venteo y Drenaje
		PLAN 62
7 Gases	7 Barrera de Gas	PLAN 71 Barrera de Gas Opcional
		PLAN 72 Barrera de Gas No Presurizada
		PLAN 74 Barrera de Gas Presurizada
		PLAN 75 Drenaje de Fuga que condensa
		PLAN 76 Drenaje de Fuga que no condensa

Fuente: Manual de sellos mecánicos, John Crane, Heriberto Tona

A continuación se presentara uno de los 29 planes auxiliares de sellado, con su descripción, usos recomendados, elementos que conforman el sistema auxiliar de sellado, verificaciones durante el funcionamiento y diagrama general, el documento completo de los planes auxiliares de sellado se encontrara en el Anexo B.

### 1.5.1.1 PLAN API 53C

Figura 20. Esquema Plan API 53C



Fuente: Mechanical Seal Piping Plans Mechanical Maintenance Training Center John Crane

Tabla 2. Plan API 53C

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
Circulación forzada a través de un anillo de bombeo de un líquido de barrera presurizado por un acumulador de Pistón.	<p>Bombas horizontales o verticales.</p> <p>Arreglo de sellos duales presurizados (dobles)</p> <p>Líquidos que cristalizan o vaporizan al contacto atmosférico.</p> <p>Líquidos peligrosos de alta concentración.</p> <p>Líquidos explosivos o inflamables</p>	<p>Acumulador de Pistón</p> <p>Manómetro</p> <p>Switch de Presión</p> <p>Válvulas de bloqueo para Venteo y Drenaje</p> <p>Intercambiador de Calor</p>	<p>Verificar rango del manómetro apropiado para el servicio.</p> <p>Verificar calibración del switch de presión por caída, a 5 psi por encima de la presión del líquido de barrera. La presión del líquido de barrera debe estar 30 psi (2 bar) por encima de la presión en la cavidad de sellado.</p> <p>Entrada al sello por la parte inferior y salida por la parte superior. La tubería de salida debe estar mas caliente que la tubería de entrada</p>

Fuente: Sellos Mecánicos Principios Básicos Heriberto Tona

## **2. PROYECTO PILOTO EN SELLOS MECANICOS DE LA PLANTA DE AROMATICOS**

Para definir los temas que contiene la base de datos se tomo como base el proyecto piloto realizado a todos los equipos de bombeo de la planta de Aromáticos. Se selecciono esta planta debido al amplio rango de fluidos peligrosos que maneja y en consecuencia una de las plantas con mayor número de sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado en sus bombas.

El objetivo que ECOPETROL busca lograr al desarrollar este proyecto piloto es un aumento significativo de la seguridad y la confiabilidad en la planta de aromáticos y en un futuro implementar este proyecto en toda la GCB (Gerencia Complejo Barrancabermeja). En este proyecto se incluyeron las recomendaciones clasificadas por los trabajos que se pueden realizar en cualquier momento (día a día), los que requieren la realización de una parada de planta o un trabajo de ingeniería previo al la ejecución de las tareas.

A partir de este estudio se decidió desarrollar una base de datos que respalde la labor del personal de ECOPETROL, una herramienta que asegure la información en el área de sellos mecánicos para reducir las paradas de equipos por desconocimiento de algunos temas de sellos mecánicos del personal de operación, técnico e ingenieríl. Por las razones anteriormente descritas se incluyeron en la base de datos documental en Access 2000 temas como instalación de sellos mecánicos, condiciones de operación, principios de funcionamiento, verificación del plan auxiliar de sellado y el sello mecánico, materiales adecuados de las partes de los sellos y los elementos secundarios de sellado, causas y modos de falla típicos, API 682 3ed. y otros

temas a considerar para garantizar el funcionamiento correcto y seguro de los sellos mecánicos.

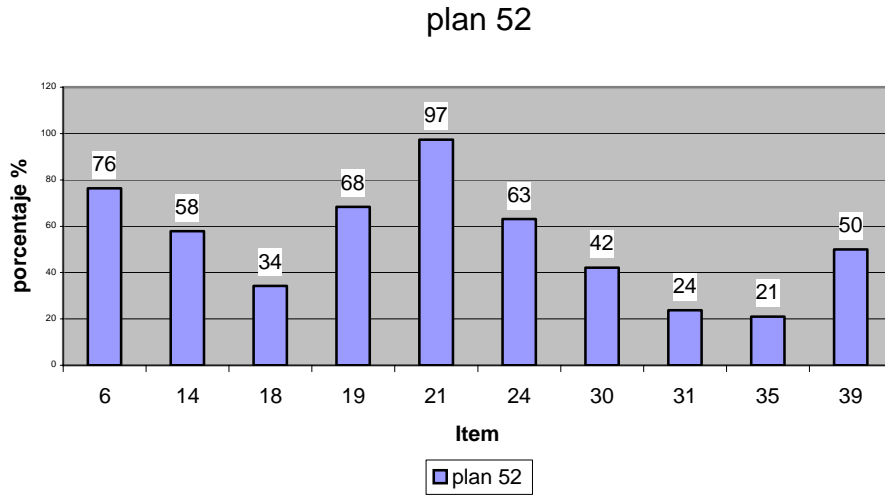
Por comodidad del lector, a continuación se muestran los trabajos mas importantes de ingeniería recomendados en el estudio piloto en la unidad 1300 de la planta de aromáticos de la refinería, la cual se escogió debido a que es una de las unidades que contiene mayor cantidad de planes de sellado; también se incluirá las recomendaciones de los criterios de selección del fluido barrera y amortiguante, el sistema de llenado de los reservorios de los planes 52, conexión de tubería a tea y drenajes, conexión de instrumentación sistemas de alarma, condiciones de operación actual de la planta, calculo de potencia mínima requerida por un enfriador en planes de sellado, Información de montaje planes de sellado, entre otros trabajos ingenieriles que se mostraran completos en el Anexo A .

## **2.1 PROGRAMA ESTANDARIZACION PARA PLANES DE SELLADO EN EQUIPOS DE BOMBEO PLANTA AROMATICOS**

### **ANALISIS GLOBAL DE PLANTA AROMATICOS**

Ante la gran cantidad de fluidos peligrosos que se manejan en Aromáticos, se decidió a continuación colocar una relación de aspectos a revisar en el plan 52 y los demás planes como el 11, 21 y 23 que están instalados junto con el. Se tomaron en cuenta los equipos que tienen planes 52 porque a estos se deben orientar los esfuerzos para reducir las emisiones.

**Figura 21. Principales anomalías encontradas en plan 52**



Fuente: Informe programa estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo planta aromáticos, William López, Jesús David Cubillos.

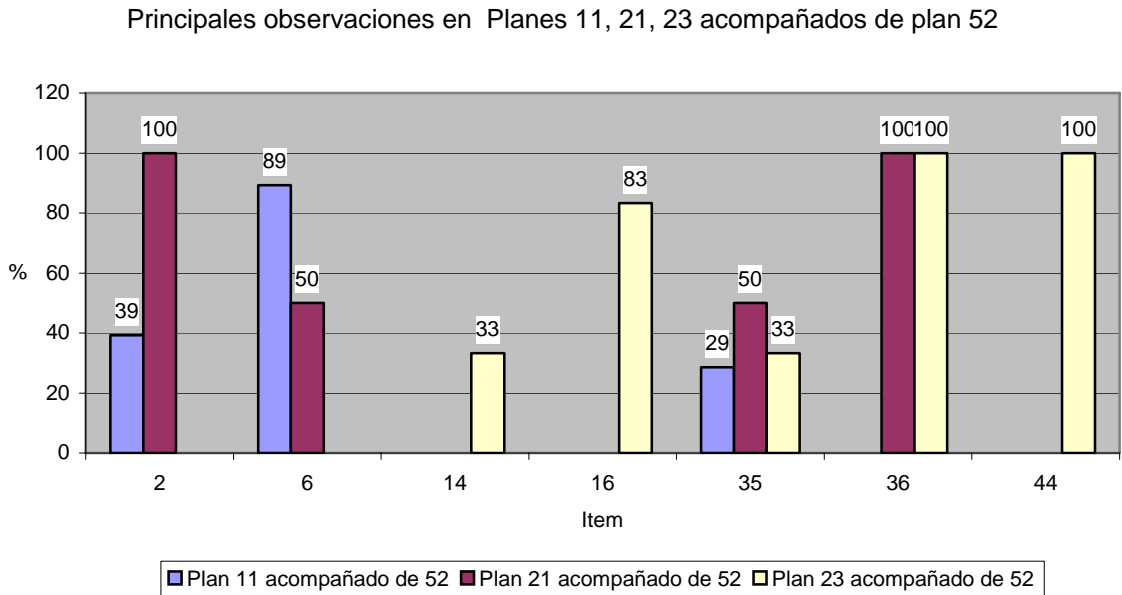
**Tabla 3. Principales anomalías encontradas en plan 52**

6	No tiene plan en tubería con uniones soldadas
14	No tiene drenaje a sitio seguro
18	No tiene venteo conectado a sitio seguro
19	Venteo no es tipo cuello de ganso (3/4" NPT)
21	Switch de bajo nivel no esta conectado al DCS
24	Switch de Alta Presión no esta conectado al DCS
30	No tiene válvula cheque 1/2" (Venteo)
31	Sistema de llenado reservorio no es apropiado ni seguro
35	No tiene Tubing conformado
39	Comparte venteo con otros equipos

Fuente: Informe programa estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo planta aromáticos, William López, Jesús David Cubillos.

En la siguiente grafica se muestran las principales anomalías en el montaje de los planes 11, 21 y 23 que acompañan a los planes 52 de la Planta de Aromáticos.

**Figura 22.principales observaciones en planes 11, 21, 23 acompañados del plan 52**



**Tabla 4. Principales anomalías encontradas en planes 11,21,23 acompañados de el plan 52**

2	No se pudo verificar la presencia de platina de orificio (RO) mínimo 1/8" Standard
6	No tiene plan con uniones soldadas
14	No tiene drenaje a sitio seguro
16	No posee venteo en punto mas alto
35	No utiliza tubing conformado
36	No tiene indicador de temperatura (salida de Enfriador)

Fuente: Informe programa estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo planta aromáticos, William López, Jesús David Cubillos.

## **OTRAS OBSERVACIONES**

- ✓ Se requiere reinstalar el plan de sellado 52 a 6 (7%) bombas de las 79 de Aromáticos debido al mal estado de todo el sistema (Reservorio, venteo, drenaje, PI, TI, etc.).
  
- ✓ El 97% de los Switch de nivel y el 63% de los Switch de presión de la planta Aromáticos están desconectados del DCS, se recomienda conectar la totalidad de los Switch para llevar un verdadero control a las condiciones de operación del sello.
  
- ✓ Realizar los cambios de plan de sellado recomendados a aproximadamente 20 de las 78 bombas de Aromáticos. En el 90% de los cambios se recomendó el uso de un plan de sellado de seguridad (Plan 52, 53A, 32, 76) debido a la peligrosidad del fluido bombeado y el resto de cambios (Plan 21 y 23) a condiciones de operación fuera del rango de operación del sello como altas temperaturas.

## **CONCLUSIONES**

Existe una gran variedad de problemas en la planta Aromáticos a los que se deben enfocar los esfuerzos, y son:

- ✓ En casi la totalidad de los equipos se debe realizar algún tipo de acción correctiva del plan de sellado relacionada con instrumentación y accesorios para el control de las condiciones de operación del sello. Muy pocos planes están actualizados a la norma API 682 3ed.

- ✓ Para llevar a cabo los trabajos en cada bomba se anexan informes PIM-Z2 con la información en detalle de las acciones correctivas recomendadas según su plan de sellado, o la recomendación de cambio de plan de sellado en las bombas que los necesitan.
  
- ✓ Adicionalmente se incluye el informe escrito por el ingeniero Jesús David Cubillos publicado el 5 de mayo de 2006 que contiene la información necesaria para realizar la instalación de los venteos, drenajes, switch de presión y switch de nivel de manera correcta así como la conexión de los switch al DCS.
  
- ✓ Cambiar el líquido Buffer (amortiguante) de los reservorios de plan 52 porque no son los adecuados para esta aplicación y están reduciendo sustancialmente la vida del sello. Se recomienda cambiar el aceite tipo turbina y Glicolub a Royal purple 22 por ser un lubricante compatible con una gran cantidad de fluidos, tener un rango mayor de operación (T, P), evita el Blistering (Ampollamiento) y flasheo (Vaporización en las caras del sello), tiene mayor durabilidad que los lubricantes convencionales y tener mejores propiedades refrigerantes que otros.
  
- ✓ Para las unidades 1300 y 1600 se recomienda construir un sistema cerrado de recolección de HC para todos los venteos y drenajes de planes 52 y 76 que sea independiente al que actualmente se está usando (cabezal de varsol) porque está alterando las propiedades de el fluido que se recolecta en este haciéndolo difícil de recuperar.

- ✓ Se recomienda revisar la hidráulica al cabezal de línea a tea debido a posibles problemas de circulación, estos problemas están relacionados con diámetros de tubería incorrecta, taponamientos, válvulas en mal estado, etc. La deficiente circulación en esta línea puede contaminar los reservorios de los planes 52 o los venteos de los planes 76. Este trabajo debe hacerse paralelamente con la construcción del sistema de recolección de HC de los sellos mecánicos para asegurar un correcto funcionamiento al final de todos los trabajos.
  
- ✓ Corregir el drenaje de los planes de sellado 76 para que salgan de la parte baja del sello mecánico. En ninguna bomba se encontró drenaje del plan de sellado lo que produce posible cristalización, coquización o polimerización del condensado en las caras del sello. Se anexo documento con la recomendación para realizar esta conexión (Anexo D del Anexo A), también se recomienda incluir en las rondas de la planta Aromáticos realizar el drenaje de los planes 76 para evitar que se contamine el sello mecánico con condensado.
  
- ✓ Realizar la limpieza de los filtros en Y en los planes con enfriamiento (Planes 21, 23,52) para facilitar la circulación de agua y aumentar la transferencia de calor en el intercambiador.
  
- ✓ Se debe mejorar el sistema de llenado en todos los reservorios debido al alto peligro al que se exponen los operarios por emisión de vapores y por tener una viva abierta con el cabezal a tea. El actual sistema de llenado consiste en un tapón removible en el orificio de llenado que se retira para realizar la operación pos gravedad, la norma API 682 3ed. exige una válvula cheque y una válvula de compuerta para sellar el reservorio y

eliminar fugas, además recomienda el llenado con un sistema que no exponga al operador a posibles contactos con líquidos o vapores del reservorio se recomienda el uso de una bomba manual. Se anexa propuesta para realizar el montaje del sistema de llenado del reservorio (Anexo E del Anexo A) y la ficha técnica de dos propuestas de bomba manual fabricada por John Crane que es aplicable para este caso y cumple con las especificaciones exigidas como capacidad, presión, portabilidad, etc. (Anexo F del Anexo A).

- ✓ Se recomienda entrenar al personal de operaciones de la planta Aromáticos en el manejo de planes de sellado por parte de alguno de los fabricantes de estos sistemas para asegurar las mejores condiciones de funcionamiento del sello mecánico. En algunas ocasiones se encontró el sello trabajando fuera del rango operativo o también se encontraron válvulas cerradas de refrigeración de los sellos, etc. Por esta razón es necesario que los operadores de esta planta conozcan el funcionamiento y mantenimiento de estos sistemas de sellado.
- ✓ Se agrega documento (Anexo H del Anexo A) que contiene la información acerca de la razón por la que se realizó cada una de las recomendaciones en los planes de sellado respaldado por la norma API 682 3ed. y los fabricantes de los sistemas auxiliares de sellado como John Crane y Flowserve.
- ✓ También se incluye Matriz de resultados de auditoría a planes de sellado (Anexo I del Anexo A) y las listas de chequeo utilizadas para realizar el estudio (Anexo J del Anexo A).

- ✓ Se anexa tabla 4 Norma API 682 3ed. que contiene información acerca de los mínimos requerimiento para materiales, válvulas, uniones, y tubería en planes de sellado (Anexo K del Anexo A).
- ✓ Se anexa archivo con información acerca de las condiciones de operación de los equipos de bombeo de la planta Aromáticos (Anexo L del Anexo A) y documento con la categorización de los fluidos de proceso de la planta Aromáticos según Norma API 682 3ed. y rombo de seguridad (Anexo M del Anexo A).

### 2.1.1 ACCIONES CORRECTIVAS A REALIZAR EN EQUIPOS PLANTA AROMÁTICOS

<b>No. PIM-Z2-16487</b>	<b>EQUIPO: AROMATICOS/U1300</b>	<b>No.</b>	<b>MDD</b>	<b>X</b>
	<b>COMPONENTE</b>			
<b>SERVICIO: Prefaccionamiento, Unifining, Platforming.</b>			<b>PPY</b>	<b>X</b>
<b>OT No :</b>	<b>DIRIGIDO A : PLP</b>		<b>POSTERIOR</b>	
<b>CON COPIA:</b>	<b>VALORACIÓN RAM= M</b>		<b>REVISIÓN</b>	<b>3</b>
	<b>FRP:</b>		<b>No:</b>	

**Diagnostico:**

(CONDICIÓN DEL COMPONENTE ACTUAL, MODO DE FALLA, POSIBLES CAUSAS):

El presente informe indica las recomendaciones de mantenimiento día a día, de parada de planta, las ingenierías los controles de cambio para antes y durante la parada de octubre 2007 en Planta Aromáticos. También incluye la recomendación de cambio de plan de sellado en el caso de ser necesario.

Aplica a los planes de sellado de los equipos de bombeo de la planta Aromáticos, unidad 1300.

VALORACION RAM

Personas: M; Económica: M; Ambiental: M; Imagen de la empresa: L

**Acciones recomendadas:**

(MAGNITUD, MATERIALES, PLANOS DE REFERENCIA Y LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO):

Este informe evalúa la conveniencia del plan de sellado seleccionado para cada equipo, también las inconformidades en el montaje de los planes de sellado de cada equipo de bombeo. A continuación se describen los trabajos generales y posteriormente se muestran los trabajos específicos de todo el corredor 1300 y la recomendación de cambio de plan de sellado si es necesaria.

**2.2.1.1 EQUIPOS 1300 PLANTA AROMATICOS**

**PREFACCIONAMIENTO, UNIFINING, PLATFORMING**

**TRABAJOS A REALIZAR EN SISTEMAS AUXILIARES DE SELLADO  
2007**

**EQUIPOS 1300**

**Recomendaciones generales**

Realizar limpieza a todas las líneas de enfriamiento de planes 21-23-52 por acumulación de lodos.

Instalar filtro en Y para todas las líneas de refrigeración de los intercambiadores de los planes de sellado 21 y 23 de los reservorios de los planes 52 y las líneas de flushing del plan 32.

Construir un sistema cerrado de recolección de HC para todos los venteos y drenajes de planes 52 y 76 para la unidad 1300, el nivel del sistema de recolección debe estar por debajo del cabezal colector.

Instalar una válvula cheque tipo lengüeta y una válvula de cierre en todos los orificios de llenado de los reservorios de los planes de sellado 52. Diagrama 5. Corregir la conexión al cabezal de línea a Tea para que sea tipo cuello de ganso para todos los planes 52 y 76 de la unidad 1300, que sea independiente para cada equipo conforme lo muestra el diagrama 5 y 1. Adicionalmente, el nivel del cabezal colector como mínimo a la misma altura del sitio de disposición segura de las emisiones.

### **Operaciones**

Incluir en ronda drenar planes API 76.

Limpieza de los filtros en Y de las líneas de enfriamiento.

### **Recomendaciones específicas**

SP1301A /B, 1302A/B: Planes auxiliares de sellado 11-76, fluido Nafta - gasolina

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD:**

N/A

**MPP:**

Instalar una válvula cheque en la línea de conexión a Tea para el plan 76 de la bomba según diagrama 1.

### **Ingenierías-controles de cambio**

Conectar el venteo del plan 76 al cabezal a Tea independiente al de otros equipos

Instalar el drenaje del condensado de la línea de venteo plan 76 a un lugar seguro, en tubería mínimo de ¾" con su respectiva válvula de cierre saliendo de la cámara de sello. Diagrama 1

### **Plan de sellado recomendado**

Lo recomendado sería usar un plan de sellado 11-52 pero como el sello de la bomba es acampanado entonces es mejor mantener el plan 11-76 para no intervenir la bomba. Las condiciones de operación en el sello son las adecuadas (T=100°F) y el fluido es peligroso.

**SP1303A/B:** Planes auxiliares de sellado 21-76, fluido Nafta -gasolina

**Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

### **MDD**

Instalar el drenaje lado carcasa con su respectiva válvula de cierre en el intercambiador del plan 21.

Instalar facilidad para un TI a la entrada de la brida del sello en el plan 21 de acuerdo al diagrama 2.

Instalar una RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing para plan 21 si el diferencial de presión entre la descarga y la cámara del sello es mayor a 50PSI. Diagrama 10.

### **MPP**

Instalar una válvula cheque en la línea de conexión a Tea para el plan 76 de la bomba según diagrama 1.

### **Ingenierías-controles de cambio**

Conectar el venteo del plan 76 al cabezal a Tea independiente al de otros equipos. Instalar el drenaje del condensado de la línea de venteo plan 76 a un lugar seguro, en tubería mínimo de 3/4'' con su respectiva válvula de cierre saliendo de la cámara de sello. Diagrama 1

### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda dejar este plan de sellado debido a que el fluido de proceso se encuentra a una temperatura alta (267°F) y puede afectar el rendimiento del sello además el fluido es peligroso.

**SP1304C/D:** Planes auxiliares de sellado 23-52, fluido Nafta -gasolina

### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

Instalar tubing con radios de curvatura mayores a 90° en plan 23.

Instalar tubing con radios de curvatura mayores a 90° en plan 52

Instalar la facilidad para un TI a la salida del intercambiador y antes de la brida del sello del plan 23 de acuerdo al diagrama 4.

Destapar línea de enfriamiento al intercambiador del plan 23.

Conectar switch de bajo y alto nivel al DCS para plan 52.

Llevar drenaje en el enfriador plan 23 para el lado carcasa (agua) de acuerdo al diagrama 3.

#### **MPP**

N/A

### **Ingenierías-controles de cambio**

Instalar válvulas para venteo y drenaje del plan 23, llevar con tubería a un lugar seguro de acuerdo al diagrama 3.

Llevar drenaje del reservorio a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52. Diagrama 9.

#### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda dejar este plan de sellado debido a que el fluido de proceso se encuentra a una temperatura (395°F) mayor a 350°F y el plan 21 no aplica, además esta a una temperatura por encima de la de vaporización (374°F) y puede afectar el rendimiento del sello (blistering) además es peligroso el fluido.

**SP1305A/B:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Nafta – gasolina.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

##### **MDD**

Instalar tubing con radios de curvatura mayores a 90° en plan 52

Conectar switch de bajo nivel en plan 52 al DCS

##### **MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar drenaje del reservorio a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52. Diagrama 5.

#### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener este plan de sellado debido a que la temperatura en el sello es la adecuada (165°F) además el fluido de proceso es peligroso.

### 2.1.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE FLUIDOS DE BARRERA

Un fluido que se desee emplear en esta clase de servicio debe cumplir con una serie de propiedades críticas, tales como:

Viscosidad. El fluido debe ser lo suficientemente grueso como para asegurar una película lubricante en las caras del sello pero no a tal punto que impida su fluidez y capacidad de penetrar la superficie rotatoria para controlar el fenómeno de blistering en la cara de carbón.

Transferencia de calor. El fluido debe remover el calor generado en las caras del sello de una manera eficiente y rápida. Las propiedades relacionadas con esta función son la conductividad térmica y el calor específico: a mayor temperatura de proceso, mayor debe ser su valor.

Seguridad. En primera instancia el fluido no puede estar catalogado como VOC (Compuesto orgánico volátil) o VHAP (Contaminantes del aire volátiles y peligrosos). Por otra parte, ningún fluido inflamable puede ser seleccionado. Generalmente estos fluidos trabajan a una presión cercana a la atmosférica y a una temperatura que puede alcanzar a la propia del fluido de proceso, por tal razón el punto de ebullición atmosférico debe estar al menos 50°F por encima de la temperatura de proceso y el punto de inflamación al menos 20°F.

Compatibilidad con la metalurgia, elastómeros y demás materiales del sello. El empleo de aceites exige especial atención ya que pueden reaccionar químicamente con los elementos elastoméricos llevando a potenciales fallas de los sellos secundarios e incluso, de forma indirecta, del primario.

Compatibilidad con el fluido de proceso. La formación de gases, partículas, líquidos viscosos o vapores a raíz de cualquier reacción química puede afectar el flujo o generar fuga o falla del sello. Por otra parte se debe tener en

cuenta que el fluido de barrera puede contaminar ligeramente la corriente del producto, por lo tanto el fluido a seleccionar no puede alterar las características del producto bombeado.

Espuma. En los planes presurizados se puede presentar la formación de espuma en el fluido de barrera, situación que causa la pérdida de lubricación, transferencia de calor y circulación.

Resistencia a la oxidación. La oxidación del fluido puede generar la formación de ácidos, productos carbonizados que se pueden depositar en las caras del sello (coking), cambios de viscosidad y pérdida de propiedades de transferencia de calor.

De acuerdo a estos criterios, a continuación se muestran las principales ventajas o desventajas de sustancias que típicamente se han empleado como fluidos de barrera:

Soluciones de glicol y agua

Agua. Es un buen fluido de barrera. Sin embargo su viscosidad a 100°C es baja, valor que también representa su punto de ebullición atmosférico. Además el agua puede congelar fácilmente dependiendo de las condiciones de trabajo o ambientales.

Glicol etileno / agua. La mezcla 50-50 es una buena solución para arreglos de sellos tandem (como en el plan 52). Sin embargo se cataloga como producto VHAP.

Glicol Propileno / agua. La mezcla 50-50 ha sido recomendada como fluido de barrera para muchos servicios.

## Alcoholes

Se debe tener en cuenta que en general los alcoholes tienen alta tasa de evaporación, en los planes 52 se requiere de continua reposición de nivel a causa de este fenómeno.

Metanol. A pesar que se ha empleado con frecuencia, este fluido es considerado VHAP, además de presentar una viscosidad baja y bajo punto de ebullición. No es un buen lubricante para las caras del sello.

Propanol. Recomendado para aplicaciones de baja temperatura.

## Keroseno y Diesel

Brindan una buena lubricación en un rango amplio de temperaturas, sin embargo se consideran VOC especialmente a alta temperatura.

## Aceites lubricantes e hidráulicos minerales

Aunque los aceites tipo turbina han sido usados ampliamente en el pasado, la experiencia ha mostrado que los aditivos antioxidantes y antidesgaste tienden a adherirse a las caras del sello propiciando su falla. También se ha comprobado que las viscosidades más bajas han mostrado mayor rendimiento, especialmente por debajo de 32 cSt @ 40°C. Con los aceites minerales se han observado los fenómenos de blistering en la cara del componente rotatorio del sello. La menor viscosidad de los aceites sintéticos hace que sea preferible su elección.

## Aceites lubricantes e hidráulicos sintéticos

Royal Purple 22. Desarrollado específicamente para la aplicación de fluido de barrera. Se ha mostrado efectivo en pruebas de laboratorio y campo (se anexa ficha técnica).

Mobil Synthurion 6. Desarrollado específicamente para la aplicación de fluido de barrera. Cumple con los requerimientos anteriormente mencionados. Sin embargo su composición PAO no lo ubica como el mejor en rendimiento, especialmente en la característica de lubricidad. (se anexa ficha técnica).

#### Fluidos de transferencia de calor

Son factibles de usar como fluido de barrera aquellos que brinden suficiente lubricidad en un rango amplio de temperaturas y presiones. Pueden ser de origen mineral o sintético, como el Dowtherm HT o el Therminol 66 (se anexan fichas técnicas).

**Tabla 5. Características fisicoquímicas de los fluidos barrera y amortiguantes**

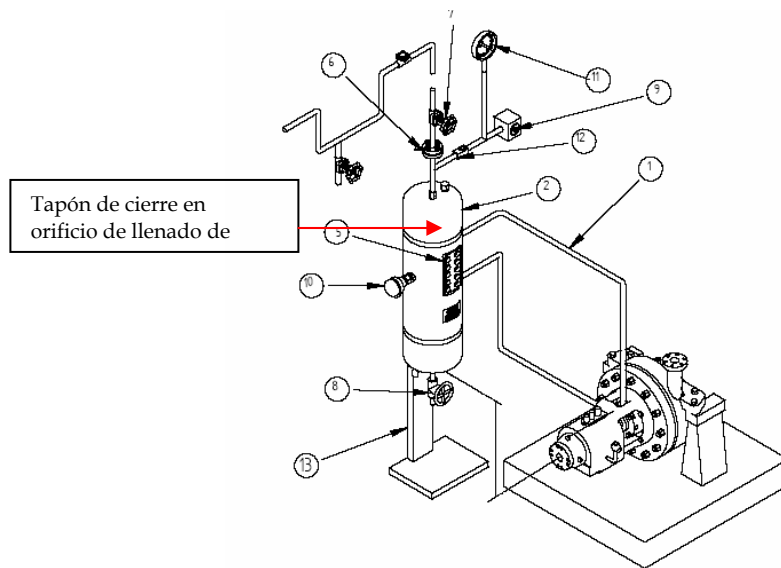
Fluido	Viscosidad (cSt @ 104°F)	Punto de fluidez (°F)	Punto de inflamación (°F)	Calor específico (Btu/lb°F @60°F)	Conductividad Térmica (Btu/hr ft°F @60°F)	Rango de temperatura de operación bomba (°F)
Glicol etileno/agua	2.5	-30	225	0.78	0.22	-20/165
Glicol propileno/agua	2.6	-28	222	0.79	0.21	-20/170
Agua	0.68	32	212	1	0.34	40/160
N-Propil alcohol	1.5	-195	207	0.53	0.09	-191/157
K1 Keroseno	1	-20	300	0.46	0.086	-10/250
K2 Keroseno	1.4	-30	350	0.46	0.086	-20/270
D1 Diesel	1.4	-30	350	0.46	0.086	-30/300
D2 Diesel	2.7	-75	360	0.46	0.086	10/180
Aceite mineral 1	13.9	-75	219	-0.5	-0.08	-20/169
Aceite mineral 2	9.5	10	335	-0.5	-0.08	20/285
Aceite mineral 3	9.5	-58	>300	-0.5	-0.08	20/275
Aceite sint. 3	7	-80	700	0.555	0.089	-25/430
Aceite sint. 4	22	-80	700	0.569	0.085	25/440
Aceite sint. 6 (tipo Diester)	37	-58	493	0.528	0.079	62/440
Fluidos transferencia de calor	29	25	650	0.35	0.071	55/600

Fuente: Technical Report Buffer and Barrier Fluids. John Crane

### 2.1.3. RECOMENDACIÓN PARA SISTEMA DE LLENADO DE RESERVORIOS DE PLAN DE SELLADO 52 EN PLANTA AROMÁTICOS.

Ante el constante riesgo al que se exponen los operarios de la planta Aromáticos al llenar los reservorios de los planes de sellado 52 debido a que los orificios de llenado no tienen ningún tipo de válvula que los proteja de los gases y líquidos tóxicos o corrosivos, a continuación se recomienda una solución que evitara que el personal de esta planta queden expuesto a estos por una posible sobrepresión en la línea del cabezal a Tea ya que estos contenedores están en contacto directo con este cabezal y se impedirán incendios potenciales por las fugas de vapores. El sistema de llenado actual consiste en quitar el tapón de los reservorios y por gravedad llenarlo, a continuación se muestra el sistema:

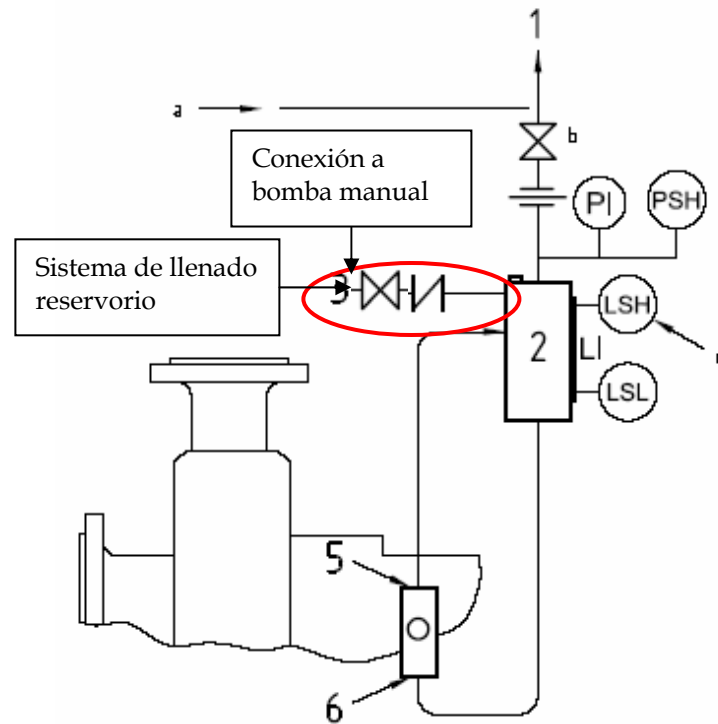
Figura 23. Esquema recomendación plan 52



Fuente: Informe programa estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo planta aromáticos, William López, Jesús David Cubillos.

En la siguiente imagen se ilustra la propuesta para el llenado de los reservorios:

**Figura 24. Propuesta para el llenado de los reservorios**



**a) Piping and instrumentation schematic**

**Fuente:** Informe programa estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo planta aromáticos, William López, Jesús David Cubillos.

Se recomienda usar una válvula de compuerta de 3/4" NPT, clase 800 y una válvula cheque tipo lengüeta 3/4", para mayor información acerca de materiales, tipo de válvulas y uniones, consultar la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo k del Anexo A). Para el bombeo del liquido amortiguante al reservorio se aconseja usar una bomba manual como la que se muestra en el Anexo F fabricada por John Crane.

## **2.1.4 CONEXIÓN DE TUBERÍA A TEA Y DRENAJES CONEXIÓN DE INSTRUMENTACIÓN SISTEMAS DE ALARMA**

### **Objeto**

El objeto de esta ingeniería conceptual es definir los requerimientos mínimos y parámetros técnicos a considerar en la conexión de los sistemas de tubería a los cabezales de tea y drenajes, además de la conexión de la instrumentación de los sistemas de alarma en los planes de sellado de los equipos de bombeo de la refinería.

### **Alcance**

El alcance de la ingeniería conceptual para la conexión de la tubería auxiliar y la instrumentación es:

Definición de requerimientos para la estandarización, fabricación y montaje de las facilidades para venteo y drenaje, e instalación y conexión de los sistemas de alarma de los planes de sellado en los equipos de bombeo que apliquen en la refinería.

### **Justificación**

La estandarización de las conexiones de tubería auxiliar y de los sistemas de alarma se hace necesaria por:

Brindar seguridad en la operación de los planes de sellado para control de fugas de fluidos peligrosos, a través de la implementación de los sistemas de alarma y la evacuación de líquidos, vapores y gases residuales a sitios seguros.

Unificación de criterios en diseño, uso de materiales, fabricación, montaje y operación de sistemas auxiliares de planes de sellado para cumplir con los

requerimientos de la norma API682 3ed, además de garantizar la implementación de estos con criterio técnico y funcional.

Puesta en operación del gran porcentaje de equipos que cuenta con los accesorios e instrumentos requeridos pero actualmente fuera de servicio por falta de conexión y configuración.

### **Valoracion RAM**

Personas

Una o más fatalidades. Valoración 5C = H.

Economía

Pérdidas potenciales importantes por personal afectado, daño de la capacidad instalada, parada de producción no programada y recuperación de equipos y productos involucrados. Valoración 4C = M.

Ambiente

Localizado. Valoración 3C= M.

Imagen

Internacional. Valoración 5C = H.

Valoración RAM: H

### **Beneficios o Ahorro**

Garantizar la operación segura de equipos de bombeo que manejan fluidos peligrosos, disminuyendo el nivel de riesgo al que se expone el personal involucrado en el proceso, la operación de las plantas y colocando operativa la capacidad instalada de los planes.

### **Descripción del sistema actual**

De acuerdo a las auditorías y diferentes visitas a campo, se puede verificar que más del 95% de los planes de sellado para manejo de fluidos peligrosos no ofrecen las suficientes condiciones seguras de operación para las cuales fueron diseñados. Prácticamente los venteos de los reservorios no están actualmente comunicados a los cabezales de Tea, sino a la atmósfera o los drenajes. La instrumentación de los sistemas de alarma que cubren los switches de nivel y presión se encuentran instalados más no conectados y por lo tanto inoperantes.

### **Descripción del sistema propuesto**

Ver requerimientos en sección de alcance general.

Alcance general

Alcance de proceso

Requerimientos de tubería para conexión a Tea (planes 52 y 53A):

-El sistema debe tener la suficiente flexibilidad y accesibilidad para permitir tareas de operación, limpieza y mantenimiento.

-La línea deberá tener en general recorridos cortos, con el mínimo de accesorios y curvas, permitiendo de forma excepcional la desviación para la instalación del drenaje. (ver sección 9.1, figura 1, punto 5 de la norma API 682 3ed ).

Requerimientos de tubería para conexión de enfriamiento y drenaje (planes 21, 23, 52 y 53A):

-El sistema debe tener la suficiente flexibilidad y accesibilidad para permitir tareas de operación, limpieza y mantenimiento.

-La línea deberá tener en general recorridos cortos, con el mínimo de accesorios y curvas.

Alcance Eléctrico

No aplica

Alcance Estático

Requerimientos de tubería para conexión a Tea (planes 52 y 53A):

-La tubería será sin costura en schedule 80. Materiales aceptados son: ASTM A53 grado B, ASTM A106 grado B, ATSM A524 o API especificación 5L, grado A o B. Deberá tener la pintura adecuada para protegerla del deterioro y cumplir con el código de colores de la empresa.

-La línea tendrá un tamaño de  $\frac{3}{4}$ " , la conexión al reservorio es de rosca  $\frac{3}{4}$ " NPT.

-Las diferentes uniones deberán ser soldadas tipo socket weld.

-Los accesorios deben ser forjados clase 3000

-En la descarga del reservorio se instalará una platina de orificio de  $\frac{1}{8}$ " (estándar para plan 52).

-Las válvulas de cierre y drenos deben ser tipo compuerta, en acero clase 800.

-La línea debe tener válvula cheque.

-Debe poseer la soportería y protección necesaria para evitar daño por vibración, operación o mantenimiento.

-La conexión al cabezal de tea será superior, tipo cuello de ganso.

Requerimientos de tubería para conexión de enfriamiento y drenaje (planos 21, 23, 52 y 53A):

-La tubería para el fluido de proceso será sin costura en schedule 80. Materiales aceptados son: ASTM A53 grado B, ASTM A106 grado B, ASTM A524 o API especificación 5L, grado A o B. La tubería para el agua de enfriamiento será en hierro galvanizado ASTM A153. deberán tener la pintura adecuada para protegerlas del deterioro y cumplir con el código de colores de la empresa.

-La línea de drenaje del fluido de barrera tendrá un tamaño de 3/4", la conexión al reservorio es de rosca 3/4" NPT.

-La línea del fluido de enfriamiento tendrá un tamaño de 1/2", la conexión a los reservorios e intercambiadores es de rosca 1/2" NPT.

-Las uniones en la línea de drenaje del fluido de barrera de los reservorios deberán ser soldadas tipo socket weld.

-Las uniones en la línea del fluido de enfriamiento de los reservorios e intercambiadores serán roscadas.

-Los accesorios de la línea de drenaje del fluido de barrera deben ser forjados clase 3000.

-Los accesorios de la línea del fluido de enfriamiento deben ser acero galvanizado clase 150.

-La válvula de drenaje del fluido de barrera debe ser tipo compuerta, en acero clase 800.

-Las válvulas de la línea de enfriamiento deben ser tipo compuerta, en bronce clase 200.

-Debe poseer la soportería y protección necesaria para evitar daño por vibración, operación o mantenimiento.

## **Alcance de instrumentación y control**

### Requerimientos para la conexión de la instrumentación

-La instrumentación y los controles deben ser diseñados para instalación al aire libre y deben tener protección IP56 según IEC60529 o tipo 4 según NEMA250.

-Las señales de presión y nivel deben ser de tipo contacto provistas por interruptores, las cuales serán llevadas al sistema de control existente en la planta.

-Para el interruptor de nivel se debe considerar la entrada de máximo 120VAC y la salida de hasta 5 Amperios.

-Para el interruptor de presión, la señal de entrada debe ser 5-30psi. En ambas variables, presión y nivel, se debe considerar la marca Magnetrol (modelo 910-P1AH-001 y QJ 120-15190, respectivamente); deberán ser, a prueba de explosión.

-Para el conexionado se debe determinar la existencia de "spare" de cable y tarjetas de I/O en el sistema de control, para la nueva instrumentación y se harán las siguientes actividades:

-Suministrar e instalar cable par sencillo de 2x16 (drain+shield), para la conexión entre el instrumento y la caja de interconexión en campo.

-Identificar par disponible del multipar y timbrar, desde la caja de interconexión, hasta el cuarto de control ó gabinete concentrador de señales en cuarto satélite, de existir éste.

-De no existir "spare" de cables e infraestructura en el sistema de control, las siguientes actividades deben ser realizadas:

-Suministrar e instalar cable par sencillo, como el especificado anteriormente.

- Suministrar e instalar bandeja portacable para ser instalado desde el instrumento a la caja de interconexión.
- Suministrar e instalar multipar 2x16x12 (drain+shield).
- Suministrar e instalar la(s) tarjetas de I/O del sistema de control, para el conexionado de las nuevas señales.
- De igual manera se deberá contemplar la realización de las siguientes actividades:
  - Identificar los nuevos equipos con sus respectivos tags, de acuerdo al consecutivo de la planta, con placa en aluminio y tag en bajo relieve de color negro.
  - Conexionar, "peinar", identificar tanto en la caja de interconexión, como en el marshalling y gabinete del sistema de control.
  - Configurar en la base de datos de control, historiador, etc., del sistema de control existente en la planta.
  - De ser necesario se modificaran los gráficos de proceso que apliquen, en el sistema de control.
  - El principio de funcionamiento de los instrumentos estará especificado en los correspondientes data sheets que suministre el proveedor en formato ISA S20.

Alcance civil

No aplica

Alcance de equipo Rotativo

No aplica

Requerimientos de Servicios Industriales, químicos y lubricantes

Dependiendo de las condiciones de proceso de cada sistema en particular, se hará necesario el uso de agua de enfriamiento para los intercambiadores

(planes 21 y 23) y reservorios (planes 52 y 53A). Para los planes de sellado 52 y 53A se requiere el empleo del fluido de barrera para los reservorios.

Plan de transferencia tecnológica y aseguramiento del conocimiento

No aplica

Plan general de ejecución y estrategia de contratación sugerida

Etapa 1: Elaboración de la ingeniería básica de este proyecto con personal de Ecopetrol o a través de una empresa de ingeniería con experiencia en la instalación y puesta en marcha de estos equipos.

Etapa 2: La estrategia de contratación recomendada para este proyecto es realizar un solo contrato con el siguiente alcance:

-La ingeniería detallada de acuerdo al alcance definido por esta ingeniería conceptual y por la ingeniería básica del proyecto.

-El suministro, montaje, instalación, construcción de las facilidades de campo y equipos requeridos por cada una de las especialidades que intervienen en el proyecto, para los equipos y sistemas definidos en el alcance de la ingeniería conceptual, básica y detallada.

-Puesta en marcha, seguimiento y validación de los equipos y sistemas.

ANALISIS DE RIESGOS

No aplica

PRESUPUESTO (+/-30%).

No aplica

## 2.1.5 CONDICIONES DE OPERACIÓN PLANTA AROMÁTICOS

Tabla 6. Condiciones de operación planta Aromáticos

Condiciones de operación planta Aromáticos (Hoja 1)							
TAG	Fluido de proceso	T suc (°F)	T des(°F)	P suc (Psig)	P des(psig)	Observaciones	CATEGORIZACION API 682 3ed.
SP1301A	NAFTA - GASOLINA	97	107	10	120	EN PLANTA	2
SP1301B	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1302A	NAFTA - GASOLINA	103	104	25	110	EN PLANTA	2
SP1302B	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1303A	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1303B	NAFTA - GASOLINA	267	264	29	110	EN PLANTA	2
SP1304C	NAFTA - GASOLINA	395	376	30	140	EN PLANTA	2
SP1304D	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1305A	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1305B	NAFTA - GASOLINA	165	161	30	130	EN PLANTA	2
SP1306	VAR SOL	103	104	6	75	EN PLANTA	3
SP1308C	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1308D	NAFTA - GASOLINA	160	156	248	450	EN PLANTA	2
SP1309A	NAFTA - GASOLINA	330	325	90	75-100	EN PLANTA	2
SP1309B	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1310A	NAFTA - GASOLINA TRATADA PESADA					NO TRABAJA	2
SP1310B	NAFTA - GASOLINA	106	108	80	200	EN PLANTA	2
SP1311C	NAFTA - GASOLINA	260	261	85	475	EN PLANTA	2
SP1311D	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1312C	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1312D	NAFTA - GASOLINA	365	353	150	>600	EN PLANTA	2
SP1313C	PROPANO					NO TRABAJA	2
SP1313D	PROPANO	93	97	140	400	EN PLANTA	2
SP1317C	NAFTA - GASOLINA					NO ENCONTRADA	2
SP1317D	NAFTA - GASOLINA					NO ENCONTRADA	2

SP1320A	VAR SOL					NO TRABAJA	3
SP1320B	VAR SOL					NO TRABAJA	3
SP1401A	Nafta platformada	103	104	10	135	EN PLANTA	2
SP1402A	RAFINATO					NO TRABAJA	2
SP1402B	RAFINATO	98	100		120	EN PLANTA	2
SP1403A	Solvente sulfolane, rico en aromáticos	292	286		60	EN PLANTA	3
SP1403B	Solvente sulfolane, rico en aromáticos					NO TRABAJA	3
SP1404A	agua desmineralizada o condensado	113	116	5	55	EN PLANTA	NO
SP1404B	agua desmineralizada o condensado					NO TRABAJA	NO
SP1405A	Rafinato	115	114	0	225	EN PLANTA	2
SP1405B	Rafinato					NO EN PLANTA	2
SP1406A	AGUA					NO TRABAJA	NO
SP1407A	SOLVENTE (SULFOLANE)					NO TRABAJA	3
SP1407B	SOLVENTE (SULFOLANE)	315	305		175	EN PLANTA	3
SP1409A	Extracto aromático	93	91			EN PLANTA	2
SP1409B	Extracto aromático				30	NO TRABAJA	2
SP1411	Ortoxileno de proceso					NO TRABAJA	2
SP1412	Mezcla de aromáticos					NO ENCONTRADA	2
SP1413A	Solvente regenerado					NO EN PLANTA	3
SP1413B	Solvente regenerado					NO EN PLANTA	3
SP1501A	Extracto aromático					NO TRABAJA	2
SP1501B	Extracto aromático	97	99		250	EN PLANTA	2
SP1502A	AROMATICOS MEZCLADOS	270	260			EN PLANTA	2
SP1502B	AROMATICOS MEZCLADOS					NO TRABAJA	2
SP1503A	HIDROCARBUR O MAS BENCENO	160	160	50	75	EN PLANTA	2
SP1503B	HIDROCARBUR O MAS BENCENO					NO TRABAJA	2
SP1504A	REFLUJO BENCENO	104	104	7	60	EN PLANTA	2
SP1504B	BENCENO					NO TRABAJA	2
SP1505A	XILENO					NO TRABAJA	2
SP1505B	XILENO	274	278		100	EN PLANTA	2

SP1506A	REFLUJO TOLUENO	115	114	6	100	EN PLANTA	2
SP1506B	REFLUJO TOLUENO					NO TRABAJA	2
SP1507A	ORTOXILENO+ C9					NO TRABAJA	2
SP1507B	ORTOXILENO+ C9	325	321	20	90	EN PLANTA	2
SP1508A	XILENO					NO TRABAJA	2
SP1508B	XILENO	144	146	7	95	EN PLANTA	2
SP1509A	CUMENOS	322	313	100	100	EN PLANTA	2
SP1509B	CUMENOS					NO TRABAJA	2
SP1510A	REFLUJO ORTOXILENO	195	191	6	75	EN PLANTA	2
SP1510B	REFLUJO ORTOXILENO					NO TRABAJA	2
SP1511A	BENCENO					NO TRABAJA	2
SP1511B	TOLUENO	90	91			EN PLANTA	2
SP1512	ORTOXILENO+ C9					NO TRABAJA	2
SP1513	Xilenos	299	290	<-30	40	EN PLANTA	2
SP1601A	Tolueno					NO ESTA	2
SP1601B	Tolueno	115	129		740	EN PLANTA	2
SP1602A	BENCENO - TOLUENO	108	107	540	460	EN PLANTA	2
SP1602B	BENCENO - TOLUENO					NO TRABAJA	2
SP1603A	BENCENO - TOLUENO	102	102	125	170	EN PLANTA	2
SP1603B	BENCENO - TOLUENO					NO TRABAJA	2
SP1703A	SODA CAUSTICA	98	98	300	375	EN PLANTA	2
SP1703B	SODA CAUSTICA					NO TRABAJA	2
SP1704	CONDENSADO	107	108	400	420	EN PLANTA	NO
SP1705A	Benceno					NO TRABAJA	2
SP1705B	Benceno	96	104		500	EN PLANTA	2
SP1706A	Ciclohexano	101	105		550	EN PLANTA	2
SP1706B	Ciclohexano					NO TRABAJA	2
SP1707A	REFLUJO CICLOHEXANO	99	102	50		EN PLANTA	2
SP1707B	REFLUJO CICLOHEXANO					NO ESTA	2
SP1708A	Agua desmineralizada	161	165			EN PLANTA	NO
SP1708B	Agua desmineralizada					NO TRABAJA	NO
1709	Hexano- Ciclohexano					NO TRABAJA	2
1414 <sup>a</sup>	condensado agua					NO EN PLANTA	NO
1414B	condensado agua					NO EN PLANTA	NO

<b>1401</b>	Sistema de bombeo carga de la T1401					NO TRABAJA	
<b>1406B</b>	agua-solvente	218	220		70	EN PLANTA	2

**Fuente: Informe programa estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo planta aromáticos, William López, Jesús David Cubillos.**

## 2.1.6 CALCULO DE POTENCIA MÍNIMA REQUERIDA POR UN ENFRIADOR EN PLANES DE SELLADO.

Para calcular la mínima potencia de un enfriador se debe tener en cuenta el fluido a enfriar, el fluido que enfriara (Agua), y el caudal de cada uno de los fluidos usados. Se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

$$E = C_{\text{agua}} \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot Q \cdot (T_{\text{in}} - T_{\text{sal}}) \cdot g \cdot f$$

$$E = \text{Energía perdida por el líquido enfriado} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = W$$

$$C_{\text{agua}} = \text{Calor específico del agua} = 4083.3 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\delta_{\text{agua}} = \text{Densidad del agua} = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = \text{Caudal del líquido enfriado} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$T_{\text{in}} = \text{Temperatura de entrada al enfriador } ^\circ\text{C o } ^\circ\text{F}$$

$$T_{\text{sal}} = \text{Temperatura de salida del enfriador } ^\circ\text{C o } ^\circ\text{F}$$

$g$  = gravedad específica del fluido = sirve para corregir la densidad del líquido en el caso de no ser agua, valor adimensional

$f$  = Factor de corrección de calor específico = sirve para corregir el valor del calor específico en el caso de no ser agua, valor adimensional

Ejemplo = Se quiere calcular el caudal de agua de enfriamiento necesario para refrigerar un hidrocarburo de 650° F a 200° F con un caudal de 3 GPM del hidrocarburo.

$$g = 0.7$$

$$f = 0.5$$

$$Q = 3\text{GPM} = 0.0001892706 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$T_{\text{in}} = 650^\circ F$$

$$T_{\text{sal}} = 200^\circ F$$

$$\delta_{\text{agua}} = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\text{agua}} = 4083.3 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$E = 121723.661 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 121.7 \text{KW}$$

Para calcular el aumento de temperatura del agua de enfriamiento se recomienda el siguiente procedimiento :

La energía perdida por el hidrocarburo se puede aproximar como la misma que absorbe el agua

Despejamos la ecuación anterior y :

$$E = 121723.661 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 121.7 \text{KW}$$

$g = 1$ ; por estar calculando agua

$f = 1$ ; por estar calculando agua

$$C_{\text{agua}} = \text{Calor específico del agua} = 4083.3 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\delta_{\text{agua}} = \text{Densidad del agua} = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Para el agua de enfriamiento supusimos un caudal de  $5\text{GPM} = 0.000315451 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

$$\Delta T = \frac{E}{g \cdot f \cdot Q \cdot C_{\text{agua}} \cdot \delta_{\text{agua}}} = 94.5^\circ \text{F}$$

Se recomienda que el mínimo diferencial de temperatura del fluido de proceso que pasa por el intercambiador sea  $50^\circ \text{F}$  y se cumple el requisito, también se recomienda que el máximo diferencial de temperatura del agua de enfriamiento sea  $300^\circ \text{F}$  y también se cumple. Por eso se toma este cálculo como correcto.

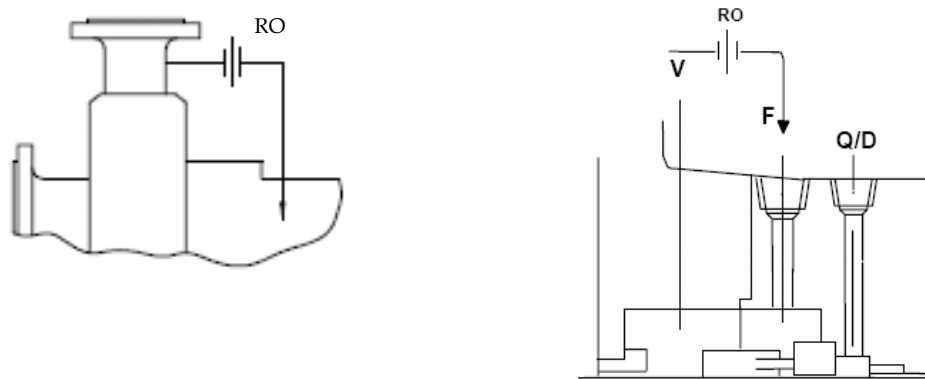
El intercambiador se recomienda de  $150 \text{KW}$  para asegurarnos que refrigere lo suficiente.

## 2.1.7 INFORMACIÓN DE MONTAJE PLANES DE SELLADO

Para muestra de estas memorias se me mostrara el trabajo realizado para uno de los planes como ejemplo de lo que se realizo en el informe (anexo) con cada uno de los planes que comprende las unidades de bombeo de la planta de aromáticos.

A continuación se anexan las listas de chequeo utilizadas para realizar la auditoria.

**Figura 25. Plan 11(Flushing)**



Fuente: ANSI/API Standard 682 Third Edition

**Tabla 7. Lista de chequeo para Plan 11**

Bomba ref. -				
Ítem	Descripción	SI	NO	Observaciones
1	Tubería plan mínimo de ½"			
2	Verificación platina de orificio (RO) mínimo 1/8" Standard			
3	Longitud entre platina de orificio y conexión de sello mayor a 12"			
4	No fugas en sistema de sellos			
5	Uniones soldadas en plan en tubería			
6	Uniones roscadas en plan en tubería			
7	Tubing conformado			

Fuente: Informe programa estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo planta aromáticos, William López, Jesús David Cubillos.

**Tabla 8. Información de respaldo lista de chequeo, plan de sellado 11**

<b>VERIFICACIONES</b>	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	La tubería usada para el plan de sellado debe ser mínimo de 1/2" (1/2" NPT), los materiales deben cumplir con los requerimientos en la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo K del Anexo A)
2	Se debe usar la RO (platina de orificio) cuando el diferencial de presión entre la descarga y la cámara de sellado es mayor a 50 psig. Se debe tener cuidado al calcular el diámetro correcto de la RO (Platina de orificio) para obtener un flujo que refrigere correctamente y no tapone la platina (En la siguiente pagina se describe en detalle la selección)
	La norma API 682 3ed. exige que todas las RO (Platina de orificio) tenga una lengüeta de información que incluya:
	Diámetro de la RO (Platina de orificio)
	Tamaño de la tubería material de la RO (Platina de orificio)
3	Se debe revisar que la distancia sea mayor a 12" para evitar que la velocidad del flujo erosione las caras de los sellos y falle, además se recomienda que la entrada a la cámara de sello sea tangencial a la brida de este.
4	
5	Se deben soldar la mayor parte de las uniones que se pueda para evitar todos los puntos de fuga en el caso que el fluido de proceso sea peligroso (toxico o Inflamable), seguir recomendaciones de la tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K del Anexo A)
6	Se recomienda usar tubería roscada cuando una fuga del fluido de proceso no represente un peligro (Toxico o inflamable). Tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K del Anexo A)
7	Se recomienda usar tubing conformado para reducir puntos de fuga y evitar soldadura cuando el fluido de proceso sea peligroso, se recomienda el uso de tubing conformado. Tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K del Anexo A)

**Fuente: Informe programa estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo planta aromáticos, William López, Jesús David Cubillos.**

### 2.2.7.1 Selección de la platina de orificio correcta plan de sellado 11

Para seleccionar el tamaño de la placa de orificio se debe primero definir si es necesaria, si el diferencial de presión entre la descarga y la cámara de sellado es mayor a 50 psig se recomienda usar platina de orificio. Para determinar el diferencial de presión entre la descarga y la cámara de sellado se recomienda usar las siguientes ecuaciones:

Presión en la cámara de sellado:

$$P_c = P_s + 0.25 \cdot (P_d - P_s)$$

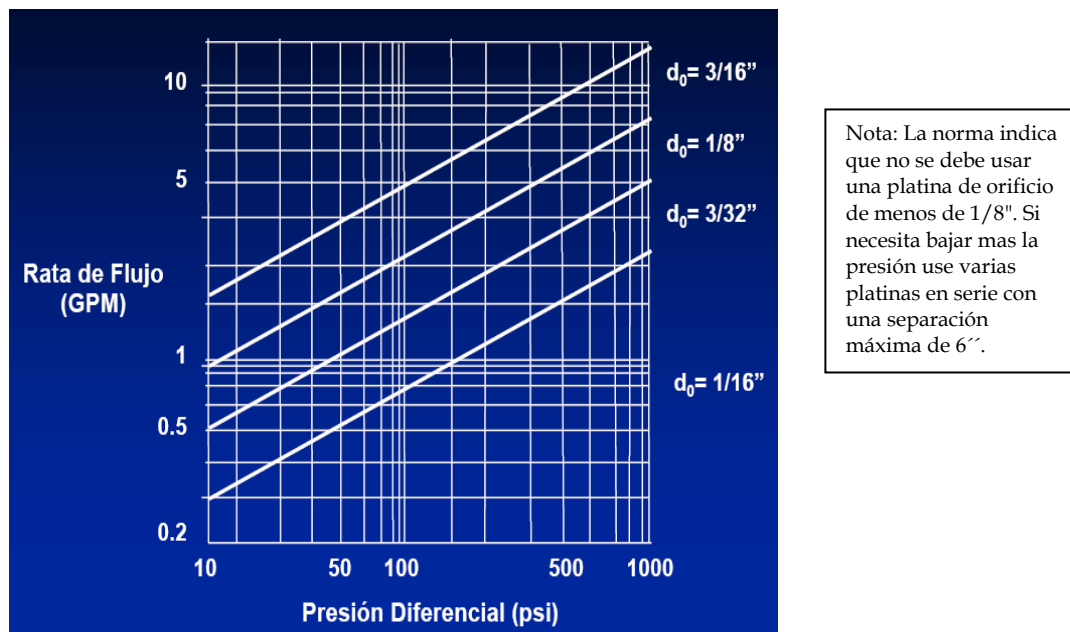
$P_d - P_c \geq 50$  psig; Usar platina de orificio

$P_d - P_c < 50$  psig; NO usar platina de orificio

$P_c$  = presión cámara de sellado  
 $P_d$  = presión redescarga  
 $P_s$  = presión de succión

Luego determine el caudal que debe fluir por la línea de flushing, recuerde que debe circular 1 GPM por cada pulgada de tamaño del eje. Con estas dos coordenadas entre al grafico y aproxime al tamaño de platina a la línea diagonal de diámetro de platina mas cercano.

Figura 26. Selección platina orificio



Fuente: Informe programa estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo planta aromáticos, William López, Jesús David Cubillos.

**Tabla 9. Información de respaldo lista de chequeo, plan de sellado 11**

<b>MAS INFORMACION PLAN DE SELLADO 11</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>
Asegúrese que el liquido del flushing este apuntando directamente sobre las caras del sello en la parte superior de la brida del sello mecánico
Es conveniente sacar la línea de flushing después de la válvula cheque de la descarga de la bomba para mantener el lavado del sello así halla perdida de succión en la bomba. Esto hace menos culpable de fallas de operación de la bomba al sello.
Se recomienda un flujo de 1GPM por cada pulgada de sello
Para aplicaciones de más de 3600 rpm o presiones superiores a 500 psi debe calcularse el calor generado y el flujo de enfriamiento. Puede encontrar el procedimiento en API 682 3ed. Annex F del Anexo A.
La temperatura en la cámara de sellado debe ser al menos 50° F por debajo de la temperatura de vaporización del fluido de proceso.
No usar plan 11 cuando la bomba utiliza agua a temperaturas mayores a 180° F, porque el agua a una temperatura mayor es un pésimo lubricante para las caras del sello.
<b>USOS</b>
Se usa en sellos mecánicos sencillos cuando esta este plan de sellado solo. Cuando se tiene mas de un plan de sellado se utiliza un sello doble.
Ventear los gases o vapores que se pueden formar en la cámara de sellado.
Aumentar la presión en la cámara de presión cuando hay problemas de vaporización del fluido de la cámara de sellado y la refrigeración no es practica por su alto costo.
Remover el calor en cámara de sellado
Bombas horizontales
Líquidos limpios
Servicio general
Limpieza en general a la cámara de sellado
<b>LIMITACIONES</b>
Cuando la presión en la cámara de sello a una presión igual o cercana a la presión de descarga
Fluidos viscosos, termosensitivos o lodos pueden bloquear las RO (Platinas de orificio) cuando se enfrían, se debe calentar el sello y la línea de flushing para evitar que se tapone el sello y trabaje en seco.
Fluidos sucios que erosionen o dañen el sello
Fluidos que polimerizan, cristalizan o coquizan que pueden erosionar las caras del sello. Se recomienda el uso de un plan 32,
Tenga cuidado que la temperatura en la cámara de sello este en el rango de temperatura limite de los sellos secundarios (Elastómeros).
<b>FALLA TIPICA</b>
Taponamiento de la platina de orificio (RO), verifique las temperaturas en la tubería.

**Fuente: Informe programa estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo planta aromáticos, William López, Jesús David Cubillos.**

Como se puede observar ante el gran volumen de información y recomendaciones del documento se hace necesario desarrollar un método de aseguramiento de esta información. En base a esto se decidió el desarrollo de una base de datos en Access 2000 por múltiples razones, entre las cuales esta la facilidad de manejo, ser un software con licencia para ECOPETROL, su facilidad de programación y es conocido en la refinería.

En el capítulo siguiente se describe en detalle las características de la base de datos que se elaboro con el respaldo de John Crane Colombia Inc. y Ecopetrol S.A.

### **3. DESCRIPCION DE LA BASE DE DATOS DOCUMENTAL EN SELLOS MECANICOS Y PLANES AUXILIARES DE SELLADO**

Esta base de datos comprende varios temas que se considera de gran importancia para la refinería y es información practica y precisa para el uso en campo, con un entorno amable y de fácil acceso y manejo, además es bastante confiable ya que esta basada en la norma API 682 3ed. y recomendaciones del fabricante, donde se trato de evitar al máximo introducir información poco precisa o de difícil manejo que hiciera complicado el uso de esta herramienta.

Estos temas se encuentran relacionados entre si y contienen la información necesaria para ubicar al usuario en el campo de los sellos mecánicos, ofreciendo recomendaciones orientadas a un optimo funcionamiento de este, con temas como materiales de las partes del sello, arreglo del sello, verificación de el plan auxiliar de sellado, selección del fluido barrera y amortiguante, información correspondiente a los sistemas auxiliares (recomendaciones, usos, limitaciones, falla típica, condiciones de operación y esquema del plan), causas y modos de falla de los sellos mecánicos, principio de funcionamiento (definición, partes y clasificación ), instalación y montaje (verificaciones y ventajas de los sellos tipo cartucho y no cartucho), ofreciendo gran soporte en aplicaciones básicas y complejas a cualquier hora y cualquier lugar .

A continuación se mostraran algunas imágenes referentes a la base de datos como la presentación, el panel de control de todos los ítems informativos, además se incluirá un diagrama de flujo que describe en detalle la estructura de la base de datos, etc.

Los temas seleccionados, la información contenida y la forma de presentarse en la base de datos pasaron por una fase de evaluación por parte de los ingenieros de ECOPETROL y JOHN CRANE.

Las siguientes imágenes corresponden a la presentación inicial de la base de datos, el panel de control y mapa del sitio correspondientemente.

**Figura 27. Presentación inicial de la base de datos**



**Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.**

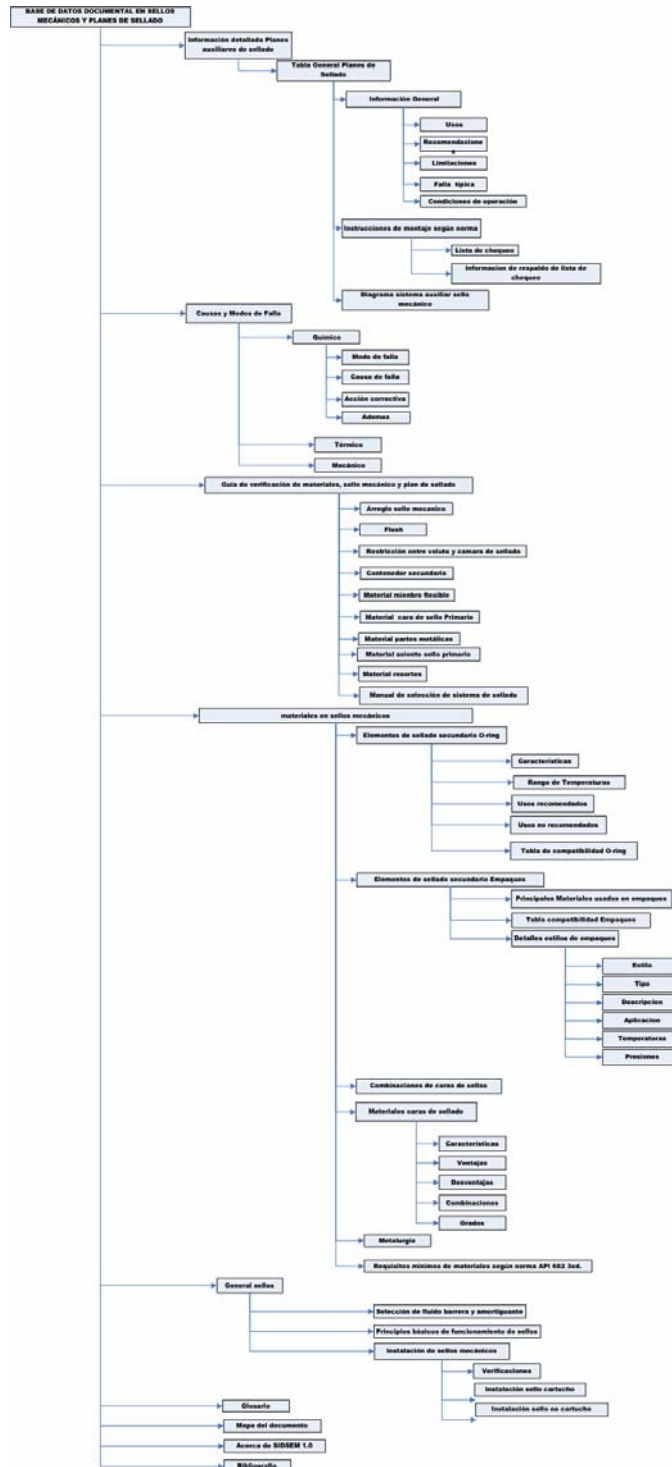
Figura 28. Panel de control de la base de datos



Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.

### 3.1 MAPA DEL DOCUMENTO

Figura 29. Mapa del documento

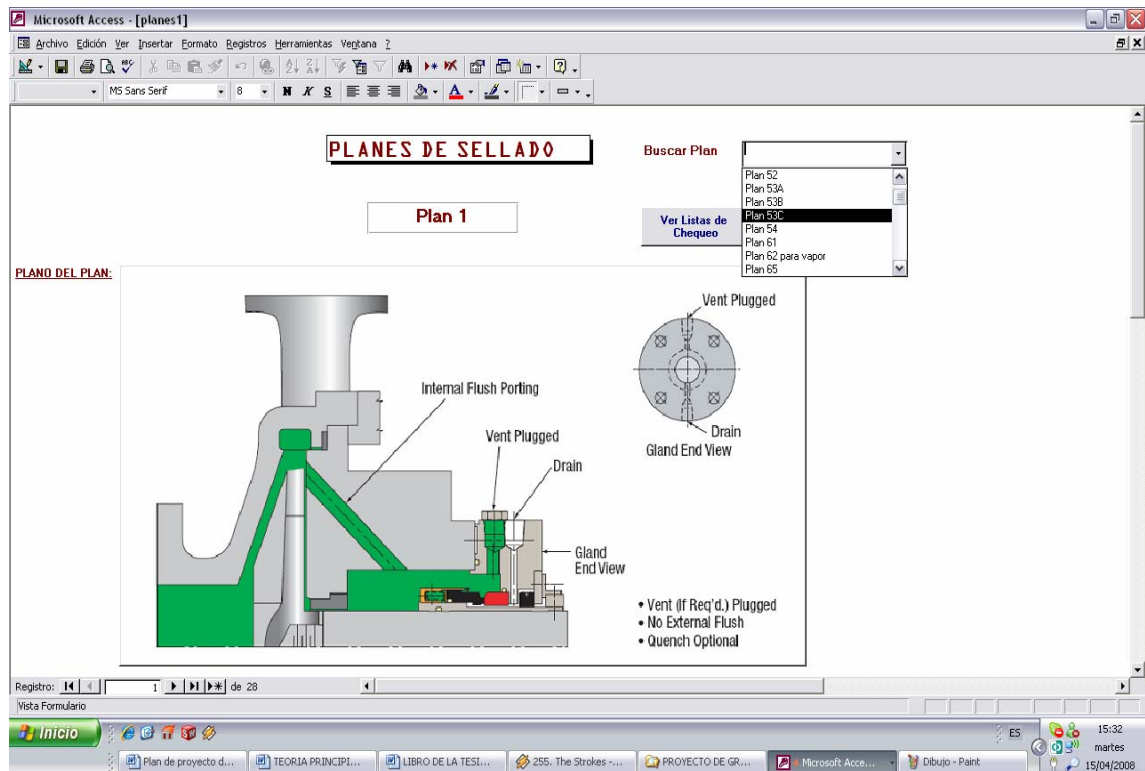


Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.

### 3.2 INFORMACION DETALLADA PLANES AUXILIARES DE SELLADO

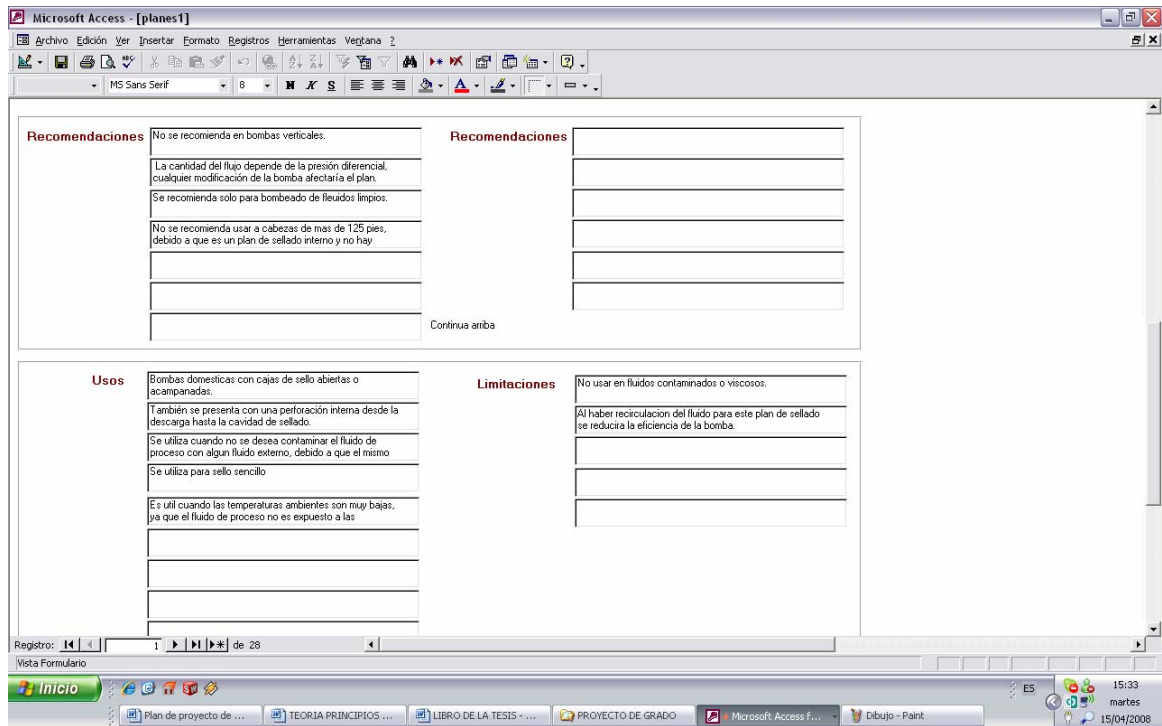
Este ítem es de gran importancia porque ofrece gran información al usuario y facilidad para el trabajo que se realiza en campo. En el se encuentra un buscador con el nombre de todos los planes auxiliares de sellado según la norma API 682 3ed. con el fin de que el usuario consulte por el plan que esta buscando específicamente. Una vez ubicado en el plan que se necesita, la interfaz grafica muestra el diagrama del sistema auxiliar de sellado, recomendaciones, usos, limitaciones, falla típica, condiciones de operación.

Figura 30. Diagrama ejemplo planes de sellado (Plano) de la base de datos



Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.

**Figura 31. Diagrama ejemplo planes de sellado (información) de la base de datos**



**Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.**

El botón que se muestra en la parte superior derecha del diagrama que se llama VER LISTAS DE CHEQUEO me da la opción de una vista previa y la posibilidad de imprimir una lista de chequeo y una información de respaldo para cada plan donde el usuario podrá verificar en campo si el plan tiene todos sus componentes, y además saber porque razón cada uno de estos componentes debe ir instalado en el plan. A continuación se muestra un ejemplo de una lista de chequeo con su respectiva información de respaldo.

Figura 32. Diagrama ejemplo lista de chequeo

Microsoft Access - [lista plan 53C : Informe]

Archivo Edición Ver Herramientas Ventana 2

100% Cerrar

**Plan 53C**

1 make-up barrier fluid  
2 piston accumulator  
3 flash (F)  
4 liquid barrier outlet (LBO)  
5 liquid barrier inlet (LBI)  
6 seal chamber  
7 vent  
LI level indicator  
LSL level switch low  
PI pressure indicator  
PSL pressure switch low  
TI temperature indicator

**LISTA DE CHEQUEO PLAN 53C**

Bomba ref. -

Item	Descripción	SI	NO
1	Tubería del plan de sellado mínimo de 1/2"		
2	No fugas en sistema de sellos		
3	Uniones soldadas en plan en tubería		
4	Uniones roscadas en plan en tubería		
5	Indicador de presión (PI) en buen estado		
6	Enfriador y acumulador de piston correctamente montado		
7	Switch de baja Presión instalado		
8	Switch de baja Presión conectado al DCS		
9	Radios amplios en la curvatura tubería (ángulo curvatura >90°)		
10	Conexión del serpentín de refrigeración del enfriador en tubería mínimo de 1/2" (1/2" NPT)		
11	Indicador de presión (PI), escala sencilla 4.5"Dial. Rango adecuado.		

Página: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Preparado

Inicio

Microsoft Office... 255... The Strokes... PROYECTO DE GR... eMule v0.48a Microsoft Acces... Dibujo - Paint FileRatings.com - ... ES 15:30 martes 15/04/2008

Figura 33. Diagrama ejemplo información de respaldo de la lista de chequeo

Microsoft Access - [respaldo plan 53C : Informe]

Archivo Edición Ver Herramientas Verghana ?

100% Cerrar

INFORMACION DE RESPALDO PLAN 53C	
VERIFICACIONES	
ITEM	DESCRIPCION
1	La tubería usada para el plan de sellado debe ser mínimo de 1/2" (1/2" NPT), los materiales deben cumplir con los requerimientos en la tabla 4 de la norma API 682 3ed.
2	
3	Se deben soldar la mayor parte de las uniones que se pueda para evitar todos los puntos de fuga en el caso que el fluido de proceso sea peligroso (tóxico o inflamable), seguir recomendaciones de la tabla 4 Norma API 682 3ed.
4	Se recomienda usar tubería roscada cuando una fuga del fluido de proceso no represente un peligro (tóxico o inflamable). Tabla 4 Norma API 682 3ed.
5	El indicador de presión debe estar en buen estado pues un aumento repentino en la lectura del indicador puede significar que el sello falló y hay una fuga hacia el reservorio.
6	El indicador y el acumulador de presión deben estar montados en un soporte o suficientemente rígido para que sus vibraciones no afecten la bobina o deformen la carcasa de esta.
7	El reservorio debe tener montado un Switch de presión para controlar la presión en el rango adecuado, se recomienda un disparo entre 10-20 Psig.
8	No solo debe estar montado el Switch de presión, sino que también se debe conectar al DCS para llevar a cabo el monitoreo de las presiones de manera efectiva.
9	Los radios de curvatura (ángulo curvatura=90°) deben ser amplios para reducir las pérdidas y asegurar la circulación del fluido amortiguante.
10	El reservorio debe tener un sistema de refrigeración conectado para prevenir vaporización del líquido amortiguante, o peligros de incendio.
11	El indicador de presión debe tener un rango adecuado para poder conocer la presión inclusive si se dispara el Switch de presión.
12	Las líneas de entrada y salida al sello secundario del plan 52 debe tener máximo 3m de longitud para reducir las pérdidas en el sistema y que el líquido se mantenga circulando.
13	La válvula de sangrado es importante para purgar el PI y usarlo solo cuando se necesite.
14	Las líneas eléctricas deben estar tendidas con conduct hasta la bandeja principal para evitar que la línea quede expuesta y se rompa fácilmente.
15	Para reducir puntos de fuga, evitar soldadura y reducir pérdidas se recomienda usar tubing conformado.
	En la cámara de sello el fluido debe salir por la parte superior de la brida y conectar al

Página: 1

Preparado

Inicio

Plan de proyecto de ... TEORIA PRINCIPIOS ... LIBRO DE LA TESIS ... PROYECTO DE GRADO Microsoft Access for Windows Dibujo - Paint

ES 15:43 martes 15/04/2008

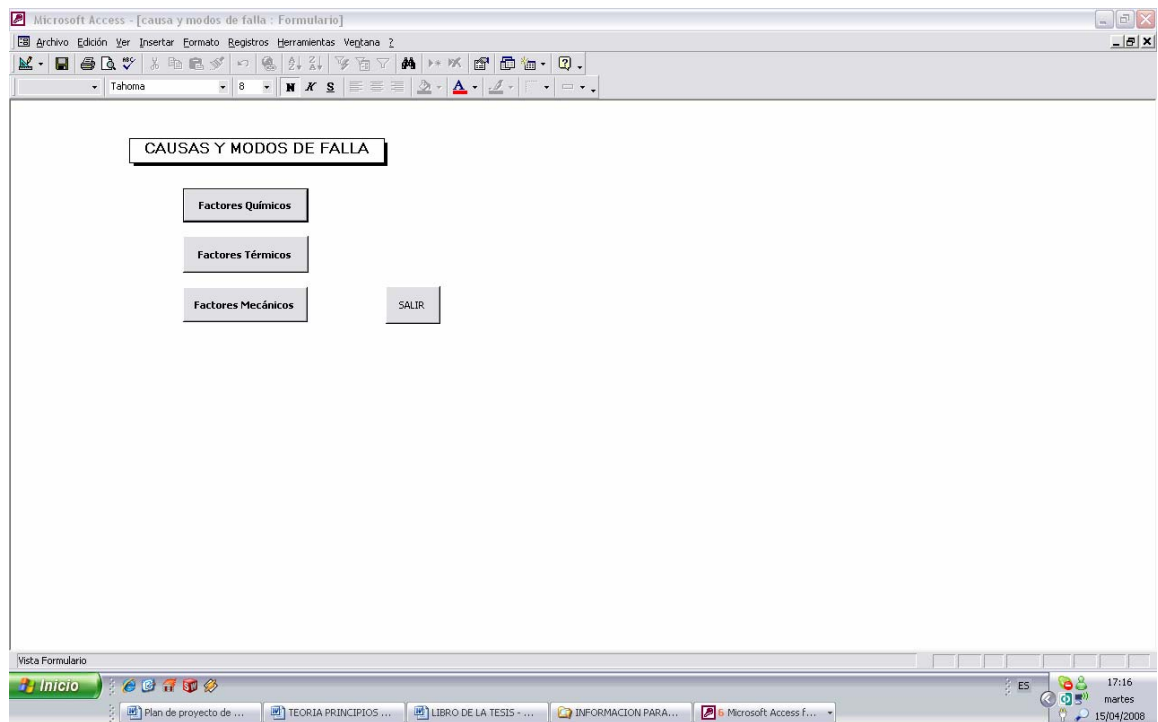
Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.

### 3.3 CAUSAS Y MODOS DE FALLA

Este ítem como su nombre lo indica nos muestra los tres tipos de fallas que puede tener un sello mecánico de manera global como los son las fallas químicas, térmicas y mecánicas; describiendo cada una de las formas como estas se presentan de forma tabulada mostrando los modos de falla, la causa de falla, la acción correctiva y una imagen ilustrando la falla que se esta estudiando.

A continuación se muestra una imagen que nos ilustra este ítem en la base de datos.

**Figura 34. Diagrama ejemplo Causas y modos de falla**



**Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.**

Figura 35. Diagrama ejemplo información causas y modos de falla

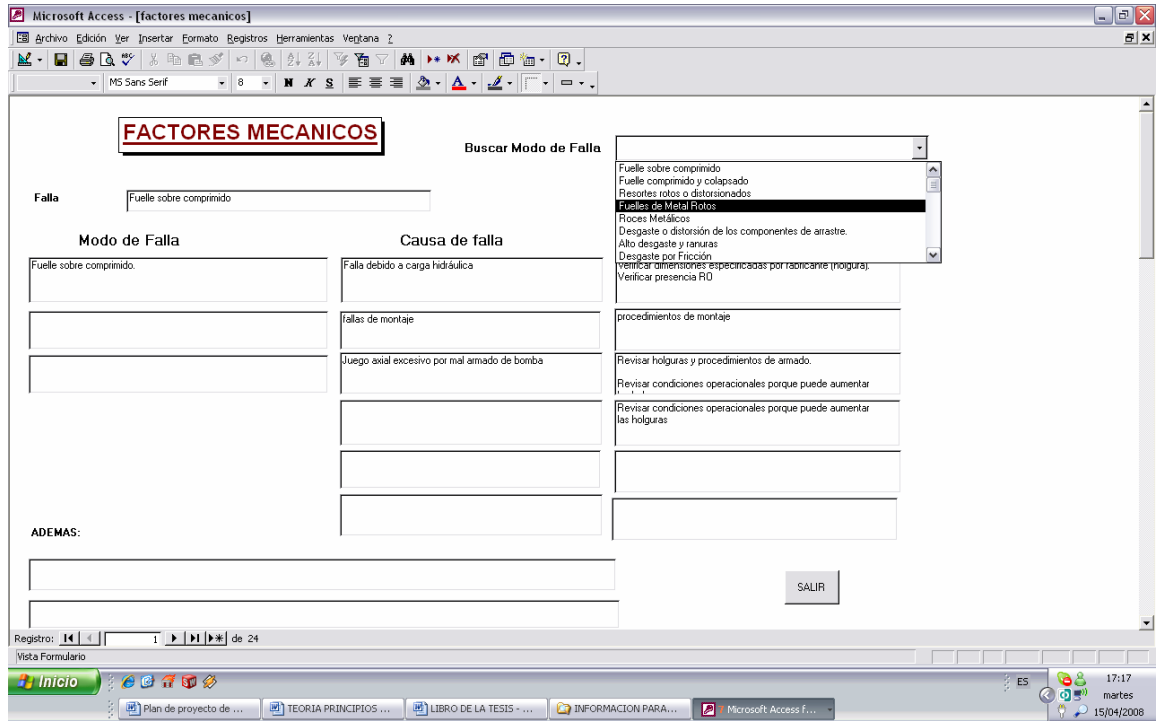
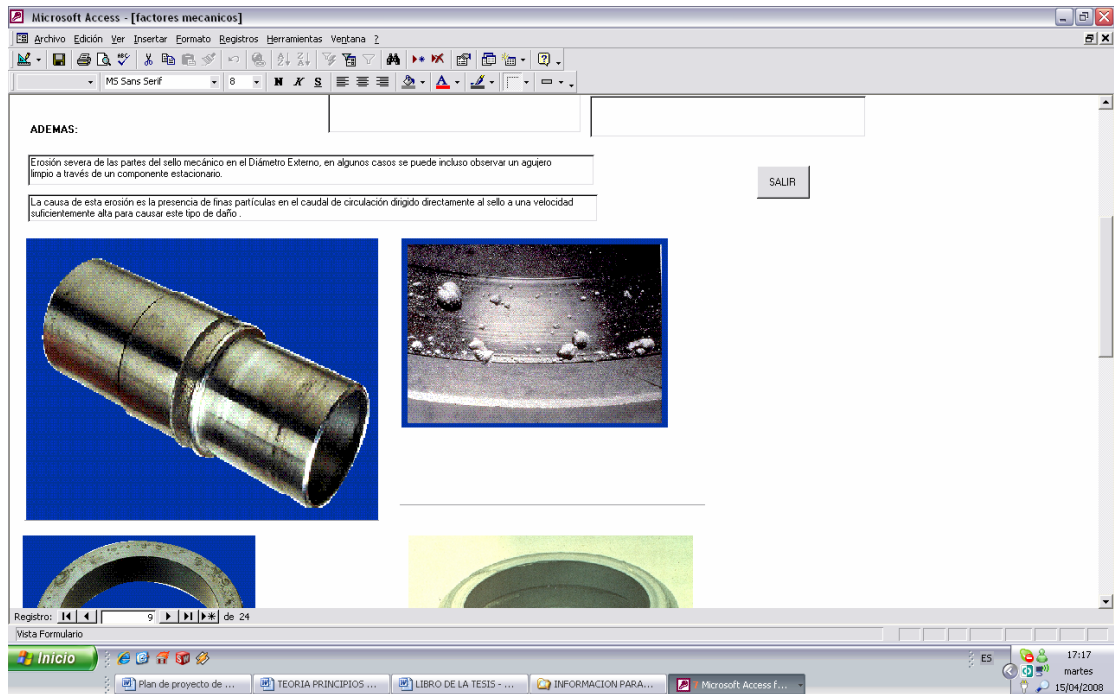


Figura 36. Diagrama ejemplo ilustraciones causas y modos de falla



Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.

### **3.4 SELECCIÓN GLOBAL DE MATERIALES, SELLO MECÁNICO Y PLAN DE SELLADO**

Esta sección tiene como objetivo darle a la persona a cargo del sello mecánico del equipo la posibilidad de verificar los materiales, el tipo de sello mecánico y sistema auxiliar de sellado para cada aplicación específica según el fluido de proceso. La recomendación contiene información acerca de materiales en las caras de los sellos, en los O-ring, fuelles, resortes, partes metálicas, arreglo del sello mecánico, plan auxiliar de sellado. La tabla de selección mostrada en este ítem comprende un buscador donde se listan cerca de 500 fluidos comúnmente usados están listados alfabéticamente en esta sección, de manera que al seleccionar el fluido la tabla le da la opción de mirar las recomendaciones anteriormente descritas. Además comprende un subformulario que describe los códigos y comentarios que contiene la tabla y un enlace con el paquete de materiales de los elementos secundarios de sellado para detallar más a fondo la recomendación adquirida de la tabla.

A continuación se muestran la interfaz grafica correspondiente, que nos ilustra este ítem en la base de datos.

Figura 37. Diagrama ejemplo Guía de verificación de materiales

**TABLA RECOMENDACIONES DE VERIFICACION DE MATERIALES Y ARREGLOS DE SELLOS MECANICOS**

Fluido Bombreado	Punto de Fusión (°C)	Punto de Ebullición (°C)	Gravedad Especifica	Temperatura de Sellado(°C)	Codigos de Peligrosidad	Arreglo	Flush	Restricción Voltra-Camara de Sellado	Contenedor Secundario (Sello Externo)	Miembro Flexible
Acetaldehyde	-124	20	.8	40 / 100	T1F2	S	F2	N1	Q2	Nitrile
Acetic Acid <30%										Fluorocarbon
Acetic Acid >30%										Ethylene Propylene
Acetic Acid >30%										Nitrile (HNBR)
Acetic Anhydride <15%										Perfluoroelastomer
Acetone										Perfluoroelastomer
Acetone Cyanhydrin										Pure PTFE
Acetonitrile										Teflon vitrificado
										Exfoliated Graphite
										Inconel Alloy 718
										Alloy C-276
										AMS50 Stainless Steel

Figura 38. Diagrama ejemplo códigos de la guía de verificación

**CODIGOS SELECCION**

Codigos de peligrosidad	Arreglo	COM
<p><b>Toxico</b></p> <p>T1: El fluido tiene un moderado nivel de toxicidad</p> <p>T2: El fluido puede ser altamente toxico, venenoso o carcinogenico</p> <p>T3: El fluido es extremadamente toxico o extremadamente carcinogenico</p> <p><b>Corrosivo</b></p> <p>C1: El liquido tiene un leve efecto corrosivo en la piel y los tejidos humanos.</p> <p>C2: El liquido tiene un gran efecto corrosivo en la piel y los tejidos humanos.</p> <p><b>Inflamable</b></p> <p>F1: Es probable que aparezca combustion del fluido cuando se expone al calor o bien llama.</p> <p>F2: El liquido es altamente inflamable y puede iniciar una combustion cuando sea expuesto al calor o llama</p> <p><b>Agua reactiva</b></p>	<p>Un sello simple generalmente se puede usar como solucion de sellado ,pero si el fluido se encuentra en un rango de temperaturas o presiones peligrosas, la solucion recomendada sera un sello simple con un dispositivo contenedor, o en casos extremos un arreglo de sello doble con un fluido barrera presurizado o un fluido amortiguante no presurizado. El sello dual tambien puede ser recomendado cuando los materiales no son los adecuados para una solucion simple.</p> <p><b>S: Sello simple</b></p> <p>Sello simple instalado internamente</p> <p>Sello simple montado en posicion estacionaria con el asiento rotando</p> <p><b>D: Sello Dual</b></p> <p>Sello dual con configuracion espalda con espalda</p>	<p>1-Re</p> <p>2-co</p> <p>3-abr</p> <p>4-dej</p> <p>5-crc</p> <p>6-obr</p> <p>7-ent</p> <p>8-ent</p> <p>9-mo</p> <p>10-V</p> <p>11-Q</p> <p>12-Q</p> <p>13-n</p> <p>14- F</p> <p>15- n</p> <p>16- F</p> <p>17-C</p> <p>18-R</p> <p>19-R</p> <p>20-R</p> <p>21-A</p> <p>22- C</p>

Para informacion mas detallada acerca de la aplicacion de O-ring y Empaques, puede usar la informacion que se ofrece a continuacion. Haga click en el boton para remitirse a esta informacion

Elementos de sellado secundario O-Ring      Elementos de sellado secundario Empaques      SALIR

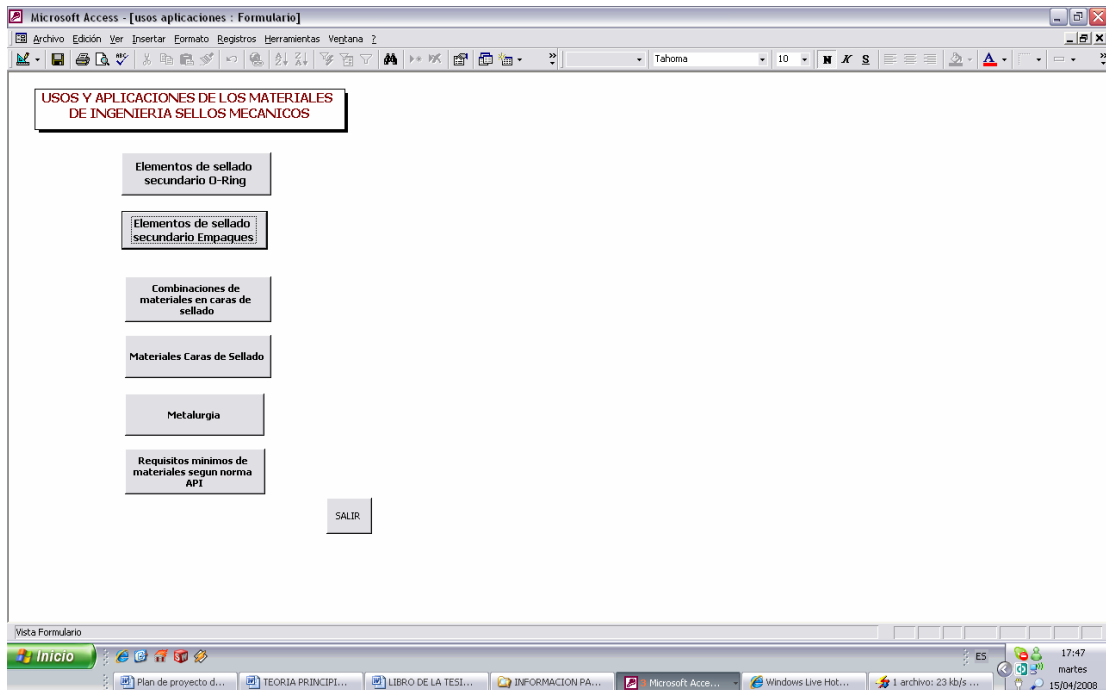
Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.

### 3.5 MATERIALES EN SELLOS MECANICOS

En esta sección encontramos un paquete de usos aplicaciones y selección de los materiales en sellos mecánicos. Allí se encuentra la descripción, características, usos, aplicaciones, condiciones de operación y compatibilidad de los elementos secundarios de sellado (O-ring y Empaques) con el fluido de proceso. En otra parte se encontraran las características, ventajas, desventajas y grados de los materiales de las caras de sellado, así como sus combinaciones con recomendaciones para facilitar la selección. Por ultimo un pequeño paquete de la metalurgia de los componentes secundarios del sello mecánico y los requisitos mínimos de materiales según la norma API 682 3era edición.

A continuación se muestra de manera ilustrativa este ítem en la base de datos.

**Figura 39. Diagrama ejemplo usos y aplicaciones de los materiales**



Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.

Figura 40. Diagrama ejemplo elementos de sellado secundario O-ring

Microsoft Access - [Compatibilidad O-ring : Formulario]

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

Tahoma 8

**ELEMENTOS DE SELLADO SECUNDARIO O-RING** Buscar O-Ring

tipo\_material\_oring: Buna II (Nitrilo, NBR)

caracteristicas: La Buna II es un polímero de Acrílo Nitrilo y Butadieno superior a la mayoría de los elastómeros en cuanto a la compresión y resistencia a la abrasión.

rango\_temperatura: -65°F a +250°F

usos\_recomendaciones: Es provechoso en aceites de petróleo y combustibles, gases licuados de petróleo a bajas temperaturas, agua, fluidos con base de Ethylenglycol.

usos\_no\_recomendados: No debe usarse en Ketonas, ácidos fuertes, hidrocarburos halogenados y fluidos de fosfato hidráulicos.

SALIR

**TABLA COMPATIBILIDAD DE O-RING**

A continuación se muestra la tabla de compatibilidad de O-Ring en función del fluido de proceso, además se indica una tabla con las temperaturas recomendadas de uso de los materiales.

NBR	General Nitrile HNBR	Ethylene Propylene EPDM	Fluorocarbon FKM	Hifi Ior FKM	Perfluoroelastomer FFKM	Alas (TFEP/Propylene) FE	Neoprene/Chloroprene CR	Styrene-Butadiene SBR	Polyacrylate ACM	Polyurethane AU, EU	Butyl IIR	Butadiene BR	Isoprene IR	Natural Rubber NR	Hyalon CSM	Fluorosilicone FVMQ	Silicone MQ, VMQ, PVMQ
-----	----------------------	-------------------------	------------------	--------------	-------------------------	--------------------------	-------------------------	-----------------------	------------------	---------------------	-----------	--------------	-------------	-------------------	------------	---------------------	------------------------

Registro: 1 de 7

Vista Formulario

Inicio

Plan de proyecto de... TEORIA PRINCIPIOS... LIBRO DE LA TESIS... INFORMACION PARA... Microsoft Access... Windows Live Hotmail... willmer - Conversac...

17:50 martes 15/04/2008

Figura 41. Diagrama ejemplo compatibilidad O-ring

Microsoft Access - [Compatibilidad O-ring : Formulario]

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

Tahoma 8

**TABLA COMPATIBILIDAD DE O-RING**

A continuación se muestra la tabla de compatibilidad de O-Ring en función del fluido de proceso, además se indica una tabla con las temperaturas recomendadas de uso de los materiales.

	Nitrile NBR	Hydrogenated Nitrile HNBR	Ethylene Propylene EPDM	Fluorocarbon FKM	Hifi Ior FKM	Perfluoroelastomer FFKM	Alas (TFEP/Propylene) FE	Neoprene/Chloroprene CR	Styrene-Butadiene SBR	Polyacrylate ACM	Polyurethane AU, EU	Butyl IIR	Butadiene BR	Isoprene IR	Natural Rubber NR	Hyalon CSM	Fluorosilicone FVMQ	Silicone MQ, VMQ, PVMQ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Abietic Acid	X	X	X	X	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acetaldehyde	3	3	2	4	1	1	3	3	4	4	2	2	2	2	3	4	4	2

Registro: 1 de 2091

**ABREVIATURAS DE TABLA**

1. Satisfactorio
2. Usualmente aceptable
3. Dudosa (Algunas veces es aceptable)
4. No satisfactoria
X. Datos insuficientes

**TABLA DE TEMPERATURAS RECOMENDADAS PARA O-RING**

Material O-ring	Rango de temperatura de operación recomendado
Nitrile (General Service)	-34°C to 121°C (-30°F to 250°F)*
Nitrile (Low Temperature)	-55°C to 107°C (-65°F to 225°F)*
Hydrogenated Nitrils	-32°C to 149°C (-23°F to 300°F)*
Ethylene Propylene	-57°C to 121°C (-70°F to 250°F)*
Fluorocarbon	-26°C to 205°C (-15°F to 400°F)*
Hifi Ior	-26°C to 205°C (-15°F to 400°F)*
Perfluoroelastomer (Paroff Ior)	-26°C to 320°C (-15°F to 608°F)*
AFLAS	-9°C to 232°C (15°F to 450°F)*
Neoprene	-51°C to 107°C (-60°F to 225°F)*

Registro: 1 de 7

Vista Formulario

Inicio

Plan de proyecto de... TEORIA PRINCIPIOS... LIBRO DE LA TESIS... INFORMACION PARA... Microsoft Access... Windows Live Hotmail...

17:59 martes 15/04/2008

Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.

Figura 42. Diagrama ejemplo elementos de sellado secundario Empaques

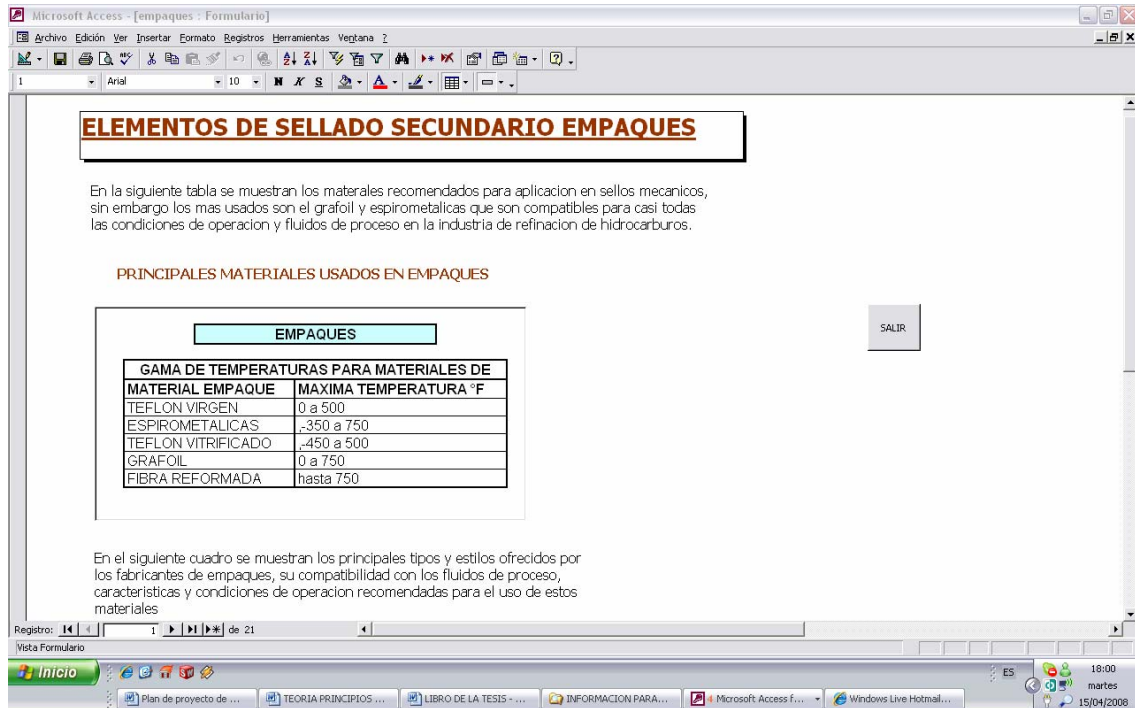
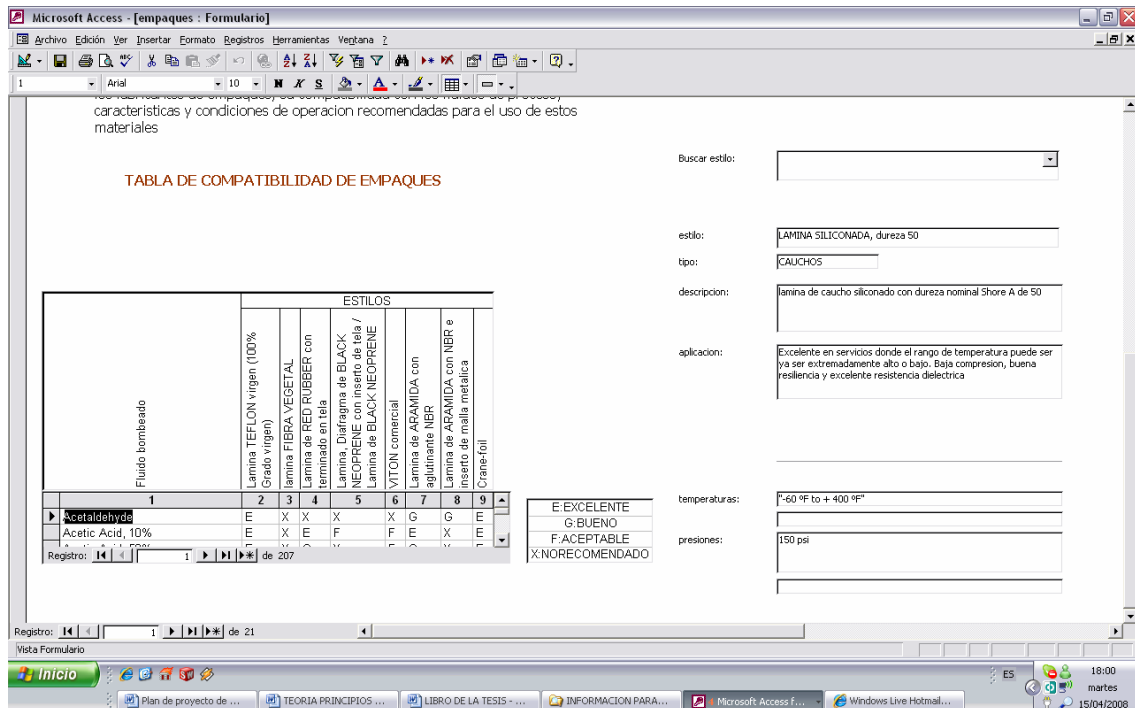


Figura 43. Diagrama ejemplo compatibilidad Empaques



Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.

Figura 44. Diagrama ejemplo Materiales caras de sellado

**MATERIALES CARAS DE SELLADO**

Nombre:

Características:

- Resiste temperaturas hasta 250°C. Grados especializados permiten hasta 450°C.
- Es flexible, con capacidad para absorber distorsiones mecánicas.
- Resistente a alta presión. Es común en las aplicaciones de agua de alimentación de
- Es fácilmente manufacturable a un costo competitivo.

Ventajas:

- Buenas cualidades lubricantes bajo trabajo en seco o condiciones de poca lubricación.
- Habilidad para acomodarse rápidamente a las imperfecciones de la geometría de las caras.
- Buena resistencia química.
- Resistencia a la temperatura, desde temperaturas criogénicas hasta 250°C. Este
- Razonable resistencia en compresión.
- Relativo bajo costo y fácil disponibilidad.

Desventajas:

- Bajo rendimiento en presencia de abrasivos o líquidos que cristalizan.
- Algunos químicos atacan al carbón el impregnante como agentes oxidantes fuertes.
- En combinación con metales que tienen bajo punto de fluencia, tiende a distorsionarse a altas
- Algunas aplicaciones no toleran el riesgo de contaminación con el polvo de carbón.
- Mientras tiene buena resistencia a la compresión, tiene poca a la tracción.
- Relativamente fácil de dañar, requiere mucho cuidado en el manejo.
- Baja conductividad térmica.

Combinaciones:

Grados:

Registro: 1 de 7

Vista Formulario

Figura 45. Diagrama ejemplo Combinación Materiales caras de sellado

**COMBINACION DE MATERIALES CARAS DE SELLADO**

Combinacion materiales:

Una combinación ampliamente utilizada

La cerámica es dura (Vickers Hardness 2500)

Es químicamente resistente

Cuanto mayor contenido de alúmina, mayor resistencia al calor.

Cuanto mayor sea el porcentaje, mejor será la calidad. El grado estándar es 99.5% o grado superfino.

La cerámica tiene cualidades de disipación del calor muy pobres, también es quebradiza y sufre de un fenómeno conocido como heat checking.

NOTA: Tenga en cuenta que las caras de las superficies deben ser diferentes

Registro: 1 de 6

Vista Formulario

Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.

Figura 46. Diagrama ejemplo características de los metales en sellos mecánicos

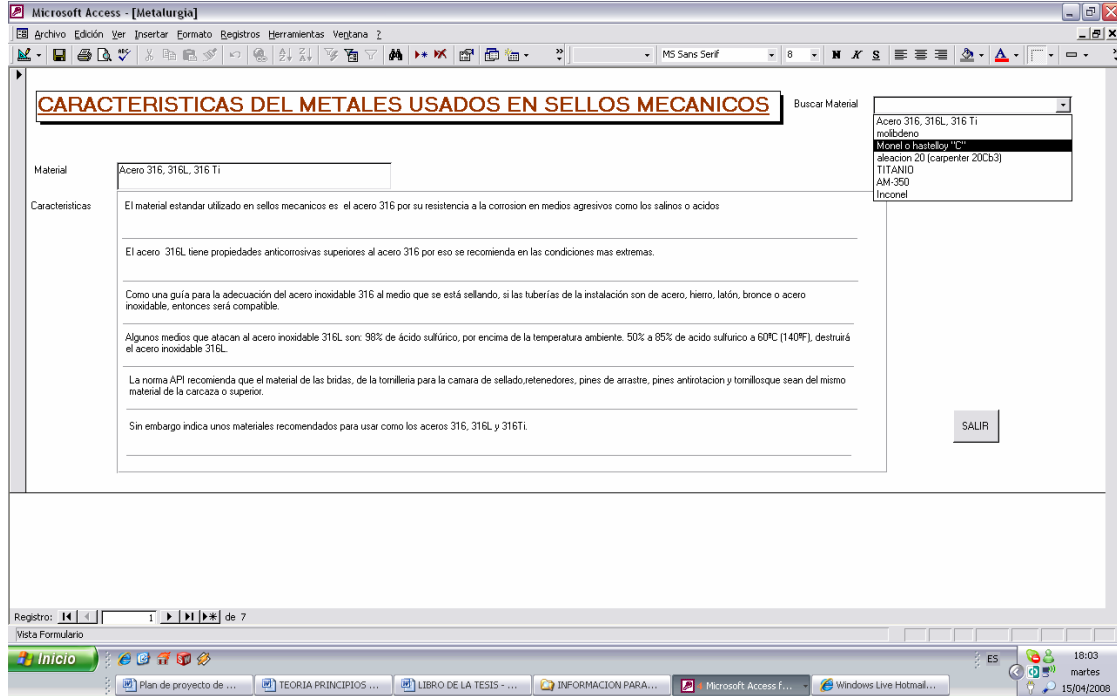


Figura 47. Diagrama ejemplo Características de los metales en sellos mecánicos



**Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.**

### **3.6 GENERAL DE SELLOS**

En este ítem encontraremos tres temas generales acerca de los sellos mecánicos que son fluidos barrera y amortiguante, principios de funcionamiento de sellos mecánicos e instalación de sellos mecánicos. En el primer tema se encuentran las características principales para un buen fluido barrera y amortiguante y las características fisicoquímicas así como los fluidos recomendados para distintos fluidos de proceso y compatibilidad con los elastómeros.

En el segundo tema se incluyó un paquete de principios de funcionamiento de los sellos mecánicos, donde se encuentran diferentes definiciones básicas para esta área, posee un buscador donde está el tema y debajo se define y se ilustra con una imagen alusiva al tema.

En el tercer tema se encuentran una metodología recomendada para la instalación global de sellos mecánicos con sus respectivas verificaciones e imágenes que ilustran como se debe hacer el procedimiento recomendado, además de la metodología específica para la instalación de sellos tipo cartucho y sellos tipo no cartucho.

A continuación se muestra una ilustración de este ítem en la base de datos.

Figura 48. Diagrama ejemplo Selección fluido Barrera o Amortiguante

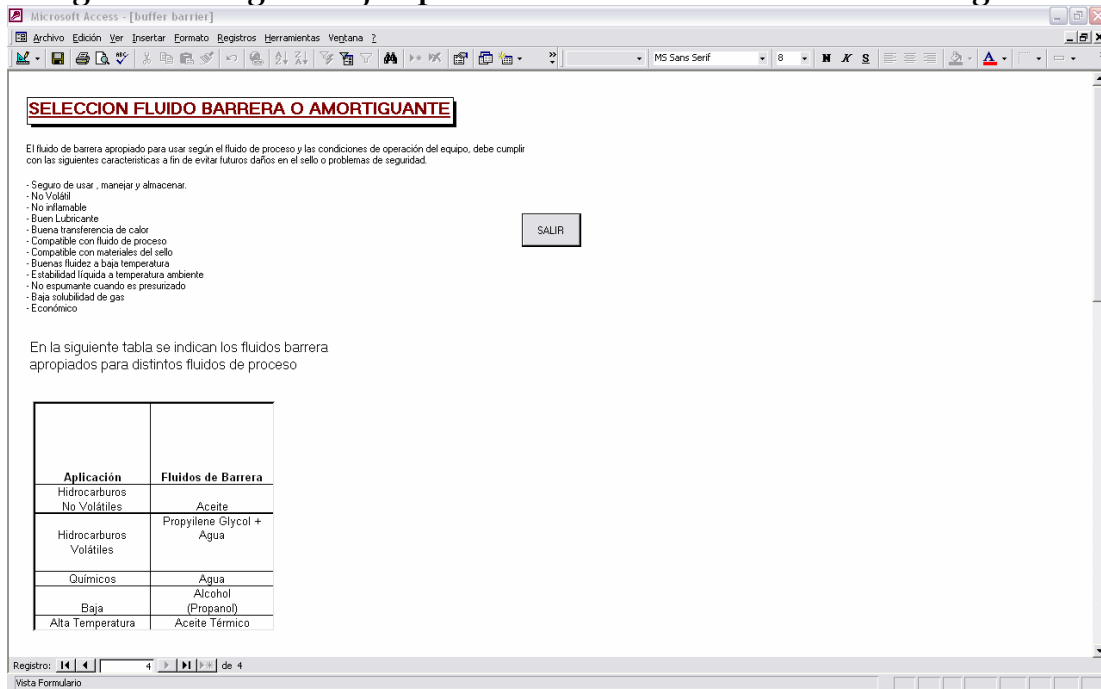
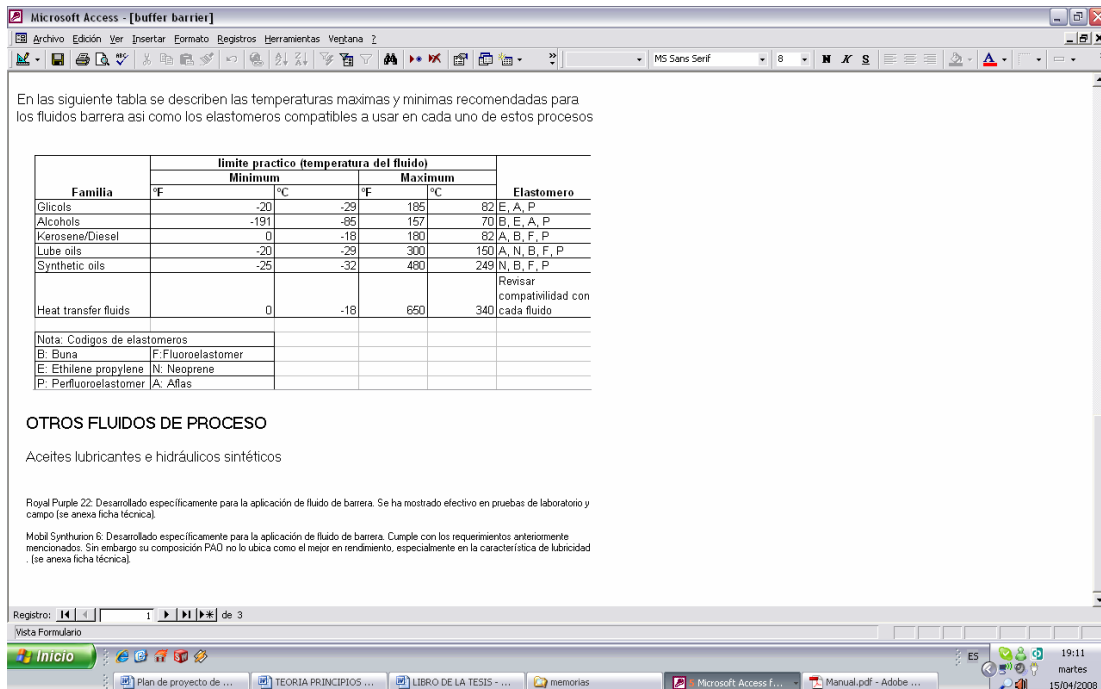


Figura 49. Diagrama ejemplo Limite de Temperaturas fluido barrera o Amortiguante



Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López.

Figura 50. Diagrama ejemplo Mapa del documento de Teoría de sellos

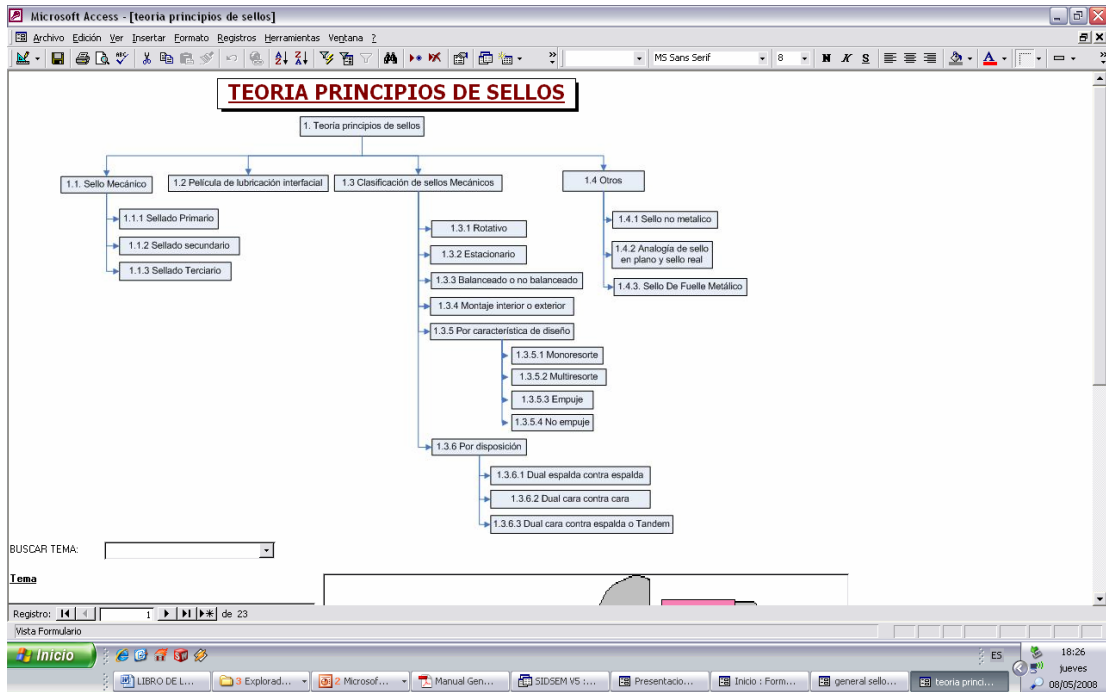
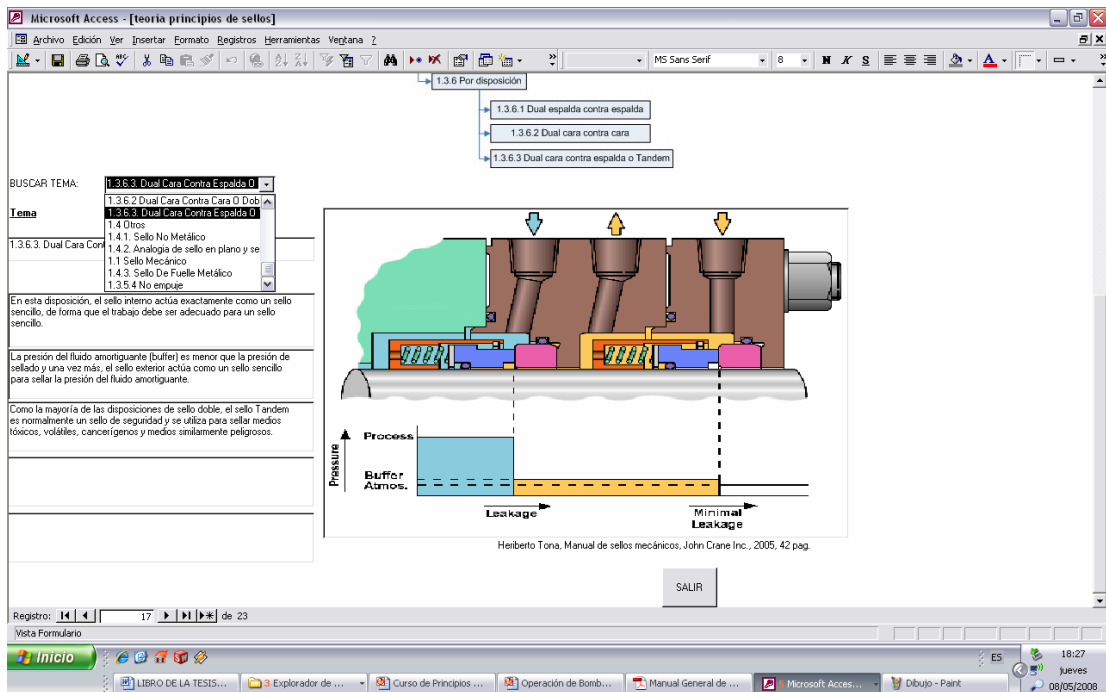


Figura 51. Diagrama ejemplo Teoría básica de principios de sellos



Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado,  
Diego Barrera, William López

Figura 52. Diagrama ejemplo Instalación de sellos mecánicos

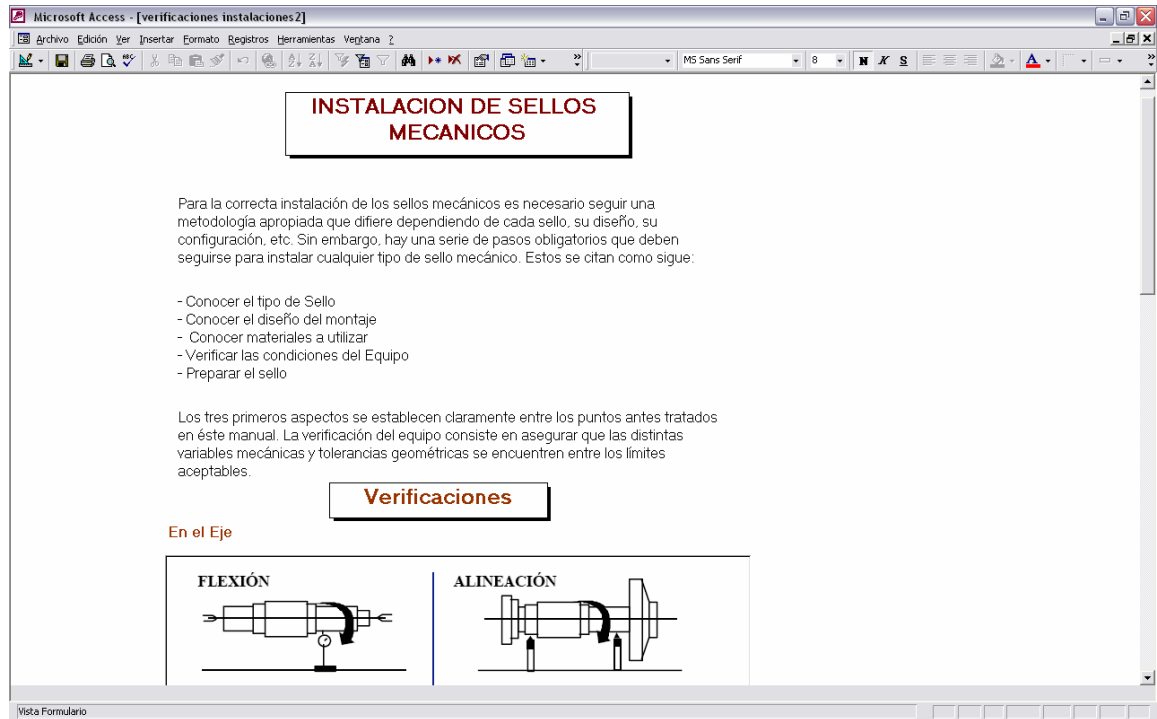
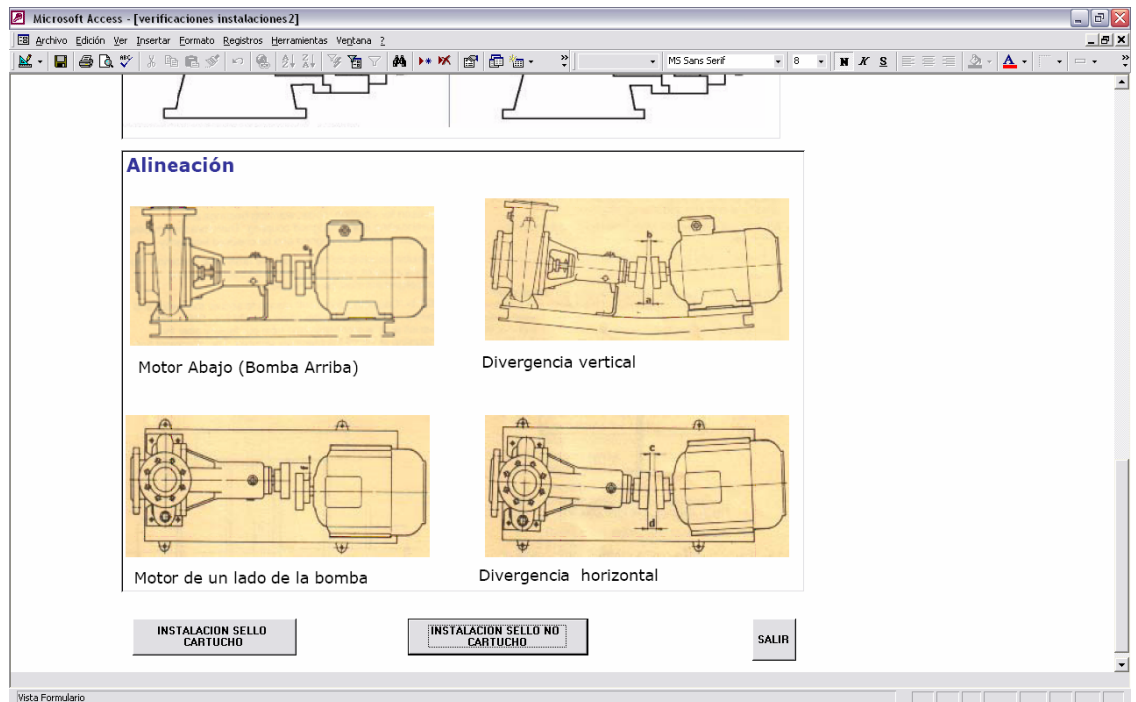


Figura 53. Diagrama ejemplo Verificaciones de Instalación de sellos



Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado,  
Diego Barrera, William López.

Figura 54. Diagrama ejemplo Instalación tipo cartucho

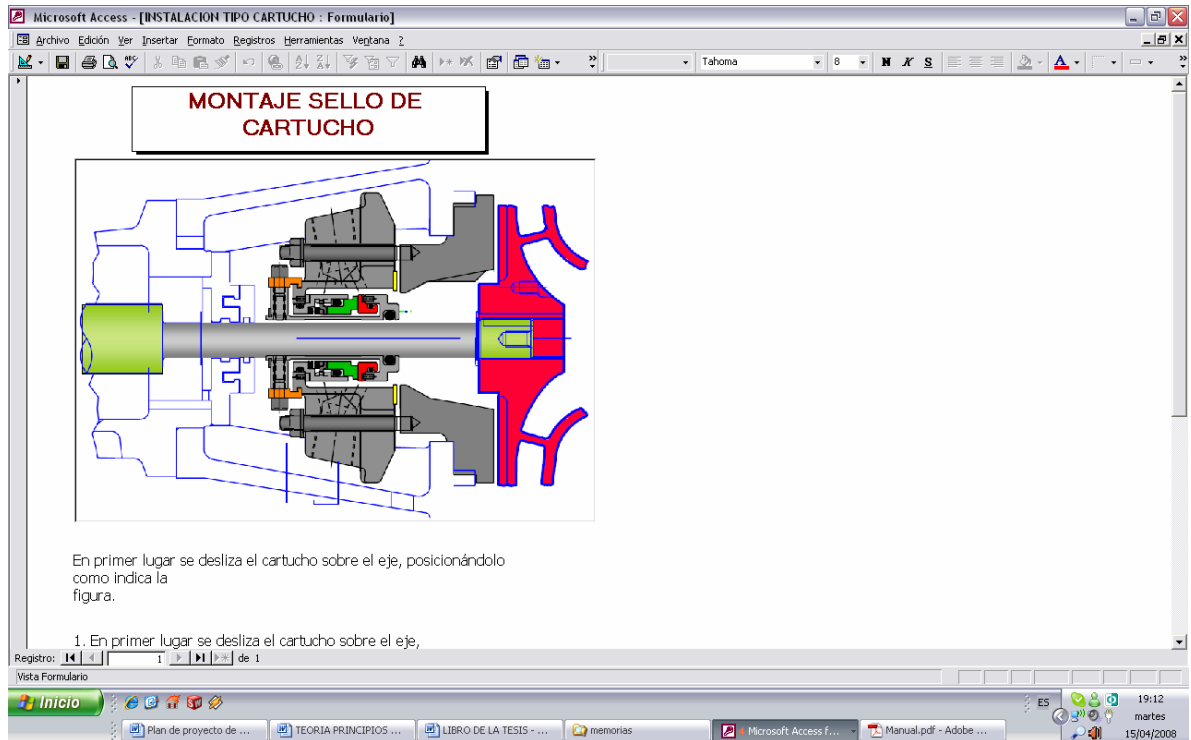
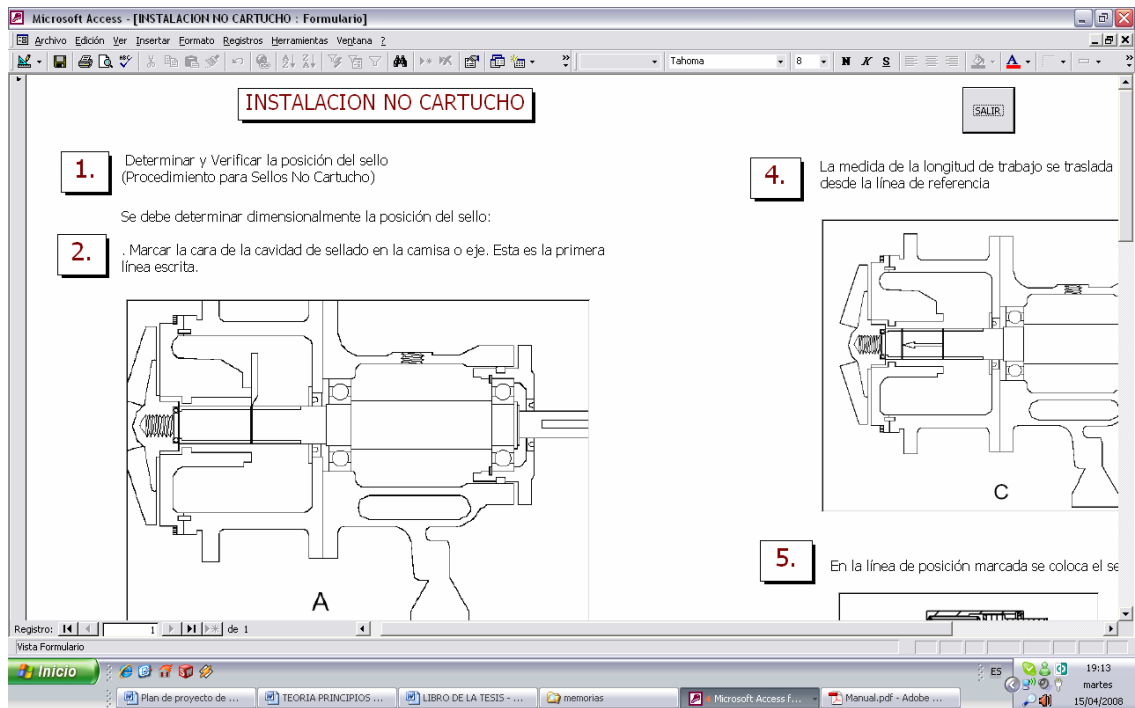


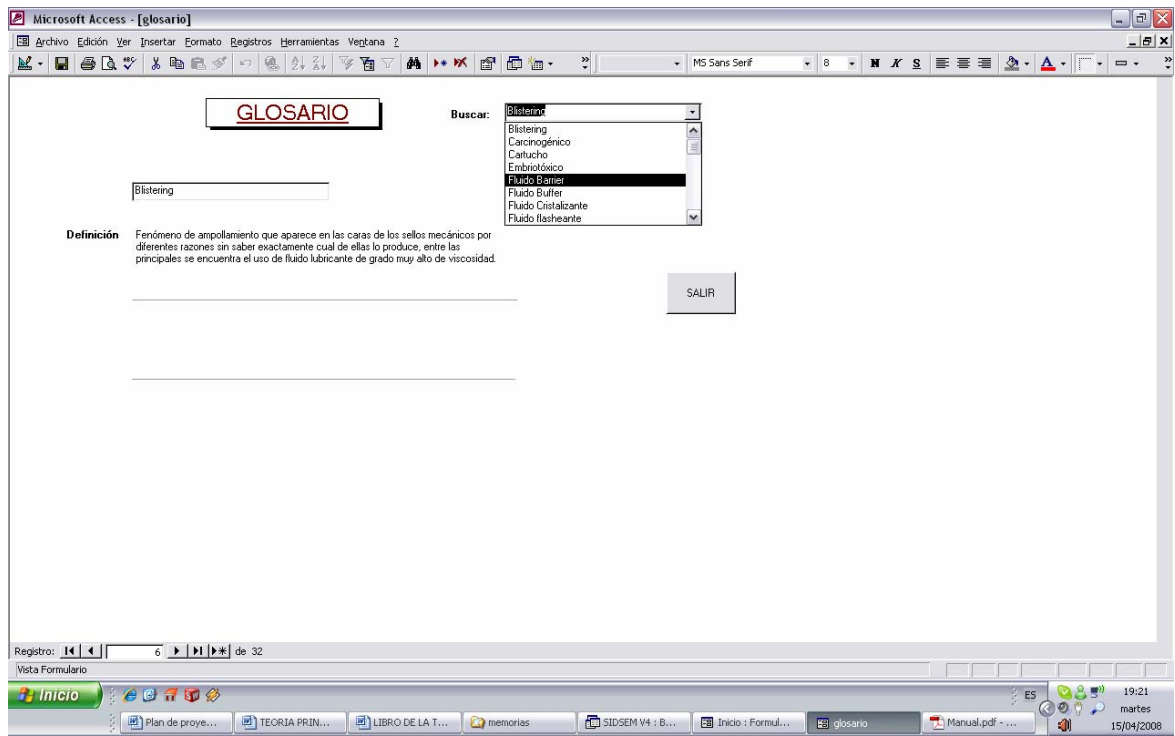
Figura 55. Diagrama ejemplo Instalación tipo no cartucho



**Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado,  
Diego Barrera, William López**  
**3.7 GLOSARIO**

En esta sección se decidió recopilar las palabras mas utilizadas en la información de la base de datos y que puede ser de gran utilidad para el usuario en caso tal que no conozca la definición de dicha palabra, este ítem posee un buscador de la palabra y la definición acorde a la selección hecha con el buscador.

**Figura 56. Diagrama ejemplo Glosario**



**Fuente: Base de datos documental en sellos mecánicos y planes auxiliares de sellado, Diego Barrera, William López**

## CONCLUSIONES

- Se entrego a la refinería de ECOPETROL GCB (Gerencia Complejo Barrancabermeja) el estudio piloto del programa de estandarización para planes de sellado en equipos de bombeo de la planta aromáticos el cual comprende todas las recomendaciones de reparación, actualización, mantenimiento, selección, montaje y rediseño de todos los planes de sellado conforme la norma API 682 y recomendación de fabricantes para la planeación de los trabajos a ejecutar en la parada de la planta Aromáticos y en los trabajos realizados día a día.
- Se realizo un trabajo de aseguramiento de la información en sellos mecánicos y sistemas auxiliares con el fin de reducir la cantidad de fuentes de consulta con que cuenta la refinería que pueden generar información errónea.
- Se desarrollo una base de datos documental en sellos mecánicos y sistemas auxiliares de sellado práctica y de fácil acceso con información precisa y detallada conforme la norma API 682 3ed y recomendaciones de los fabricantes.
- Se realizo un primer acercamiento de la base de datos al personal de ECOPETROL con una capacitación básica en el área de sellos con el objetivo de dar a conocer esta herramienta, las múltiples ventajas que ofrece como su practicidad en campo, la variedad de temas que contiene, la facilidad de uso, la veracidad de su contenido.

- Como resultado del estudio de estandarización, la base de datos, la capacitación al personal y el aseguramiento de la información se dio un paso mas en el aumento de la confiabilidad y seguridad en la refinería ECOPETROL GCB, viéndose reflejado en la ejecución de los primeros trabajos recomendados en el estudio piloto realizado en la Planta de Aromáticos.
- Mediante el trabajo realizado, se logro demostrar a la refinería que a través de la estandarización de los sistemas auxiliares de sellado según la norma y siguiendo las recomendaciones de empresas especializadas en esta área, se pueden lograr reducciones de costos significativas al disminuir la cantidad de repuestos que son financiados de manera innecesaria así como las paradas de plantas debido a las fallas en los equipos de bombeo críticos.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda al estudiante y al profesor usar adecuadamente el software SIDSEM 1.0 para la cátedra de mantenimiento y montajes en la escuela de ingeniería mecánica.
- Se recomienda realizar actualizaciones a este software debido a los constantes avances en el campo de los sellos mecánicos por ser un tema relativamente nuevo en la industria.
- Se recomienda a la escuela de ingeniería mecánica que siga incentivando el desarrollo de proyectos de grado de temas nuevos que sean aplicables para la industria colombiana.
- Se recomienda a las industrias que sigan incentivando el desarrollo de proyectos de grado orientados al aseguramiento de la información con el objetivo de rescatar las lecciones aprendidas con el ejercicio de la labor diaria.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Brewer**, A Comparison of Seal Face Materials New Sealide C vs. Traditional Choices, John Crane Inc., 2002, 2pag.

**ANSI/API Standard 682 Third Edition**, Pumps – Shaft Sealing Systems for Centrifugal and Rotary Pumps, September 2004, 210 pag.

**Gordon Buck**, Seal Face Blistering, John Crane Inc., 2005, 2pag

**Heriberto Tona**, Sellos Mecánicos Principios Básicos, John Crane Inc., 2001, 144 pag.

**Heriberto Tona**, Familias de Sellos y Asientos, John Crane Inc., 2004, 58 pag.

**Mike Huebner**, Review of Mechanical Seal Piping Plans, Flowserve, 2003, 100 pag.

**Heriberto Tona**, Materiales, Tamaños y Dimensiones estandar de O-rings, John Crane Inc., 1998, 36 pag.

**ECOPETROL**, Instructivo para la instalación de los planes API en bombas centrifugas, ECOPEPETROL, 2006, 30 pag.

**Heriberto Tona**, Manual de sellos mecánicos, John Crane Inc., 2005, 42 pag.

**Gordon Buck**, Circulation Systems for Single and Multiple Seal Arrangements, John Crane Inc., 2001, 69 pag.

**Heriberto Tona**, Selección de Sellos Mecánicos, John Crane Inc., 1998, 134 pag.

**Heriberto Tona**, Instalación de Sellos Mecánicos, John Crane Inc., 2004, 53 pag.

**Mechanical Maintenance Training Center**, Mechanical Seal Piping Plans, Companion Booklet, John Crane Inc., 2006, 34 pag.

**BW/IP Mechanical Seal Division**, Planes de Tubería API, BW Seal, 1996, 95 pag.

**Roger I. Bettín M.**, Planes API, 2006, 9 pag.

**Ecopetrol- John Crane**, Planes API, John Crane Inc., 2005, 22 pag.

**Gordon Buck**, John Crane Inc., Baton Rouge, LA , Seal Chamber Pressure, John Crane Inc., 2000, 10 pag.

**Heriberto Tona**, Sellos Mecánicos, John Crane Inc., 2004, 91 pag.

**Heriberto Tona**, Sistemas de Lubricación y Enfriamiento, John Crane Inc., 2004, 128 pag.

**Ralph Mabinl**, Bushing and orifice, John Crane Inc., 1998, 8 pag.

**Gordon Buck and Ralph Gabriel**, Circulation Systems for Single and Multiple Seal Arrangements-Part Three, John Crane Inc. 2007, 36 Pag.

**Luis Rodríguez**, Bases de datos documentales: estructura y principios de uso, CINDOC-CSIC, 2003, 21 Pag.

**VS-1**, Seal Material and Arrangement Guide, John Crane Inc., 2004, 50 pag.

**O-Ring Division**, Parker O-Ring Handbook, Parker Hannifin Corporation, 2007, 292 pag.

**Herman Knoops**, Shaft sealing systems for centrifugal and rotary pumps (amendments / supplements to api 682), Shell Dept, 2007, 33 pag.

**Amy Parent**, Fallas en Sellos Mecánicos, John Crane Inc., 1997, 108 pag.

**Amy Parent**, Instalación de Sellos Mecánicos, John Crane Inc., 1997, 127 pag.

**Gordon Buck**, Anne-Laure Louarn, Joe Sehnal, Florian Wisniewski, Buffer and Barrier Fluids, John Crane Inc, 1996, 10 pag.

## **ANEXOS**

## **ANEXO A. PROGRAMA ESTANDARIZACION PARA PLANES DE SELLADO EN EQUIPOS DE BOMBEO PLANTA AROMATICOS.**

Ante el riesgo permanente al que se encuentra expuesto el personal de la Planta de Aromáticos debido a los fluidos peligrosos que se manejan en esta y también por la importancia de mantenerla en optimas condiciones de funcionamiento, el personal de operaciones decidió contar con el apoyo de ATP aprovechando el desarrollo estructurado desde 2006 del programa de Estandarización de Planes de Sellado de la GCB.

En el siguiente informe se describen en detalle cada una de las irregularidades encontradas en los sistemas auxiliares de sellado presentes en Aromáticos (Planes 11, 21, 23, 52, 62, 76) prestando especial atención a los planes 52 por ser los que manejan los fluidos mas peligrosos de igual manera se entregan las respectivas recomendaciones a cada una de las anomalías descritas incluyendo un análisis global del estado de los sistemas de sello en Aromáticos y las listas de chequeo que se elaboraron para este estudio con la colaboración de personal de Jhon Crane y Flowserve las cuales pueden ser usadas también como herramienta para determinar la calidad de los trabajos que se realizan sobre los planes de sellado. También se incluyen las recomendaciones de cambio de plan de sellado en los casos que se requiere, las ingenierías para el montaje de los planes de sellado, la categorización de los fluidos de proceso de la planta Aromáticos, las condiciones de operación de los equipos de bombeo de esta planta, las recomendaciones para el cambio del fluido lubricante del reservorio del los planes 52, las recomendaciones de los materiales, uniones y válvulas a usar en el montaje y las conclusiones del estudio entre otros.

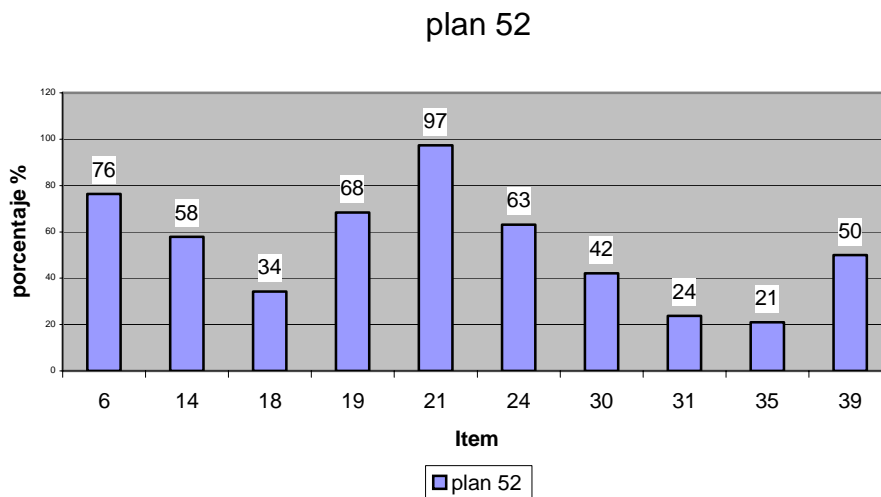
Se espera que con los resultados obtenidos en este estudio se tomen las medidas correctivas a corto y mediano plazo que se recomiendan en este documento en pro de la confiabilidad y sobre todo la seguridad del personal que labora en la refinería.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>93</b>
<b>1. ANALISIS GLOBAL DE PLANTA AROMATICOS .....</b>	<b>23</b>
<b>1. A. OTRAS OBSERVACIONES .....</b>	<b>25</b>
<b>2. CONCLUSIONES .....</b>	<b>26</b>
<b>3. ANEXOS.....</b>	<b>100</b>
<b>3. A. ANEXO A: ACCIONES CORRECTIVAS A REALIZAR EN EQUIPOS PLANTA AROMÁTICOS .....</b>	<b>100</b>
<b>3. B. ANEXO B: CRITERIOS DE SELECCIÓN DE FLUIDOS DE BARRERA.....</b>	<b>162</b>
<b>3. C. ANEXO C: FICHA TÉCNICA ROYAL PURPLE 22 .....</b>	<b>165</b>
<b>3. E. ANEXO E: RECOMENDACIÓN PARA SISTEMA DE LLENADO DE RESERVORIOS DE PLAN DE SELLADO 52 EN PLANTA AROMÁTICOS. ....</b>	<b>170</b>
<b>3. F. ANEXO F: BOMBA MANUAL RECOMENDADA PARA LLENADO DE RESERVORIOS.....</b>	<b>172</b>
<b>3. G. ANEXO G: CONEXIÓN DE TUBERÍA A TEA Y DRENAJES CONEXIÓN DE INSTRUMENTACIÓN SISTEMAS DE ALARMA .....</b>	<b>173</b>
<b>3. H. ANEXO H: INFORMACIÓN DE RESPALDO PARA RECOMENDACIONES DE PLANES DE SELLADO EN PLANTA AROMÁTICOS .....</b>	<b>184</b>
<b>3. I. ANEXO I: MATRIZ DE RESULTADOS PLANTA AROMÁTICOS.....</b>	<b>193</b>
<b>3. J. ANEXO J: INFORMACIÓN DE MONTAJE PLANES DE SELLADO .....</b>	<b>203</b>
<b>3. K. ANEXO K: MÍNIMOS REQUERIMIENTOS DE MATERIALES, UNIONES, VÁLVULAS Y TUBERÍA DE PLANES DE SELLADO.....</b>	<b>251</b>
<b>3.L. ANEXO L: CONDICIONES DE OPERACIÓN PLANTA AROMÁTICOS .....</b>	<b>252</b>
<b>3. M. ANEXO M: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS, PELIGROSIDAD Y TOXICIDAD FLUIDOS DE PROCESO PLANTA DE AROMÁTICOS .....</b>	<b>257</b>
<b>3.N. ANEXO N: CALCULO DE POTENCIA MÍNIMA REQUERIDA POR UN ENFRIADOR EN PLANES DE SELLADO.....</b>	<b>260</b>
<b>4. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>262</b>

## 1. ANALISIS GLOBAL DE PLANTA AROMATICOS

Ante la gran cantidad de fluidos peligrosos que se manejan en Aromáticos, se decidió a continuación colocar una relación de aspectos a revisar en el plan 52 y los demás planes como el 11, 21 y 23 que están instalados junto con el. Se tomaron en cuenta los equipos que tienen planes 52 porque a estos se deben orientar los esfuerzos para reducir las emisiones.



### TABLA PRINCIPALES ANOMALIAS ENCONTRADAS EN PLAN 52

6	No tiene plan en tubería con uniones soldadas
14	No tiene drenaje a sitio seguro
18	No tiene venteo conectado a sitio seguro
19	Venteo no es tipo cuello de ganso (3/4" NPT)
21	Switch de bajo nivel no esta conectado al DCS
24	Switch de Alta Presión no esta conectado al DCS
30	No tiene válvula cheque 1/2" (Venteo)
31	Sistema de llenado reservorio no es apropiado ni seguro
35	No tiene Tubing conformado
39	Comparte venteo con otros equipos

En la siguiente grafica se muestran las principales anomalías en el montaje de los planes 11, 21 y 23 que acompañan a los planes 52 de la Planta de Aromáticos.

Principales observaciones en Planes 11, 21, 23 acompañados de plan 52

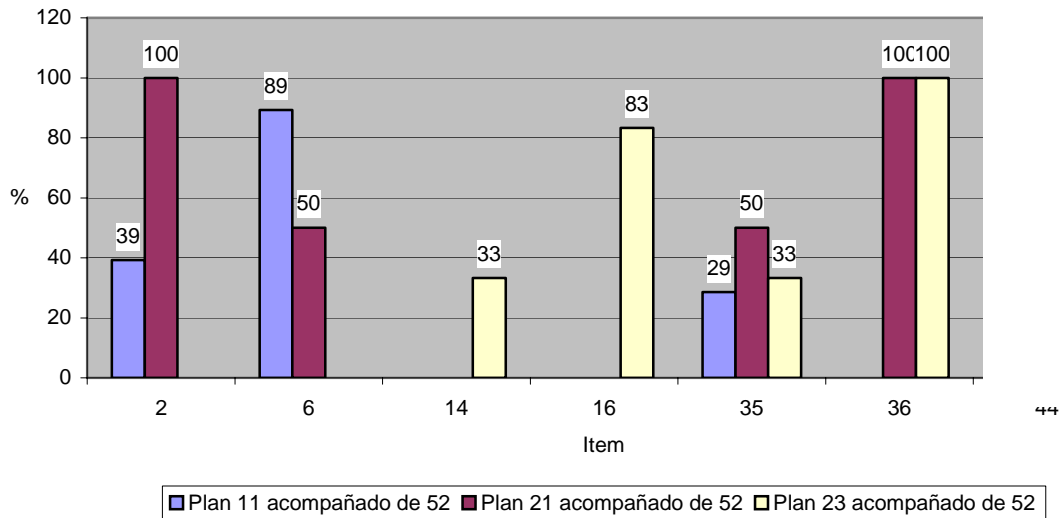


TABLA DE PRINCIPALES ANOMALIAS ENCONTRADAS EN PLANES 11, 21, 23 ACOMPAÑADOS DE PLAN 52

2	No se pudo verificar la presencia de platina de orificio (RO) mínimo 1/8" Standard
6	No tiene plan con uniones soldadas
14	No tiene drenaje a sitio seguro
16	No posee venteo en punto mas alto
35	No utiliza tubing conformado
36	No tiene indicador de temperatura (salida de Enfriador)

### **1. a. Otras observaciones**

- Se requiere reinstalar el plan de sellado 52 a 6 (7%) bombas de las 79 de Aromáticos debido al mal estado de todo el sistema (Reservorio, venteo, drenaje, PI, TI, etc.).
- El 97% de los Switch de nivel y el 63% de los Switch de presión de la planta Aromáticos están desconectados del DCS, se recomienda conectar la totalidad de los Switch para llevar un verdadero control a las condiciones de operación del sello.
- Realizar los cambios de plan de sellado recomendados a aproximadamente 20 de las 78 bombas de Aromáticos. En el 90% de los cambios se recomendó el uso de un plan de sellado de seguridad (Plan 52, 53A, 32, 76) debido a la peligrosidad del fluido bombeado y el resto de cambios (Plan 21 y 23) a condiciones de operación fuera del rango de operación del sello como altas temperaturas.

## 2. CONCLUSIONES

Existe una gran variedad de problemas en la planta Aromáticos a los que se deben enfocar los esfuerzos, y son:

- En casi la totalidad de los equipos se debe realizar algún tipo de acción correctiva del plan de sellado relacionada con instrumentación y accesorios para el control de las condiciones de operación del sello. Muy pocos planes están actualizados a la norma API 682 3ed.  
Para llevar a cabo los trabajos en cada bomba se anexan informes PIM-Z2 con la información en detalle de las acciones correctivas recomendadas según su plan de sellado, o la recomendación de cambio de plan de sellado en las bombas que los necesitan (**Anexo A**).  
Adicionalmente se incluye el informe escrito por el ingeniero Jesús David Cubillos publicado el 5 de mayo de 2006 que contiene la información necesaria para realizar la instalación de los venteos, drenajes, switch de presión y switch de nivel de manera correcta así como la conexión de los switch al DCS (**Anexo G**).
- Cambiar el líquido Buffer (amortiguante) de los reservorios de plan 52 porque no son los adecuados para esta aplicación y están reduciendo sustancialmente la vida del sello. Se recomienda cambiar el aceite tipo turbina y Glicolub a Royal purple 22 por ser un lubricante compatible con una gran cantidad de fluidos, tener un rango mayor de operación (T, P), evita el Blistering (Ampollamiento) y flasheo (Vaporización en las caras del sello), tiene mayor durabilidad que los lubricantes convencionales y tener mejores propiedades refrigerantes que otros. Se anexa el informe escrito por el ingeniero Jesús David Cubillos publicado en Mayo 5 de 2006 (**Anexo B**) acerca de los criterios de selección de un fluido Buffer (amortiguante) o Barrier (Barrera) adecuados para cada aplicación, también se anexa la ficha técnica del lubricante Royal Purple 22 (**Anexo C**).
- Para las unidades 1300 y 1600 se recomienda construir un sistema cerrado de recolección de HC para todos los venteos y drenajes de planes 52 y 76 que sea independiente al que actualmente se está usando (cabezal de varsol) porque está alterando las propiedades de el fluido que se recolecta en este haciéndolo difícil de recuperar.
- Se recomienda revisar la hidráulica al cabezal de línea a tea debido a posibles problemas de circulación, estos problemas están relacionados con diámetros de tubería incorrecta, taponamientos, válvulas en mal estado, etc. La deficiente circulación en esta línea puede contaminar los reservorios de los planes 52 o los venteos de los planes 76. Este trabajo debe hacerse paralelamente con la construcción del sistema de recolección de HC de los

sellos mecánicos para asegurar un correcto funcionamiento al final de todos los trabajos.

- Corregir el drenaje de los planes de sellado 76 para que salgan de la parte baja del sello mecánico. En ninguna bomba se encontró drenaje del plan de sellado lo que produce posible cristalización, coquización o polimerización del condensado en las caras del sello. Se anexo documento con la recomendación para realizar esta conexión (**Anexo D**), también se recomienda incluir en las rondas de la planta Aromáticos realizar el drenaje de los planes 76 para evitar que se contamine el sello mecánico con condensado.
- Realizar la limpieza de los filtros en Y en los planes con enfriamiento (Planes 21, 23,52) para facilitar la circulación de agua y aumentar la transferencia de calos en el intercambiador.
- Se debe mejorar el sistema de llenado en todos los reservorios debido al alto peligro al que se exponen los operarios por emisión de vapores y por tener una viva abierta con el cabezal a tea. El actual sistema de llenado consiste en un tapón removible en el orificio de llenado que se retira para realizar la operación pos gravedad, la norma API 682 3ed. exige una válvula cheque y una válvula de compuerta para sellar el reservorio y eliminar fugas, además recomienda el llenado con un sistema que no exponga al operador a posibles contactos con líquidos o vapores del reservorio se recomienda el uso de una bomba manual. Se anexa propuesta para realizar el montaje del sistema de llenado del reservorio (**Anexo E**) y la ficha técnica de dos propuestas de bomba manual fabricada por John Crane que es aplicable para este caso y cumple con las especificaciones exigidas como capacidad, presión, portabilidad, etc. (**Anexo F**).
- Se recomienda entrenar al personal de operaciones de la planta Aromáticos en el manejo de planes de sellado por parte de alguno de los fabricantes de estos sistemas para asegurar las mejores condiciones de funcionamiento del sello mecánico. En algunas ocasiones se encontró el sello trabajando fuera del rango operativo o también se encontraron válvulas cerradas de refrigeración de los sellos, etc. Por esta razón es necesario que los operadores de esta planta conozcan el funcionamiento y mantenimiento de estos sistemas de sellado.
- Se agrega documento (**Anexo H**) que contiene la información acerca de la razón por la que se realizo cada una de recomendaciones en los planes de sellado respaldado por la norma API 682 3ed. y los fabricantes de los sistemas auxiliares de sellado como John Crane y Flowserve.
- También se incluye Matriz de resultados de auditoria a planes de sellado (**Anexo I**) y las listas de chequeo utilizadas para realizar el estudio (**Anexo J**).

- Se anexa tabla 4 Norma API 682 3ed. que contiene información acerca de los mínimos requerimiento para materiales, válvulas, uniones, y tubería en planes de sellado (**Anexo K**).
- Se anexa archivo con información acerca de las condiciones de operación de los equipos de bombeo de la planta Aromáticos (**Anexo L**) y documento con la categorización de los fluidos de proceso de la planta Aromáticos según Norma API 682 3ed. y rombo de seguridad (**Anexo M**).

### 3. ANEXOS

#### 3. a. ANEXO A: Acciones correctivas a realizar en equipos Planta Aromáticos

<b>No. PIM-Z2-16487</b>	<b>EQUIPO: AROMATICOS/U1300 COMPONENTE</b>	<b>No.</b>	<b>MDD</b>	<b>X</b>
<b>SERVICIO: Prefaccionamiento, Unifining, Platforming.</b>			<b>PPY</b>	<b>X</b>
<b>OT No :</b>	<b>DIRIGIDO A : PLP</b>	<b>POSTERIOR</b>		
<b>CON COPIA:</b>	<b>VALORACIÓN RAM= M FRP:</b>	<b>REVISIÓN No:</b>	<b>3</b>	

#### DIAGNOSTICO:

(CONDICIÓN DEL COMPONENTE ACTUAL, MODO DE FALLA, POSIBLES CAUSAS):

**El presente informe indica las recomendaciones de mantenimiento día a día, de parada de planta, las ingenierías los controles de cambio para antes y durante la parada de octubre 2007 en Planta Aromáticos. También incluye la recomendación de cambio de plan de sellado en el caso de ser necesario. Aplica a los planes de sellado de los equipos de bombeo de la planta Aromáticos, unidad 1300.**

#### VALORACION RAM

Personas: M; Económica: M; Ambiental: M; Imagen de la empresa: L

#### ACCIONES RECOMENDADAS:

(MAGNITUD, MATERIALES, PLANOS DE REFERENCIA Y LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO):

**Este informe evalúa la conveniencia del plan de sellado seleccionado para cada equipo, también las inconformidades en el montaje de los planes de sellado de cada equipo de bombeo. A continuación se describen los trabajos generales y posteriormente se muestran los trabajos específicos de todo el corredor 1300 y la recomendación de cambio de plan de sellado si es necesaria.**

**PLANTA AROMATICOS**

**EQUIPOS 1300**

**PREFACCIONAMIENTO, UNIFINING, PLATFORMING**

**TRABAJOS A REALIZAR EN SISTEMAS AUXILIARES DE SELLADO 2007**

## **EQUIPOS 1300**

### **RECOMENDACIONES GENERALES**

Realizar limpieza a todas las líneas de enfriamiento de planes 21-23-52 por acumulación de lodos.

Instalar filtro en Y para todas las líneas de refrigeración de los intercambiadores de los planes de sellado 21 y 23 de los reservorios de los planes 52 y las líneas de flushing del plan 32.

Construir un sistema cerrado de recolección de HC para todos los venteos y drenajes de planes 52 y 76 para la unidad 1300, el nivel del sistema de recolección debe estar por debajo del cabezal colector.

Instalar una válvula cheque tipo lengüeta y una válvula de cierre en todos los orificios de llenado de los reservorios de los planes de sellado 52. Diagrama 5.

Corregir la conexión al cabezal de línea a Tea para que sea tipo cuello de ganso para todos los planes 52 y 76 de la unidad 1300, que sea independiente para cada equipo conforme lo muestra el diagrama 5 y 1. Adicionalmente, el nivel del cabezal colector como mínimo a la misma altura del sitio de disposición segura de las emisiones.

#### Operaciones

Incluir en ronda drenar planes API 76.

Limpieza de los filtros en Y de las líneas de enfriamiento.

### **RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS**

**SP1301A /B, 1302A/B:** Planes auxiliares de sellado 11-76, fluido Nafta - gasolina

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD:**

N/A

**MPP:**

Instalar una válvula cheque en la línea de conexión a Tea para el plan 76 de la bomba según diagrama 1.

#### **Ingenierías-controles de cambio**

Conectar el venteo del plan 76 al cabezal a Tea independiente al de otros equipos  
Instalar el drenaje del condensado de la línea de venteo plan 76 a un lugar seguro, en tubería mínimo de ¾" con su respectiva válvula de cierre saliendo de la cámara de sello.  
Diagrama 1

#### **Plan de sellado recomendado**

Lo recomendado sería usar un plan de sellado 11-52 pero como el sello de la bomba es acampanado entonces es mejor mantener el plan 11-76 para no intervenir la bomba. Las condiciones de operación en el sello son las adecuadas (T=100°F) y el fluido es peligroso.

**SP1303A/B:** Planes auxiliares de sellado 21-76, fluido Nafta -gasolina

### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

Instalar el drenaje lado carcasa con su respectiva válvula de cierre en el intercambiador del plan 21.

Instalar facilidad para un TI a la entrada de la brida del sello en el plan 21 de acuerdo al diagrama 2.

Instalar una RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing para plan 21 si el diferencial de presión entre la descarga y la cámara del sello es mayor a 50PSI. Diagrama 10.

#### **MPP**

Instalar una válvula cheque en la línea de conexión a Tea para el plan 76 de la bomba según diagrama 1.

### **Ingenierías-controles de cambio**

Conectar el venteo del plan 76 al cabezal a Tea independiente al de otros equipos

Instalar el drenaje del condensado de la línea de venteo plan 76 a un lugar seguro, en tubería mínimo de 3/4" con su respectiva válvula de cierre saliendo de la cámara de sello. Diagrama 1

### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda dejar este plan de sellado debido a que el fluido de proceso se encuentra a una temperatura alta (267°F) y puede afectar el rendimiento del sello además el fluido es peligroso.

**SP1304C/D:** Planes auxiliares de sellado 23-52, fluido Nafta -gasolina

### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

Instalar tubing con radios de curvatura mayores a 90° en plan 23.

Instalar tubing con radios de curvatura mayores a 90° en plan 52

Instalar la facilidad para un TI a la salida del intercambiador y antes de la brida del sello del plan 23 de acuerdo al diagrama 4.

Destapar línea de enfriamiento al intercambiador del plan 23.

Conectar switch de bajo y alto nivel al DCS para plan 52.

Llevar drenaje en el enfriador plan 23 para el lado carcaza (agua) de acuerdo al diagrama 3.

#### **MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

Instalar válvulas para venteo y drenaje del plan 23, llevar con tubería a un lugar seguro de acuerdo al diagrama 3.

Llevar drenaje del reservorio a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52. Diagrama 9.

#### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda dejar este plan de sellado debido a que el fluido de proceso se encuentra a una temperatura (395°F) mayor a 350°F y el plan 21 no aplica, además esta a una temperatura por encima de la de vaporización (374°F) y puede afectar el rendimiento del sello (blistering) además es peligroso el fluido.

**SP1305A/B:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Nafta – gasolina.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

Instalar tubing con radios de curvatura mayores a 90° en plan 52  
Conectar switch de bajo nivel en plan 52 al DCS

#### **MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar drenaje del reservorio a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52. Diagrama 5.

#### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener este plan de sellado debido a que la temperatura en el sello es la adecuada (165°F) además el fluido de proceso es peligroso.

**SP1306:** Planes auxiliares de sellado 11-76, fluido Varsol.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

N/A

### **MPP**

Instalar una válvula cheque de ¾" en la línea de conexión a Tea para el plan 76 de la bomba según diagrama 1.

### **Ingenierías-controles de cambio**

Conectar la línea a Tea independiente al de otros equipos para plan 76.  
Instalar el drenaje del condensado de la línea de venteo plan 76 a un lugar seguro, en tubería mínimo de ¾" con su respectiva válvula de cierre saliendo de la cámara de sello.  
Diagrama 1

### **Plan de sellado recomendado**

Lo recomendado sería usar un plan de sellado 11-52 pero como el sello de la bomba es acampanado entonces es mejor mantener el plan 11-76 para no intervenir la bomba. Las condiciones de operación en el sello son las adecuadas (T=104°F) y el fluido es peligroso.

**SP1308C/D:** Planes auxiliares de sellado 23-62 para vapor, fluido Nafta – gasolina.

### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

### **MDD**

Instalar facilidad para un TI a la salida del intercambiador del plan 23 de acuerdo al diagrama 4.  
Instalar tubing con radios de curvatura mayores a 90° en plan 23.  
Destapar línea de enfriamiento al intercambiador del plan 23.  
Instalar la línea de vapor en tren de reducción, independiente para ambos equipos (1308C/D)

### **MPP**

N/A

### **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar el venteo e instalar el drenaje del plan 23 a un lugar seguro, en tubería mínimo de ¾" con su respectiva válvula de cierre de acuerdo al diagrama 3.

### **Plan de sellado recomendado**

El fluido de proceso es peligroso por ser altamente inflamable y riesgoso para la salud humana además esta a una temperatura algo elevada (160°F), esto aumenta la vaporización del fluido. Por las anteriores razones se recomienda cambiar el plan de sellado a 21-52 para reducir la temperatura del fluido en el sello y asegurar que no hallan

emisiones a la atmósfera de vapores. Se decidió recomendar un plan 21 porque la temperatura es menor a 350°F que es aceptable para un plan 21, el plan 23 se usa para temperaturas superiores a 350°F.

**SP1309A/B:** Planes auxiliares de sellado 21-52, Nafta – gasolina.

### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

Instalar facilidad para un TI a la salida del intercambiador del plan 21 de acuerdo al diagrama 2.

Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.

Instalar tubing con radios de curvatura mayores a 90° en plan 52.

Instalar una RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing para plan 21 si el diferencial de presión entre la descarga y la cámara del sello es mayor a 50PSI.

Instalar el drenaje lado carcasa con su respectiva válvula de cierre en el intercambiador del plan 21 a un lugar seguro.

Destapar línea de enfriamiento al intercambiador del plan 21

#### **MPP**

N/A

### **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar drenaje del reservorio a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de 3/4" para plan 52. Diagrama 9.

### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener este plan de sellado debido a que la temperatura en el sello es alta (330°F) además el fluido de proceso es peligroso.

**SP1310A:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Nafta – gasolina.

### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

Conectar la línea de enfriamiento al intercambiador del plan 52.

Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.

#### **MPP**

N/A

### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener este plan de sellado debido a que la temperatura no es alta (106°F) y el fluido es peligroso.

**SP1310B:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Nafta – gasolina tratada pesada.

### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

Instalar un switch de bajo nivel en el reservorio para plan 52.  
Instalar línea de enfriamiento al intercambiador del plan 52.  
Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.  
Instalar una RO mínimo de 1/8" estándar bridada con su lengüeta de información mínimo a una distancia de 12" del sello en la línea de flushing para plan 11 si el diferencial de presión entre la descarga y la cámara de sello es mayor a 50PSI.  
Instalar tubing con radios de curvatura mayores a 90° en plan 52.

#### **MPP**

N/A

### **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar drenaje del reservorio a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de 3/4" para plan 52. Diagrama 5.

### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener este plan de sellado debido a que la temperatura no es alta (106°F) y el fluido es peligroso.

**SP1311C/D:** Planes auxiliares de sellado 23-52, fluido Nafta – gasolina.

### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

Instalar facilidad para un TI a la salida del intercambiador del plan 23 de acuerdo al diagrama 4.  
Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.

#### **MPP**

Soldar los accesorios en plan 52  
Soldar los accesorios en plan 23

### **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar el venteo e instalar el drenaje en la línea de flushing del plan 23 a un sitio seguro de acuerdo al diagrama 3.

Llevar drenaje del reservorio a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52. Diagrama 5.

### **Plan de sellado recomendado**

El fluido de proceso es peligroso por ser altamente inflamable y riesgoso para la salud humana además esta a una temperatura algo elevada (260°F), esto aumenta la vaporización del fluido. Por las anteriores razones se recomienda cambiar el plan de sellado a 21-52 para reducir la temperatura del fluido en el sello y asegurar que no hallan emisiones a la atmósfera de vapores. Se decidió recomendar un plan 21 porque la temperatura es menor a 350°F que es aceptable para un plan 21, el plan 23 se usa para temperaturas superiores a 350°F.

**SP1312C/D:** Planes auxiliares de sellado 21-52, fluido Nafta – gasolina.

### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

Instalar facilidad para un TI a la salida del intercambiador del plan 21 de acuerdo al diagrama 4.

Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.

Instalar tubing con radios de curvatura mayores a 90° en plan 52.

#### **MPP**

N/A

### **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar drenaje del reservorio a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52. Diagrama 5.

Llevar el venteo e instalar el drenaje en la línea de flushing del plan 21 a un sitio seguro de acuerdo al diagrama 3.

### **Plan de sellado recomendado**

El fluido de proceso es peligroso por ser altamente inflamable y riesgoso para la salud humana además esta a una temperatura bastante elevada (365°F), esto aumenta la vaporización del fluido. Por las anteriores razones se recomienda cambiar el plan de sellado a 23-52 para reducir la temperatura del fluido en el sello y asegurar que no hallan emisiones a la atmósfera de vapores. Se decidió recomendar un plan 23 porque la temperatura es mayor a 350°F que es la temperatura a la que aplica un plan 23 (T>350°F).

**SP1313C/D:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Propano

**Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

Conectar la línea de enfriamiento al intercambiador del plan 52.

Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.

instalar RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing a una distancia mínimo de 12" del sello para plan 11 si el diferencial de presión entre la descarga y la cámara de sello es mayor a 50PSI.

**MPP**

Soldar los accesorios en plan 11

Soldar los accesorios en plan 52

**Ingenierías-controles de cambio**

Instalar un drenaje a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de 3/4" para plan 52.

**Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener este plan de sellado debido a que la presión en el sello (400psig) es mayor que la de vapor (106 psig a 68°F) y la temperatura del sello es la adecuada (97°F). El fluido de proceso es peligroso.

**SP1320A/B:** Planes auxiliares de sellado 52 fluido varsol, bomba vertical.

**Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

Conectar la línea de enfriamiento al intercambiador del plan 52.

Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.

Instalar una RO mínimo de 1/8" estándar en línea de venteo para plan 52. Diagrama 5.

Instalar tubing con radios de curvatura mayores a 90° en plan 52.

Destapar línea de enfriamiento al reservorio del plan 52

**MPP**

N/A

**Ingenierías-controles de cambio**

Llevar drenaje del reservorio a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de 3/4" para plan 52. Diagrama 5.

**Plan de sellado recomendado**

Al momento de la auditoria la bomba no se encontraba trabajando, debido a esto no se realizo la toma de temperaturas y presiones. Sin embargo si las presiones y temperaturas son las adecuadas se recomienda un plan de sellado 13-52 para asegurar cero emisiones a la atmósfera del fluido de proceso.

**Equipos de bombeo sin plan auxiliar de sellado:**

**A continuación se listan los equipos de bombeo que se revisaron y no se encontró plan de sellado externo, por esta razón se debe realizar un estudio de las condiciones de trabajo como el fluido de proceso, temperaturas, presiones y peligrosidad de estos.**

N/A

**Equipos sin auditoria de planes de sellado**

**En la siguiente lista se encuentran los equipos a los que no se les realizo la auditoria debido a que no se encontraban en campo al momento de realizarse la revisión.**

N/A

**Equipos que no requieren acciones de mantenimiento**

**A continuación se listan los equipos a los que no se les encontró problema en el montaje del plan de sellado y/o que no requieren cambio en el plan de sellado.**

SP1317C  
SP1317D  
SP1321C  
SP1321D

# ANEXO I: DIAGRAMAS

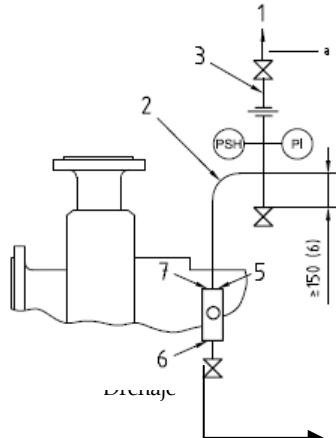


DIAGRAMA 1: PLAN 76

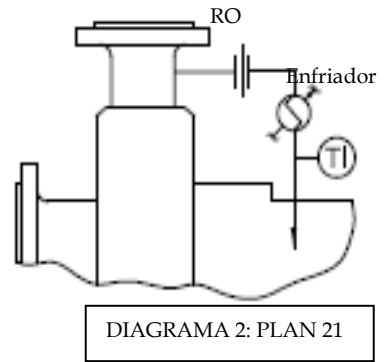


DIAGRAMA 2: PLAN 21

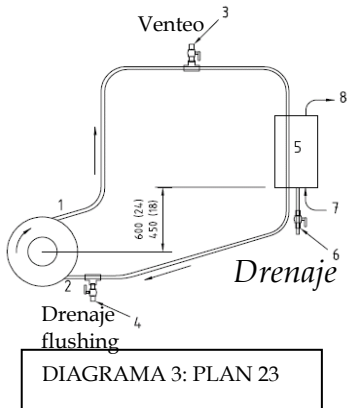


DIAGRAMA 3: PLAN 23

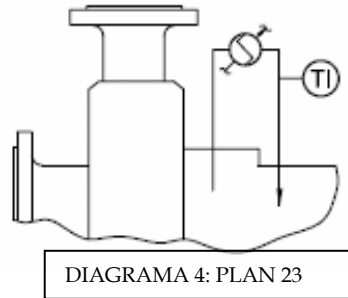


DIAGRAMA 4: PLAN 23

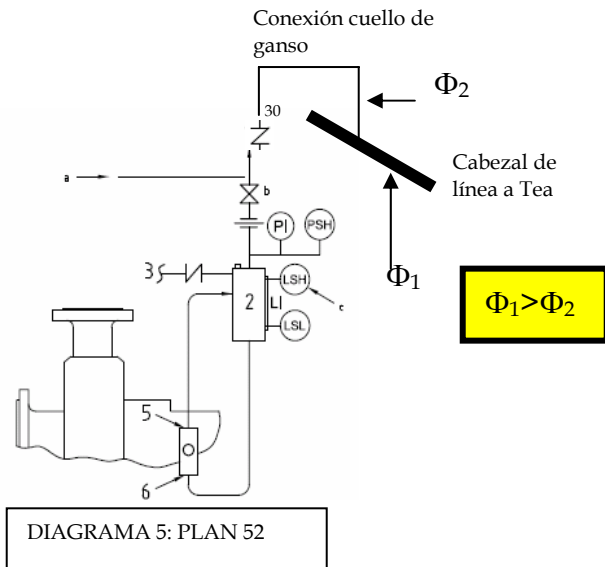
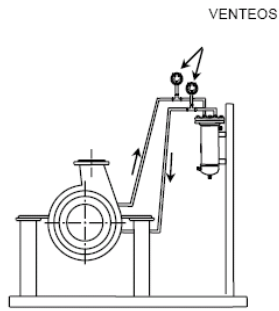
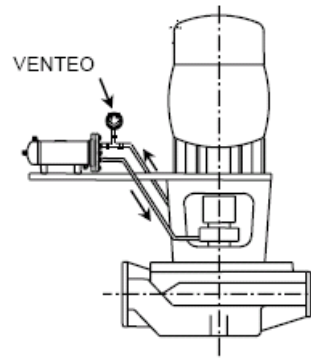


DIAGRAMA 5: PLAN 52



Bomba horizontal



Bomba vertical

DIAGRAMA 6: PLAN 23

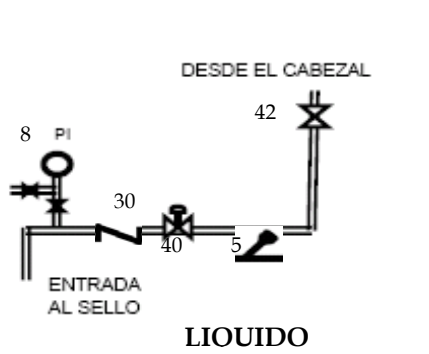


DIAGRAMA 7: PLAN 62 PARA LIQUIDO

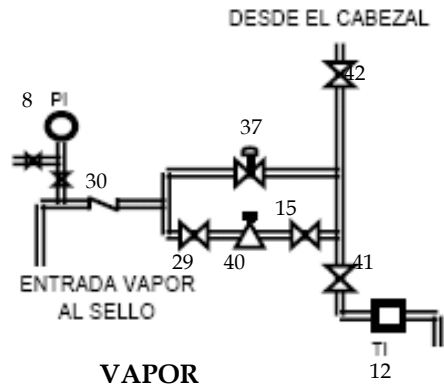


DIAGRAMA 8: PLAN 62 PARA VAPOR

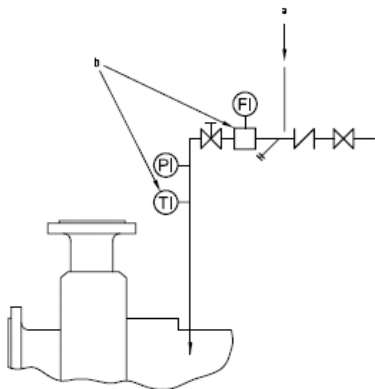


DIAGRAMA 9: PLAN 32

CONTROLES DE CALIDAD REQUERIDOS:

N/A

PROTOCOLOS E INSTRUCTIVOS A UTILIZAR:

N/A

<b>ANEXOS :</b>
<b>ELABORÓ:</b> Jesús David Cubillos – William López Candela <b>REGISTRO:</b> E0226791, E02Z2216
<b>FECHA :</b> Enero de 2007 <b>FIRMA :</b>
<b>EJECUCION:</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> <b>TOTAL</b> <input type="checkbox"/> <b>PARCIAL</b> <input type="checkbox"/>
<b>OBSERVACIONES:</b>

<b>No. PIM-Z2-17033</b>	<b>EQUIPO: AROMATICOS/U1400 No. COMPONENTE:</b>	<b>MDD</b>	<b>X</b>
<b>SERVICIO : Sulfolane Aromaticos</b>		<b>PPY</b>	<b>X</b>
<b>OT No :</b>	<b>DIRIGIDO A : PLP</b>	<b>POSTERIOR</b>	
<b>CON COPIA:</b>	<b>VALORACIÓN RAM= M FRP:</b>	<b>REVISIÓN No:</b>	<b>3</b>

**DIAGNOSTICO:**

(CONDICIÓN DEL COMPONENTE ACTUAL, MODO DE FALLA, POSIBLES CAUSAS):

**El presente informe indica las recomendaciones de mantenimiento día a día, de parada de planta, las ingenierías los controles de cambio para antes y durante la parada de octubre 2007 en Planta Aromáticos. También incluye la recomendación de cambio de plan de sellado en el caso de ser necesario. Aplica a los planes de sellado de los equipos de bombeo de la planta Aromáticos, unidad 1400.**

**VALORACION RAM**

Personas: M; Económica: M; Ambiental: M; Imagen de la empresa: L

**ACCIONES RECOMENDADAS:**

(MAGNITUD, MATERIALES, PLANOS DE REFERENCIA Y LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO):

**Este informe evalúa la conveniencia del plan de sellado seleccionado para cada equipo, también las inconformidades en el montaje de los planes de sellado de cada equipo de bombeo. A continuación se describen los trabajos generales y posteriormente se muestran los trabajos específicos de todo el corredor 1400 y la recomendación de cambio de plan de sellado si es necesaria.**

**PLANTA AROMATICOS**

**EQUIPOS 1400**

**SULFOLANE AROMATICOS**

**TRABAJOS A REALIZAR EN SISTEMAS AUXILIARES DE SELLADO 2007**

## **EQUIPOS 1400**

### **RECOMENDACIONES GENERALES**

Realizar limpieza a todas las líneas de enfriamiento de planes 21-23-52 por acumulación de lodos.

Instalar filtro en Y para todas las líneas de refrigeración de los intercambiadores de los planes de sellado 21 y 23, de los reservorios de los planes 52 y las líneas de flushing del plan 32.

Instalar una válvula cheque tipo lengüeta y una válvula de cierre en todos los orificios de llenado de los reservorios de los planes de sellado 52. Diagrama 5.

Operaciones

Incluir en ronda drenar planes API 76.

Limpieza de los filtros en Y de las líneas de enfriamiento.

### **RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS**

**SP1401A/B:** Planes auxiliares de sellado 11, fluido Nafta platformada

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

N/A

**MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

#### **Plan de sellado recomendado**

El fluido de proceso es peligroso y la temperatura del sello es baja (104°F) por eso se recomienda el uso de un plan 11-52.

**SP1402A/B:** Planes auxiliares de sellado 11-62 para vapor, fluido Rafinado

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

Instalar un tren de reducción independiente para la bomba 1402A y la bomba 1402B.

**MPP**

N/A

### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

### **Plan de sellado recomendado**

El fluido de proceso es peligroso por eso se recomienda el uso de un plan 11-52, la temperatura del sello es baja (100°F) por eso se recomienda el plan 11.

**SP1403A/B:** Planes auxiliares de sellado 11-62 para líquido, fluido Solvente rico en aromáticos.

### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

instalar RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing a una distancia mínimo de 12" del sello para plan 11.

Instalar facilidad para un PI a la entrada de la línea de enfriamiento del sello para plan 62 de líquido.

Instalar un "filtro en Y" tal como lo ilustra el diagrama 7 para plan 62 de líquido.

Instalar una válvula cheque a la entrada de la línea de enfriamiento para plan 62 de líquido

Instalar una válvula controladora de flujo a la entrada de la línea de enfriamiento para plan 62 de líquido

#### **MPP**

N/A

### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda cambiar el plan de sellado por un 21-52 debido a que el fluido de proceso es peligroso y la temperatura en el sello es alta (292°F)

**SP1405A/B:** Planes auxiliares de sellado 11, Fluido Rafinado.

### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

instalar RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing a una distancia mínimo de 12" del sello para plan 11.

**MPP**

N/A

**Ingenierías-controles de cambio**

N/A

**Plan de sellado recomendado**

Al ser un fluido peligroso y estar a baja temperatura (115°F), se recomienda un plan de sellado 11-52

**SP1406A:** Planes auxiliares de sellado 11-62 para vapor, fluido agua + solvente

**Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

Instalar el drenaje de la trampa de vapor a un sitio seguro para plan 62V.

**MPP**

N/A

**Ingenierías-controles de cambio**

N/A

**Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener el plan de sellado instalado para que la fuga del plan 11 la lleve a un drenaje el plan 62.

**SP1407A/B:** Planes auxiliares de sellado 21-52, fluido Sulfolane.

**Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

Llevar el drenaje lado carcasa con su respectiva válvula de cierre en el intercambiador del plan 21 a un lugar seguro.

Instalar un TI a la salida del intercambiador del plan 21 de acuerdo al diagrama 2.

Instalar válvula cheque en orificio de llenado para el reservorio en plan 52 de acuerdo al diagrama 5.

Instalar una RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing para plan 21

Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.  
Conectar el switch de presión al DCS para plan 52.

#### **MPP**

Soldar los accesorios en plan 21  
Soldar los accesorios en plan 52

#### **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar un drenaje a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52.  
Conectar el venteo a un sitio seguro (Tea) para plan 52 y que sea tipo cuello de ganso y el diámetro del cabezal sea mayor al diámetro de la tubería del venteo del reservorio conforme lo muestra el diagrama 5.

#### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener el plan de sellado instalado debido a que el fluido es peligroso y trabaja a una temperatura alta (315°F).

**SP1409A/B SP1411:** Planes auxiliares de sellado 11, extracto aromáticos.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

instalar RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing a una distancia mínimo de 12" del sello para plan 11.

#### **MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

#### **Plan de sellado recomendado**

El fluido es muy peligroso y esta a baja temperatura (93°F) por eso se recomienda un plan 11 - 52

**SP1412:** No plan de sellado auxiliar, Mezcla de aromáticos, bomba vertical.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

N/A

**MPP**

N/A

**Ingenierías-controles de cambio**

N/A

**Plan de sellado recomendado**

Al momento de la auditoria la bomba no se encontraba en planta, debido a esto no se realizo la toma de temperaturas y presiones. Sin embargo si las presiones y temperaturas son las adecuadas se recomienda un plan de sellado 13-52 para asegurar cero emisiones a la atmósfera del fluido de proceso.

**SP1416:** No plan de sellado auxiliar, Mezcla de aromáticos, bomba vertical.

**Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

N/A

**MPP**

N/A

**Ingenierías-controles de cambio**

N/A

**Plan de sellado recomendado**

Al momento de la auditoria la bomba no se encontraba en planta, debido a esto no se realizo la toma de temperaturas y presiones. Sin embargo si las presiones y temperaturas son las adecuadas se recomienda un plan de sellado 13-52 para asegurar cero emisiones a la atmósfera del fluido de proceso.

**Equipos de bombeo sin plan auxiliar de sellado:**

**A continuación se listan los equipos de bombeo que se revisaron y no se encontró plan de sellado externo, por esta razón se debe realizar un estudio de las condiciones de trabajo como el fluido de proceso, temperaturas, presiones y peligrosidad de estos.**

SP1406B  
SP1411

**Equipos sin auditoria de planes de sellado**

**En la siguiente lista se encuentran los equipos a los que no se les realizo la auditoria debido a que no se encontraban en campo al momento de realizarse la revisión.**

SP1410B

**Equipos que no requieren acciones de mantenimiento**

**A continuación se listan los equipos a los que no se les encontró problema en el montaje del plan de sellado y/o que no requieren cambio en el plan de sellado.**

SP1404A  
SP1404B  
SP1410A  
SP1413A  
SP1413B

# ANEXO I: DIAGRAMAS

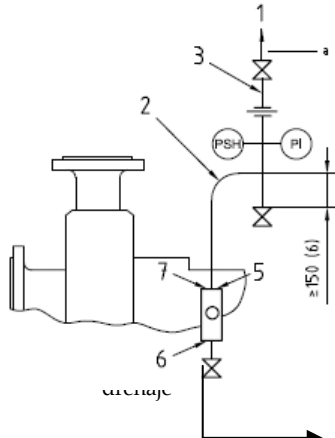


DIAGRAMA 1: PLAN 76

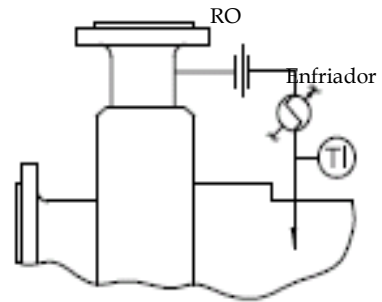


DIAGRAMA 2: PLAN 21

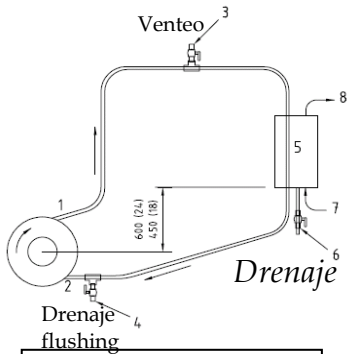


DIAGRAMA 3: PLAN 23

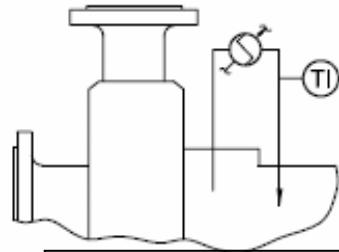


DIAGRAMA 4: PLAN 23

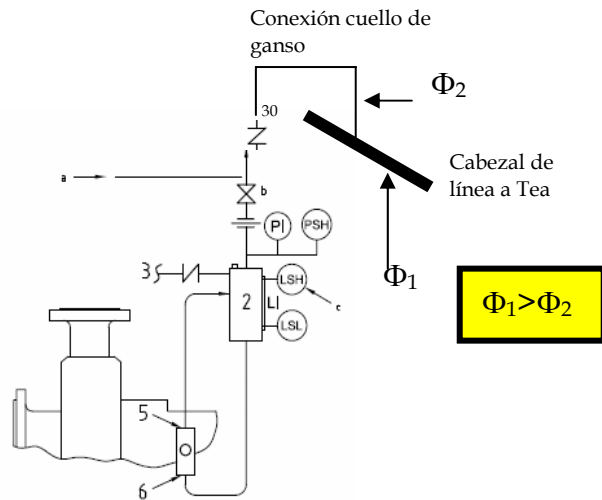
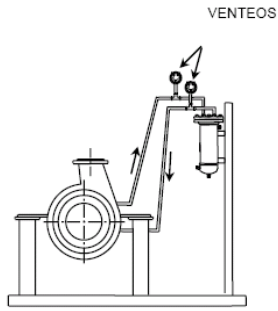
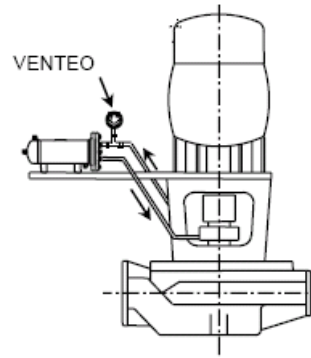


DIAGRAMA 5: PLAN 52

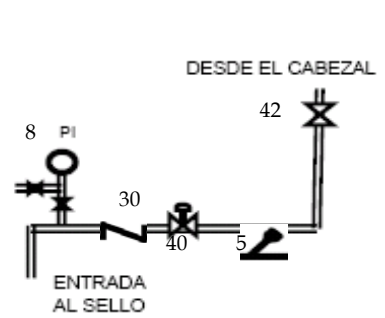


Bomba



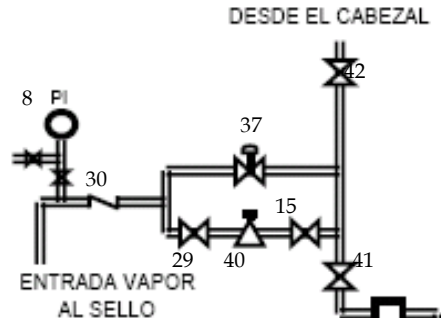
Bomba vertical

DIAGRAMA 6: PLAN 23



LIQUIDO

DIAGRAMA 7: PLAN 62  
PARA LIQUIDO



VAPOR

DIAGRAMA 8: PLAN  
62 PARA VAPOR

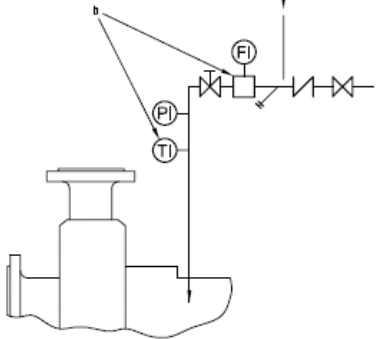


DIAGRAMA 9: PLAN 32

CONTROLES DE CALIDAD REQUERIDOS:

N/A

PROTOCOLOS E INSTRUCTIVOS A UTILIZAR:

N/A

<b>ANEXOS :</b>
<b>ELABORÓ:</b> Jesús David Cubillos – William López Candela <b>REGISTRO:</b> E0226791, E02Z2216
<b>FECHA :</b> Enero de 2007 <b>FIRMA :</b>
<b>EJECUCION:</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> <b>TOTAL</b> <input type="checkbox"/> <b>PARCIAL</b> <input type="checkbox"/>
<b>OBSERVACIONES:</b>

<b>No. PIM-Z2-17034</b>	<b>EQUIPO: AROMATICOS/U1500 No. COMPONENTE:</b>	<b>MDD</b>	<b>X</b>
<b>SERVICIO : Fraccionamiento Aromáticos</b>		<b>PPY</b>	<b>X</b>
<b>OT No :</b>	<b>DIRIGIDO A : PLP</b>	<b>POSTERIOR</b>	
<b>CON COPIA:</b>	<b>VALORACIÓN RAM= M FRP:</b>	<b>REVISIÓN No:</b>	<b>3</b>

**DIAGNOSTICO:**

(CONDICIÓN DEL COMPONENTE ACTUAL, MODO DE FALLA, POSIBLES CAUSAS):

**El presente informe indica las recomendaciones de mantenimiento día a día, de parada de planta, las ingenierías los controles de cambio para antes y durante la parada de octubre 2007 en Planta Aromáticos. También incluye la recomendación de cambio de plan de sellado en el caso de ser necesario. Aplica a los planes de sellado de los equipos de bombeo de la planta Aromáticos, unidad 1500.**

**VALORACION RAM**

Personas: M; Económica: M; Ambiental: M; Imagen de la empresa: L

**ACCIONES RECOMENDADAS:**

(MAGNITUD, MATERIALES, PLANOS DE REFERENCIA Y LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO):

**Este informe evalúa la conveniencia del plan de sellado seleccionado para cada equipo, también las inconformidades en el montaje de los planes de sellado de cada equipo de bombeo. A continuación se describen los trabajos generales y posteriormente se muestran los trabajos específicos de todo el corredor 1500 y la recomendación de cambio de plan de sellado si es necesaria.**

**PLANTA AROMATICOS**

**EQUIPOS 1500**

**FRACCIONAMIENTO AROMATICOS**

**TRABAJOS A REALIZAR EN SISTEMAS AUXILIARES DE SELLADO 2007**

## **EQUIPOS 1500**

### **RECOMENDACIONES GENERALES**

Realizar limpieza a todas las líneas de enfriamiento de planes 21-23-52 por acumulación de lodos.

Instalar filtro en Y para todas las líneas de refrigeración de los intercambiadores de los planes de sellado 21 y 23, de los reservorios de los planes 52 y las líneas de flushing del plan 32.

Instalar una válvula cheque tipo lengüeta y una válvula de cierre en todos los orificios de llenado de los reservorios de los planes de sellado 52. Diagrama 5.

Operaciones

Incluir en ronda drenar planes API 76.

Limpieza de los filtros en Y de las líneas de enfriamiento.

### **RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS**

**SP1501A/B:** No plan de sellado auxiliar, fluido extracto aromático, bomba vertical.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

N/A

**MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

#### **Plan de sellado recomendado**

Debido a que el fluido es peligroso y se encuentra a una temperatura aceptable para el sello (100°F) se recomienda usar un plan de sellado 13-52.

**SP1502A:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido aromáticos.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

Instalar RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing a una distancia mínimo de 12" del sello para plan 11.

## **MPP**

Soldar los accesorios en plan 11

## **Ingenierías-controles de cambio**

Se debe reemplazar todo el plan 52 debido a lo obsoleto e inseguro que se encuentra, además no cumple la norma (API 682 3ed.) en ningún aspecto. Diagrama 5.

## **Plan de sellado recomendado**

Debido a que el fluido es peligroso y se encuentra a una temperatura por encima de la temperatura de vaporización, se recomienda cambiar el plan de sellado por un 21-52.

**SP1502B:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido aromáticos.

## **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

## **MDD**

Instalar un switch de presión en el reservorio para plan 52. Diagrama 5.  
Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.  
Conectar el switch de presión al DCS para plan 52.

## **MPP**

N/A

## **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar un drenaje a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52. Diagrama 5.

## **Plan de sellado recomendado**

Debido a que el fluido es peligroso y se encuentra a una temperatura (270°F) por encima de la temperatura de vaporización (176°F), se recomienda cambiar el plan de sellado por un 21-52.

**SP1503A:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido hidrocarburo + benceno.

## **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

## **MDD**

Conectar el switch de bajo nivel al DCS para plan 52.  
Conectar el switch de presión al DCS para plan 52.  
Conectar la línea de enfriamiento al intercambiador del plan 52.

Instalar una RO mínimo de 1/8" estándar en línea de venteo para plan 52. Diagrama 5.

#### **MPP**

Soldar los accesorios en plan 52.

#### **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar un drenaje a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de 3/4" para plan 52. Diagrama 5.

Conectar el venteo a un sitio seguro (Tea) para plan 52 y que sea tipo cuello de ganso y el diámetro del cabezal sea mayor al diámetro de la tubería del venteo del reservorio conforme lo muestra el diagrama 5.

#### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener el plan de sellado instalado debido a que el fluido es peligroso y se encuentra a baja temperatura.

**SP1503B:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Hidrocarburo + benceno.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

Conectar la línea de enfriamiento del reservorio en el plan 52.

Instalar una RO mínimo de 1/8" estándar en línea de venteo para plan 52. Diagrama 5.

Instalar una válvula cheque en línea de venteo de acuerdo al diagrama 5.

Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.

Conectar el switch de presión al DCS para plan 52.

#### **MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

#### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener el plan de sellado instalado debido a que el fluido es peligroso y se encuentra a baja temperatura (160°F).

**SP1504A/B:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Benceno.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

Instalar una válvula cheque en línea de venteo de acuerdo al diagrama 5.  
Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.  
Conectar el switch de presión al DCS para plan 52.  
Conectar la línea de enfriamiento al intercambiador del plan 52. Diagrama 5.

#### **MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar un drenaje a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52.

#### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener el plan de sellado instalado debido a que el fluido es peligroso y se encuentra a baja temperatura (160°F)

**SP1505A:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Xileno

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.  
Conectar el switch de presión al DCS para plan 52.  
Instalar una válvula cheque en línea de venteo de acuerdo al diagrama 5.  
Instalar válvula cheque en orificio de llenado para el reservorio en plan 52 de acuerdo al diagrama 5.

#### **MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar un drenaje a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52. Diagrama 5.

#### **Plan de sellado recomendado**

Debido a que el fluido de proceso es peligroso y se encuentra a alta temperatura (280°F) se recomienda cambiar el plan de sellado por 21-52.

**SP1505B:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Xileno.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

## **MDD**

Instalar válvula cheque en orificio de llenado para el reservorio en plan 52 de acuerdo al diagrama 5.

Instalar una válvula cheque en línea de venteo del plan 52 de acuerdo al diagrama 5.

Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.

Conectar el switch de presión al DCS para plan 52.

## **MPP**

N/A

## **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

## **Plan de sellado recomendado**

Debido a que el fluido de proceso es peligroso y se encuentra a alta temperatura (280°F) se recomienda cambiar el plan de sellado por 21-52.

**SP1506A:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Tolueno.

## **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

## **MDD**

Conectar la línea de enfriamiento al intercambiador del plan 52.

Conectar el switch de bajo nivel al DCS para plan 52.

Conectar el switch de presión al DCS para plan 52.

Instalar una válvula cheque en línea de venteo de acuerdo al diagrama 5.

## **MPP**

Soldar los accesorios en plan 52

Soldar los accesorios en plan 11

## **Ingenierías-controles de cambio**

Conectar el venteo del reservorio a un sitio seguro para plan 52. Debe ser la conexión al cabezal de línea a Tea tipo cuello de ganso conforme lo muestra el diagrama 5, que sea independiente para cada equipo. Adicionalmente, el nivel del cabezal colector como mínimo a la misma altura del tambor separador

## **Plan de sellado recomendado**

El tolueno es un fluido corrosivo, para poder usar un plan 11-52 se recomienda revisar que tan agresivo es el liquido con los materiales del sello y la tasa de falla de este equipo

para conocer el comportamiento del sello con este sistema auxiliar de sellado, si es aceptable la concentración y es confiable el equipo, se recomienda dejar este plan de sellado. Si no es posible se debe hacer un cambio de plan de sellado a 32 o 53A. La temperatura en el sello es baja (115°F) y permite el uso del plan de sellado 11.

**SP1506B:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Tolueno.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

##### **MDD**

Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.  
Conectar el switch de presión al DCS para plan 52.

##### **MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

#### **Plan de sellado recomendado**

El tolueno es un fluido corrosivo, para poder usar un plan 11-52 se recomienda revisar que tan agresivo es el liquido con los materiales del sello y la tasa de falla de este equipo para conocer el comportamiento del sello con este sistema auxiliar de sellado, si es aceptable la concentración y es confiable el equipo, se recomienda dejar este plan de sellado. Si no es posible se debe hacer un cambio de plan de sellado a 32 o 53A.

**SP1507A:** Planes auxiliares de sellado 11, fluido O-xileno + C9

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

##### **MDD**

Instalar RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing a una distancia mínimo de 12" del sello para plan 11.

##### **MPP**

Soldar los accesorios en plan 11

#### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

#### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda cambiar el plan de sellado por un 23-52 debido a que el fluido de proceso es peligroso y se encuentra a alta temperatura (325°F).

**SP1507B:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido O-xileno + C9

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

##### **MDD**

Instalar RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing a una distancia mínimo de 12" del sello para plan 11.

##### **MPP**

Soldar los accesorios en plan 11

#### **Ingenierías-controles de cambio**

Se debe reemplazar todo el plan 52 debido a lo obsoleto e inseguro que se encuentra, además no cumple la norma (API 682) en ningún aspecto.

#### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda cambiar el plan de sellado por un 23-52 debido a que el fluido de proceso es peligroso y se encuentra a alta temperatura (325°F).

**SP1508A:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Xileno.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

##### **MDD**

Instalar RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing a una distancia mínimo de 12" del sello para plan 11.

##### **MPP**

Soldar los accesorios en plan 11

#### **Ingenierías-controles de cambio**

Se debe reemplazar todo el plan 52 debido a lo obsoleto e inseguro que se encuentra, además no cumple la norma (API 682) en ningún aspecto.

#### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener el plan de sellado actualmente instalado debido a que el fluido es peligroso y se encuentra a baja temperatura (144°C).

**SP1508B:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Xileno.

**Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

Conectar el switch de bajo nivel al DCS para plan 52.

Conectar el switch de presión al DCS para plan 52.

Instalar válvula cheque en orificio de llenado para el reservorio en plan 52 de acuerdo al diagrama 5.

**MPP**

N/A

**Ingenierías-controles de cambio**

Instalar un drenaje a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52.

**Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener el plan de sellado actualmente instalado debido a que el fluido es peligroso y se encuentra a baja temperatura (144°C).

**SP1509A/B:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Cumenos.

**Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

Instalar RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing a una distancia mínimo de 12" del sello para plan 11.

**MPP**

Soldar los accesorios en plan 11

**Ingenierías-controles de cambio**

Se debe reemplazar todo el plan 52 debido a lo obsoleto e inseguro que se encuentra, además no cumple la norma (API 682) en ningún aspecto.

**Plan de sellado recomendado**

Se recomienda cambiar el plan de sellado por un 23-52 debido a que el fluido es peligroso y se encuentra a alta temperatura (322°F).

**SP1510A:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido O-Xileno.

## **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

### **MDD**

Conectar la línea de enfriamiento al intercambiador del plan 52.  
Instalar una válvula cheque en línea de venteo de acuerdo al diagrama 5.  
Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.  
Conectar switch de presión al DCS para plan 52.

### **MPP**

N/A

### **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar un drenaje a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52.  
Conectar el venteo a un sitio seguro (Tea) para plan 52 y que sea tipo cuello de ganso y el diámetro del cabezal sea mayor al diámetro de la tubería del venteo del reservorio conforme lo muestra el diagrama 5.

### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener el plan de sellado actualmente instalado debido a que es peligroso y se encuentra a baja temperatura (195°F).

**SP1510B:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido O-Xileno.

## **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

### **MDD**

Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.  
Conectar switch de presión al DCS para plan 52.  
Instalar una válvula cheque en línea de venteo de acuerdo al diagrama 5.  
Conectar la línea de enfriamiento al intercambiador del plan 52.

### **MPP**

N/A

### **Ingenierías-controles de cambio**

Instalar un drenaje a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52.

### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener el plan de sellado actualmente instalado debido a que es peligroso y se encuentra a baja temperatura (195°F).

**SP1511A:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Benceno

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

##### **MDD**

Instalar RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing a una distancia mínimo de 12" del sello para plan 11.

##### **MPP**

Soldar los accesorios en plan 11

#### **Ingenierías-controles de cambio**

Se debe reemplazar todo el plan 52 debido a lo obsoleto e inseguro que se encuentra, además no cumple la norma (API 682) en ningún aspecto.

#### **Plan de sellado recomendado**

Se recomienda mantener el plan de sellado actualmente instalado debido a que es peligroso y se encuentra a baja temperatura (90°F).

**SP1511B:** No plan auxiliar de sellado, fluido Tolueno.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

##### **MDD**

N/A

##### **MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

#### **Plan de sellado recomendado**

El tolueno es un fluido corrosivo, para poder usar un plan 11-52 se recomienda revisar que tan agresivo es el líquido con los materiales del sello y la tasa de falla de este equipo para conocer el comportamiento del sello con este sistema auxiliar de sellado, si es aceptable la concentración y es confiable el equipo, se recomienda dejar este plan de

sellado. Si no es posible se debe hacer un cambio de plan de sellado a 32 o 53A. La temperatura en el sello es baja (90°F) y permite usar el plan 11.

**SP1512:** Planes auxiliares de sellado 11, fluido O- Xileno

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

##### **MDD**

Instalar RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing a una distancia mínimo de 12" del sello para plan 11.

##### **MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

#### **Plan de sellado recomendado**

Como al momento de la auditoria no se encontraba trabajando la bomba no se pudo conocer las condiciones de operación del equipo. A pesar de esto el hecho de estar bombeando un fluido peligroso hace necesario usar un plan 52 y si la temperatura del fluido es baja se puede usar un plan 11, de lo contrario se debe usar un 21 o un 23.

**SP1513:** Planes auxiliares de sellado 11-52, fluido Xileno.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

##### **MDD**

Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.  
Conectar switch de presión al DCS para plan 52.

##### **MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

Llevar un drenaje a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de 3/4" para plan 52.

#### **Plan de sellado recomendado**

Debido a que la temperatura en el sello es alta (299°F) y que el fluido de proceso es peligroso, se recomienda usar un plan de sellado 21-52.

**Equipos de bombeo sin plan auxiliar de sellado:**

**A continuación se listan los equipos de bombeo que se revisaron y no se encontró plan de sellado externo, por esta razón se debe realizar un estudio de las condiciones de trabajo como el fluido de proceso, temperaturas, presiones y peligrosidad de estos.**

SP1511B

**Equipos sin auditoria de planes de sellado**

**En la siguiente lista se encuentran los equipos a los que no se les realizo la auditoria debido a que no se encontraban en campo al momento de realizarse la revisión.**

N/A

**Equipos que no requieren acciones de mantenimiento**

**A continuación se listan los equipos a los que no se les encontró problema en el montaje del plan de sellado y/o que no requieren cambio en el plan de sellado.**

N/A

# ANEXO I: DIAGRAMAS

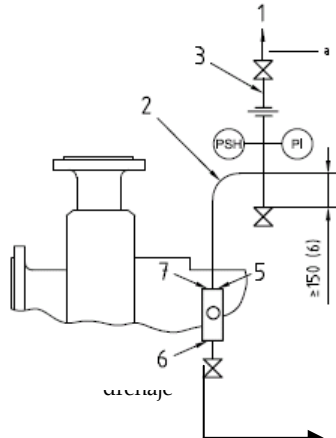


DIAGRAMA 1: PLAN 76

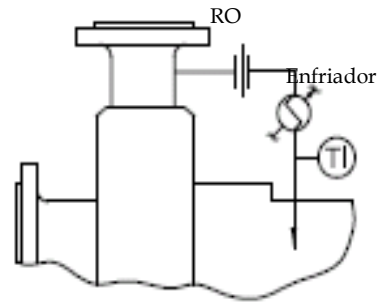


DIAGRAMA 2: PLAN 21

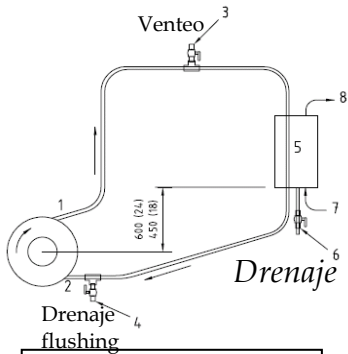


DIAGRAMA 3: PLAN 23

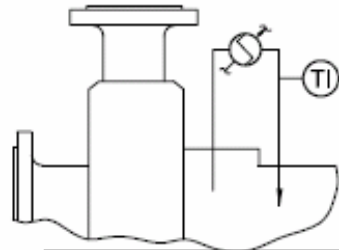


DIAGRAMA 4: PLAN 23

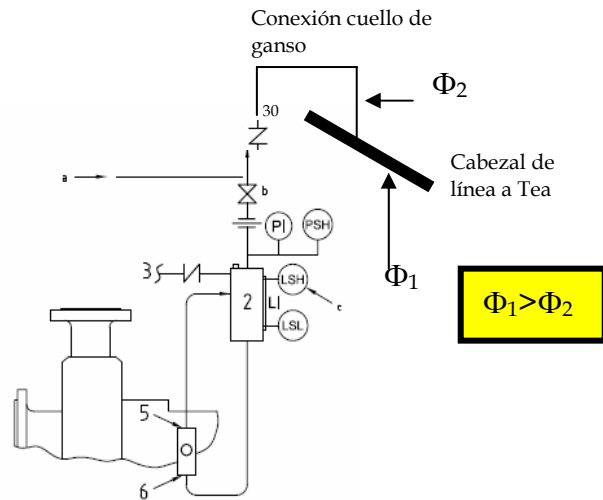
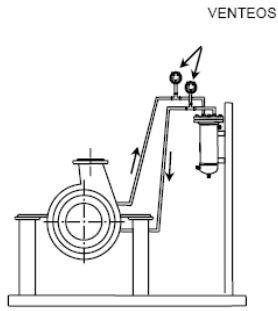
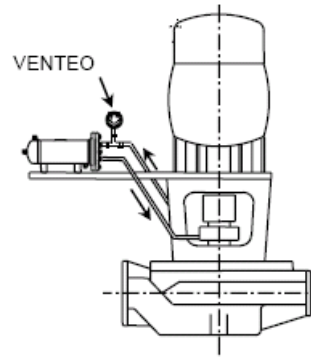


DIAGRAMA 5: PLAN 52

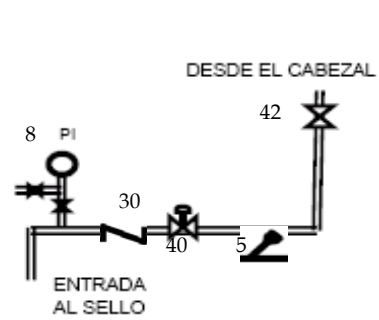


Bomba



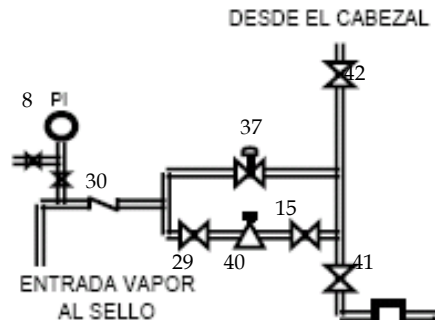
Bomba vertical

DIAGRAMA 6: PLAN 23



LIQUIDO

DIAGRAMA 7: PLAN 62  
PARA LIQUIDO



VAPOR

DIAGRAMA 8: PLAN  
62 PARA VAPOR

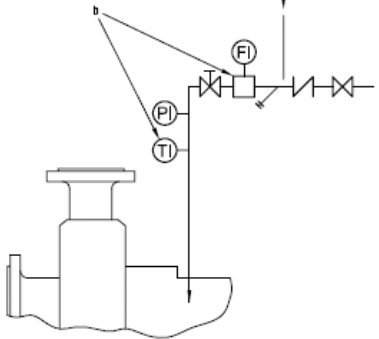


DIAGRAMA 9: PLAN 32

CONTROLES DE CALIDAD REQUERIDOS:

N/A

PROTOCOLOS E INSTRUCTIVOS A UTILIZAR:

N/A

<b>ANEXOS :</b>
<b>ELABORÓ:</b> Jesús David Cubillos – William López Candela <b>REGISTRO:</b> E0226791, E02Z2216
<b>FECHA :</b> Enero de 2007 <b>FIRMA :</b>
<b>EJECUCION:</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> <b>TOTAL</b> <input type="checkbox"/> <b>PARCIAL</b> <input type="checkbox"/>
<b>OBSERVACIONES:</b>

<b>No. PIM-Z2-17035</b>	<b>EQUIPO: AROMATICOS/U1600 No. COMPONENTE:</b>	<b>MDD</b>	<b>X</b>
<b>SERVICIO : Hydeal de Aromáticos</b>		<b>PPY</b>	<b>X</b>
<b>OT No :</b>	<b>DIRIGIDO A : PLP</b>	<b>POSTERIOR</b>	
<b>CON COPIA:</b>	<b>VALORACIÓN RAM= M FRP:</b>	<b>REVISIÓN No:</b>	<b>3</b>

DIAGNOSTICO:

(CONDICIÓN DEL COMPONENTE ACTUAL, MODO DE FALLA, POSIBLES CAUSAS):

**El presente informe indica las recomendaciones de mantenimiento día a día, de parada de planta, las ingenierías los controles de cambio para antes y durante la parada de octubre 2007 en Planta Aromáticos. También incluye la recomendación de cambio de plan de sellado en el caso de ser necesario. Aplica a los planes de sellado de los equipos de bombeo de la planta Aromáticos, unidad 1600.**

VALORACION RAM

Personas: H; Económica: M; Ambiental: M; Imagen de la empresa: L

ACCIONES RECOMENDADAS:

(MAGNITUD, MATERIALES, PLANOS DE REFERENCIA Y LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO):

**Este informe evalúa la conveniencia del plan de sellado seleccionado para cada equipo, también las inconformidades en el montaje de los planes de sellado de cada equipo de bombeo. A continuación se describen los trabajos generales y posteriormente se muestran los trabajos específicos de todo el corredor 1600 y la recomendación de cambio de plan de sellado si es necesaria.**

**PLANTA AROMATICOS**

**EQUIPOS 1600**

**HYDEAL DE AROMÁTICOS**

**TRABAJOS A REALIZAR EN SISTEMAS AUXILIARES DE SELLADO 2007**

## **EQUIPOS 1600**

### **RECOMENDACIONES GENERALES**

Realizar limpieza a todas las líneas de enfriamiento de planes 21-23-52 por acumulación de lodos.

Instalar filtro en Y para todas las líneas de refrigeración de los intercambiadores de los planes de sellado 21 y 23, de los reservorios de los planes 52 y las líneas de flushing del plan 32.

Construir un sistema cerrado de recolección de HC para todos los venteos y drenajes de planes 52 y 76 para la unidad 1600 cuyo nivel este por debajo del cabezal colector.

Instalar una válvula cheque tipo lengüeta y una válvula de cierre en todos los orificios de llenado de los reservorios de los planes de sellado 52. Diagrama 5.

Operaciones

Incluir en ronda drenar planes API 76.

Limpieza de los filtros en Y de las líneas de enfriamiento.

### **RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS**

**SP1601A/B:** No plan de sellado auxiliar, fluido Tolueno, bomba vertical.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

N/A

**MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

#### **Plan de sellado recomendado**

El tolueno es un fluido corrosivo, para poder usar un plan 13-52 se recomienda revisar que tan agresivo es el liquido con los materiales del sello y la tasa de falla de este equipo para conocer el comportamiento del sello sin sistema auxiliar de sellado, si es aceptable la concentración y es confiable el equipo, se recomienda utilizar el plan de sellado 11-52. Si no es posible se debe hacer un cambio de plan de sellado a 32 o 53A.

**SP1602A/B:** Planes auxiliares de sellado 62 para líquido, fluido Benceno-Tolueno.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

## **MDD**

Instalar facilidad para un PI en la línea de enfriamiento del sello a la entrada para plan 62. Diagrama 7.

Instalar una válvula cheque en la línea de enfriamiento a la entrada para plan 62 de líquido. Diagrama 7.

Instalar una válvula controladora de flujo a la entrada de la línea de enfriamiento para plan 62 de líquido. Diagrama 7.

Instalar un “filtro en Y” tal como lo ilustra el diagrama 7

## **MPP**

N/A

## **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

## **Plan de sellado recomendado**

El tolueno es un fluido corrosivo, para poder usar un plan 11-52 se recomienda revisar que tan agresivo es el líquido con los materiales del sello y la tasa de falla de este equipo para conocer el comportamiento del sello con este sistema auxiliar de sellado, si es aceptable la concentración y es confiable el equipo, se recomienda dejar este plan de sellado. Si no es posible se debe hacer un cambio de plan de sellado a 32 o 53A. La temperatura en el sello es baja (108°F) y permite el uso del plan de sellado 11.

**SP1603A:** Planes auxiliares de sellado 11-52, Benceno- Tolueno.

## **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

## **MDD**

Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.

Conectar switch de presión al DCS para plan 52.

Conectar la línea de enfriamiento al intercambiador del plan 52.

## **MPP**

Soldar los accesorios en plan 52

Soldar los accesorios en plan 11

## **Ingenierías-controles de cambio**

Instalar un drenaje a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾” para plan 52.

Realizar conexión al cabezal de línea a Tea que sea tipo cuello de ganso para el plan 52 conforme lo muestra el diagrama 5, que sea independiente para cada equipo.

Adicionalmente, el nivel del cabezal colector como mínimo a la misma altura del sitio de disposición segura de las emisiones.

### **Plan de sellado recomendado**

El tolueno es un fluido corrosivo, para poder usar un plan 11-52 se recomienda revisar que tan agresivo es el líquido con los materiales del sello y la tasa de falla de este equipo para conocer el comportamiento del sello con este sistema auxiliar de sellado, si es aceptable la concentración y es confiable el equipo, se recomienda dejar este plan de sellado. Si no es posible se debe hacer un cambio de plan de sellado a 32 o 53A. La temperatura en el sello es baja (102°F) y permite el uso del plan de sellado 11.

**SP1603B:** Planes auxiliares de sellado 11-52

### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

#### **MDD**

Conectar switch de presión al DCS para plan 52.  
Conectar switch de bajo nivel al DCS para plan 52.  
Conectar la línea de enfriamiento al intercambiador del plan 52.

#### **MPP**

N/A

### **Ingenierías-controles de cambio**

Realizar la conexión al cabezal de línea a Tea que sea tipo cuello de ganso para el plan 52 conforme lo muestra el diagrama 5, que sea independiente para cada equipo. Adicionalmente, el nivel del cabezal colector como mínimo a la misma altura del sitio de disposición segura de las emisiones. Instalar un drenaje a un sitio seguro desde el reservorio con su respectiva válvula de corte en tubería mínimo de ¾" para plan 52.

### **Plan de sellado recomendado**

El tolueno es un fluido corrosivo, para poder usar un plan 11-52 se recomienda revisar que tan agresivo es el líquido con los materiales del sello y la tasa de falla de este equipo para conocer el comportamiento del sello con este sistema auxiliar de sellado, si es aceptable la concentración y es confiable el equipo, se recomienda dejar este plan de sellado. Si no es posible se debe hacer un cambio de plan de sellado a 32 o 53A. La temperatura en el sello es baja (102°F) y permite el uso del plan de sellado 11.

**Equipos de bombeo sin plan auxiliar de sellado:**

**A continuación se listan los equipos de bombeo que se revisaron y no se encontró plan de sellado, por esta razón se debe realizar un estudio de las condiciones de trabajo como el fluido de proceso, temperaturas, presiones y peligrosidad de estos.**

N/A

**Equipos sin auditoria de planes de sellado**

**En la siguiente lista se encuentran los equipos a los que no se les realizo la auditoria debido a que no se encontraban en campo al momento de realizarse la revisión.**

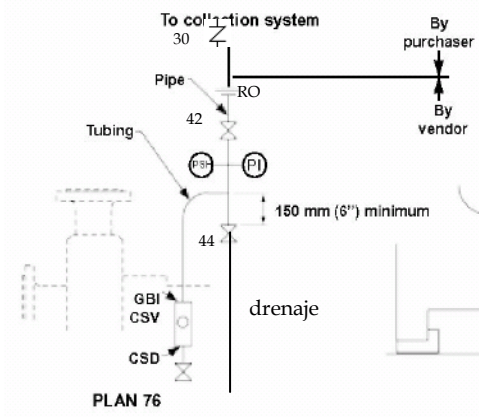
N/A

**Equipos que no requieren acciones de mantenimiento**

**A continuación se listan los equipos a los que no se les encontró problema en el montaje del plan de sellado.**

N/A

# ANEXO I: DIAGRAMAS



PLAN 76

DIAGRAMA 1:PLAN 76

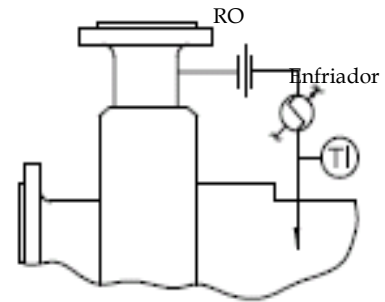


DIAGRAMA 2: PLAN 21

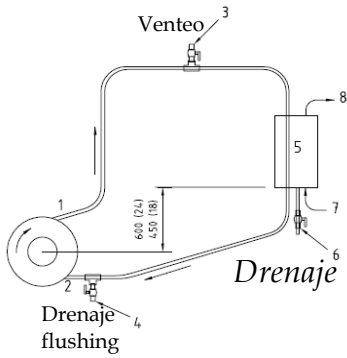


DIAGRAMA 3: PLAN 23

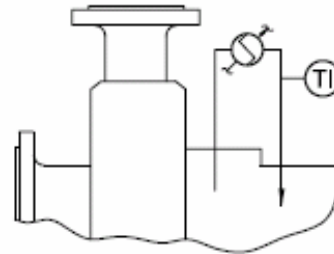


DIAGRAMA 4: PLAN 23

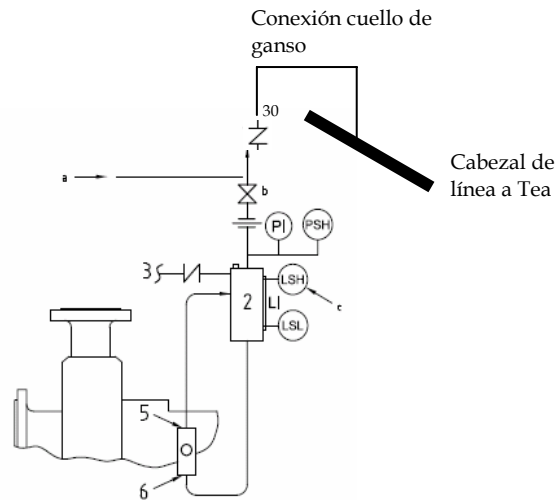
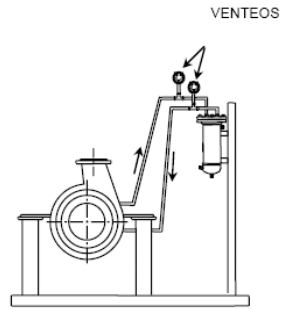
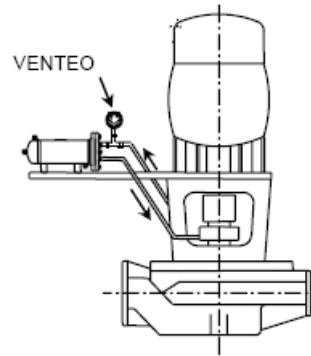


DIAGRAMA 5: PLAN 57



Bomba



Bomba vertical

DIAGRAMA 6: PLAN 23

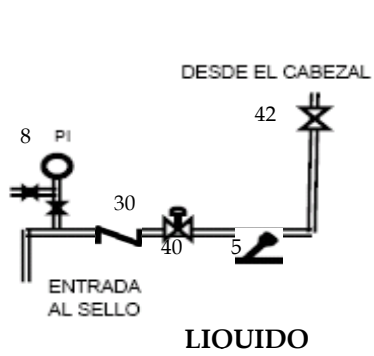


DIAGRAMA 7: PLAN 62  
PARA LIQUIDO

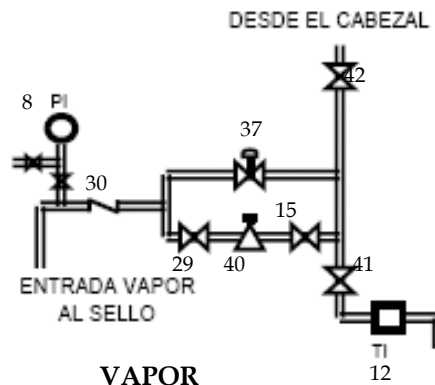


DIAGRAMA 8: PLAN  
62 PARA VAPOR

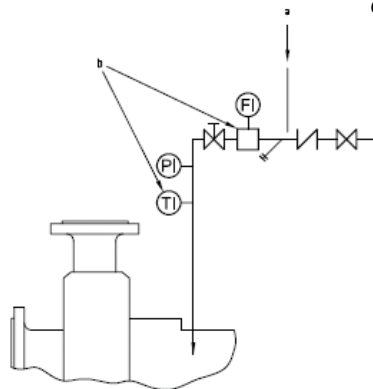


DIAGRAMA 9: PLAN 32

CONTROLES DE CALIDAD REQUERIDOS:

N/A

PROTOCOLOS E INSTRUCTIVOS A UTILIZAR:

N/A

<b>ANEXOS :</b>
<b>ELABORÓ:</b> Jesús David Cubillos – William López Candela <b>REGISTRO:</b> E0226791, E02Z2216
<b>FECHA :</b> Enero de 2007 <b>FIRMA :</b>
<b>EJECUCION:</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> <b>TOTAL</b> <input type="checkbox"/> <b>PARCIAL</b> <input type="checkbox"/>
<b>OBSERVACIONES:</b>

<b>No. PIM-Z2-17036</b>	<b>EQUIPO: AROMATICOS/U1700 No. COMPONENTE:</b>	<b>MDD</b>	<b>X</b>
<b>SERVICIO : Ciclohexano, Benceno, Aromáticos</b>		<b>PPY</b>	<b>X</b>
<b>OT No :</b>	<b>DIRIGIDO A : PLP</b>	<b>POSTERIOR</b>	
<b>CON COPIA:</b>	<b>VALORACIÓN RAM= M FRP:</b>	<b>REVISIÓN No:</b>	<b>3</b>

**DIAGNOSTICO:**

(CONDICIÓN DEL COMPONENTE ACTUAL, MODO DE FALLA, POSIBLES CAUSAS):

**El presente informe indica las recomendaciones de mantenimiento día a día, de parada de planta, las ingenierías los controles de cambio para antes y durante la parada de octubre 2007 en Planta Aromáticos. También incluye la recomendación de cambio de plan de sellado en el caso de ser necesario. Aplica a los planes de sellado de los equipos de bombeo de la planta Aromáticos, unidad 1700.**

**VALORACION RAM**

Personas: M; Económica: M; Ambiental: L; Imagen de la empresa: L

**ACCIONES RECOMENDADAS:**

(MAGNITUD, MATERIALES, PLANOS DE REFERENCIA Y LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO):

**Este informe evalúa la conveniencia del plan de sellado seleccionado para cada equipo, también las inconformidades en el montaje de los planes de sellado de cada equipo de bombeo. A continuación se describen los trabajos generales y posteriormente se muestran los trabajos específicos de todo el corredor 1600 y la recomendación de cambio de plan de sellado si es necesaria.**

**PLANTA AROMATICOS**

**EQUIPOS 1700**

**CICLOHEXANO, BENCENO, AROMATICOS**

**TRABAJOS A REALIZAR EN SISTEMAS AUXILIARES DE SELLADO 2007**

## **EQUIPOS 1700**

### **RECOMENDACIONES GENERALES**

Realizar limpieza a todas las líneas de enfriamiento de planes 21-23-52 por acumulación de lodos.

Instalar filtro en Y para todas las líneas de refrigeración de los intercambiadores de los planes de sellado 21 y 23, de los reservorios de los planes 52 y las líneas de flushing del plan 32.

Construir un sistema cerrado de recolección de HC para todos los venteos y drenajes de planes 52 y 76 para la unidad 1700 cuyo nivel este por debajo del cabezal colector.

Instalar una válvula cheque tipo lengüeta y una válvula de cierre en todos los orificios de llenado de los reservorios de los planes de sellado 52. Diagrama 5.

Operaciones

Incluir en ronda drenar planes API 76.

Limpieza de los filtros en Y de las líneas de enfriamiento.

### **RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS**

**SP1703A/B:** Planes auxiliares de sellado 11-62 para vapor, fluido Soda cáustica.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

##### **MDD**

Instalar una válvula reguladora de presión en la línea de vapor del plan 62. Diagrama 8.

##### **MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

#### **Plan de sellado recomendado**

El tolueno es un fluido corrosivo, para poder usar un plan 11-52 se recomienda revisar que tan agresivo es el liquido con los materiales del sello y la tasa de falla de este equipo para conocer el comportamiento del sello con este sistema auxiliar de sellado, si es aceptable la concentración y es confiable el equipo, se recomienda dejar este plan de sellado. Si no es posible se debe hacer un cambio de plan de sellado a 32 o 53A. La temperatura en el sello es baja (108°F) y permite el uso del plan de sellado 11.

**SP1704:** Planes auxiliares de sellado 11-62 para vapor, fluido Agua desmineralizada.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

Instalar un PI a la entrada de la línea de vapor al sello para plan 62 de vapor. Diagrama 8.

**MPP**

N/A

**Ingenierías-controles de cambio**

N/A

**Plan de sellado recomendado**

Por ser agua desmineralizada a menos de 180°F, no requiere cambio en el plan de sellado.

**SP1705A/B:** No plan de sellado auxiliar, fluido Benceno, bomba vertical.

**Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

N/A

**MPP**

N/A

**Ingenierías-controles de cambio**

N/A

**Plan de sellado recomendado**

Debido a que el fluido es peligroso y se encuentra a una temperatura aceptable para el sello (104°F) se recomienda usar un plan de sellado 13-52.

**SP1706A/B:** No plan de sellado auxiliar, fluido Ciclohexano, bomba vertical.

**Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

N/A

**MPP**

N/A

**Ingenierías-controles de cambio**

N/A

**Plan de sellado recomendado**

Debido a que el fluido es peligroso y se encuentra a una temperatura aceptable para el sello (105°F) se recomienda usar un plan de sellado 13-52.

**SP1707A:** Planes auxiliares de sellado 11-62 para vapor, fluido Ciclohexano.

**Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

Instalar un PI a la entrada de la línea de vapor al sello para plan 62 de vapor. Diagrama 8.

**MPP**

N/A

**Ingenierías-controles de cambio**

N/A

**Plan de sellado recomendado**

Se recomienda cambiar el plan de sellado por un 11-52 debido a que el fluido es peligroso y se encuentra a baja temperatura (100°F)

**SP1708A/B:** No plan de sellado auxiliar, fluido Agua desmineralizada, bomba vertical.

**Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

**MDD**

N/A

**MPP**

N/A

**Ingenierías-controles de cambio**

N/A

**Plan de sellado recomendado**

Debido a que el fluido no es peligroso y se encuentra a una temperatura aceptable para el sello (165°F) se recomienda usar un plan de sellado 13.

**SP1709:** Planes auxiliares de sellado 13, fluido Hexano-Ciclohexano, bomba vertical.

#### **Acciones correctivas a plan de sellado actualmente instalado**

##### **MDD**

instalar RO mínimo de 1/8" estándar bridada en la línea de flushing para plan 13.

##### **MPP**

N/A

#### **Ingenierías-controles de cambio**

N/A

#### **Plan de sellado recomendado**

Al momento de la auditoria la bomba no se encontraba trabajando, debido a esto no se realizo la toma de temperaturas y presiones. Sin embargo si las presiones y temperaturas son las adecuadas se recomienda un plan de sellado 13-52 para asegurar cero emisiones a la atmósfera del fluido de proceso.

**Equipos de bombeo sin plan auxiliar de sellado:**

**A continuación se listan los equipos de bombeo que se revisaron y no se encontró plan de sellado externo, por esta razón se debe realizar un estudio de las condiciones de trabajo como el fluido de proceso, temperaturas, presiones y peligrosidad de estos.**

N/A

**Equipos sin auditoria de planes de sellado**

**En la siguiente lista se encuentran los equipos a los que no se les realizo la auditoria debido a que no se encontraban en campo al momento de realizarse la revisión.**

N/A

**Equipos que no requieren acciones de mantenimiento**

**A continuación se listan los equipos a los que no se les encontró problema en el montaje del plan de sellado.**

N/A

# ANEXO I: DIAGRAMAS

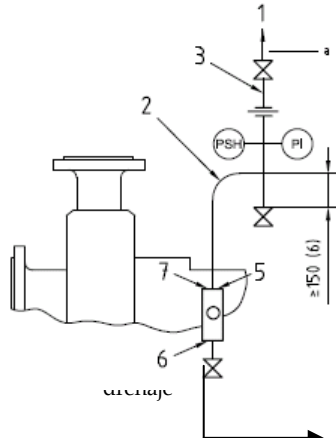


DIAGRAMA 1: PLAN 76

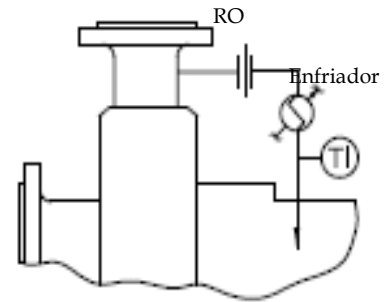


DIAGRAMA 2: PLAN 21

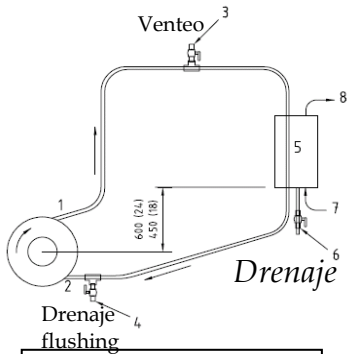


DIAGRAMA 3: PLAN 23

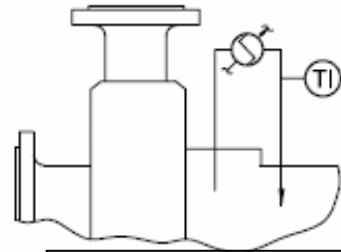


DIAGRAMA 4: PLAN 23

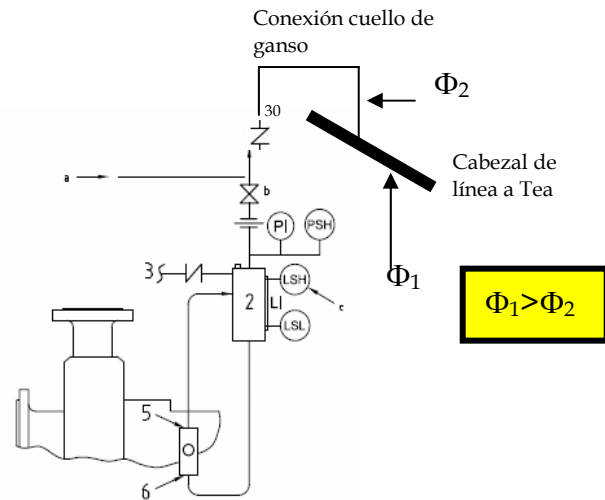
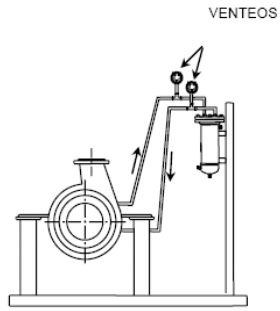
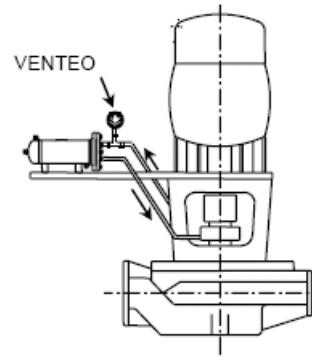


DIAGRAMA 5: PLAN 52



Bomba



Bomba vertical

DIAGRAMA 6: PLAN 23

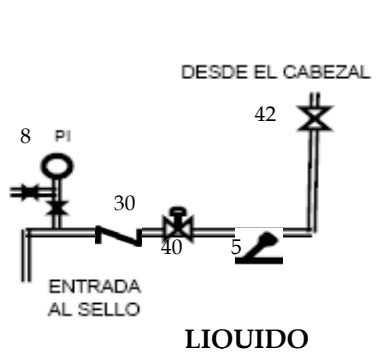


DIAGRAMA 7: PLAN 62  
PARA LIQUIDO

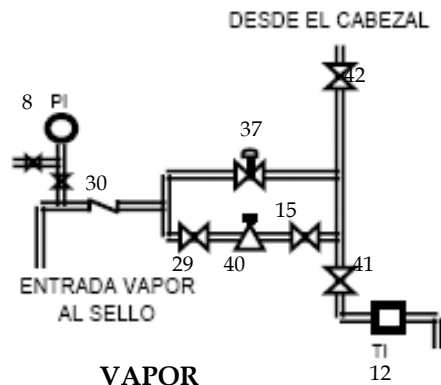


DIAGRAMA 8: PLAN  
62 PARA VAPOR

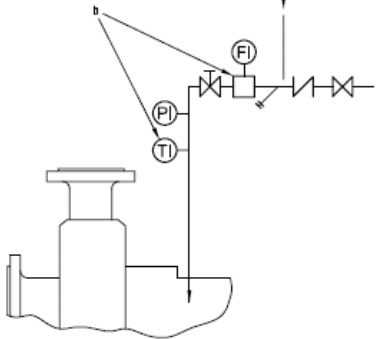


DIAGRAMA 9: PLAN 32

CONTROLES DE CALIDAD REQUERIDOS:

N/A

PROTOCOLOS E INSTRUCTIVOS A UTILIZAR:

N/A

<b>ANEXOS :</b>
<b>ELABORÓ:</b> Jesús David Cubillos – William López Candela <b>REGISTRO:</b> E0226791, E02Z2216
<b>FECHA :</b> Enero de 2007 <b>FIRMA :</b>
<b>EJECUCION:</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> <b>TOTAL</b> <input type="checkbox"/> <b>PARCIAL</b> <input type="checkbox"/>
<b>OBSERVACIONES:</b>

### **3. b. ANEXO B: Criterios de selección de fluidos de barrera**

Un fluido que se desee emplear en esta clase de servicio debe cumplir con una serie de propiedades críticas, tales como:

- a) *Viscosidad.* El fluido debe ser lo suficientemente grueso como para asegurar una película lubricante en las caras del sello pero no a tal punto que impida su fluidez y capacidad de penetrar la superficie rotatoria para controlar el fenómeno de blistering en la cara de carbón.
- b) *Transferencia de calor.* El fluido debe remover el calor generado en las caras del sello de una manera eficiente y rápida. Las propiedades relacionadas con esta función son la conductividad térmica y el calor específico: a mayor temperatura de proceso, mayor debe ser su valor.
- c) *Seguridad.* En primera instancia el fluido no puede estar catalogado como VOC (Compuesto orgánico volátil) o VHAP (Contaminantes del aire volátiles y peligrosos). Por otra parte, ningún fluido inflamable no pueden ser seleccionado. Generalmente estos fluidos trabajan a una presión cercana a la atmosférica y a una temperatura que puede alcanzar a la propia del fluido de proceso, por tal razón el punto de ebullición atmosférico debe estar al menos 50°F por encima de la temperatura de proceso y el punto de inflamación al menos 20°F.
- d) *Compatibilidad con la metalurgia, elastómeros y demás materiales del sello.* El empleo de aceites exige especial atención ya que pueden reaccionar químicamente con los elementos elastoméricos llevando a potenciales fallas de los sellos secundarios e incluso, de forma indirecta, del primario.
- e) *Compatibilidad con el fluido de proceso.* La formación de gases, partículas, líquidos viscosos o vapores a raíz de cualquier reacción química puede afectar el flujo o generar fuga o falla del sello. Por otra parte se debe tener en cuenta que el fluido de barrera puede contaminar ligeramente la corriente del producto, por lo tanto el fluido a seleccionar no puede alterar las características del producto bombeado.
- f) *Espuma.* En los planes presurizados se puede presentar la formación de espuma en el fluido de barrera, situación que causa la pérdida de lubricación, transferencia de calor y circulación.
- g) *Resistencia a la oxidación.* La oxidación del fluido puede generar la formación de ácidos, productos carbonizados que se pueden depositar en las caras del sello (coking), cambios de viscosidad y pérdida de propiedades de transferencia de calor.

De acuerdo a estos criterios, a continuación se muestran las principales ventajas o desventajas de sustancias que típicamente se han empleado como fluidos de barrera:

Soluciones de glicol y agua

- *Agua*. Es un buen fluido de barrera. Sin embargo su viscosidad a 100°C es baja, valor que también representa su punto de ebullición atmosférico. Además el agua puede congelar fácilmente dependiendo de las condiciones de trabajo o ambientales.
- *Glicol etileno / agua*. La mezcla 50-50 es una buena solución para arreglos de sellos tandem (como en el plan 52). Sin embargo se cataloga como producto VHAP.
- *Glicol Propileno / agua*. La mezcla 50-50 ha sido recomendada como fluido de barrera para muchos servicios.

#### Alcoholes

Se debe tener en cuenta que en general los alcoholes tienen alta tasa de evaporación, en los planes 52 se requiere de continua reposición de nivel a causa de este fenómeno.

- *Metanol*. A pesar que se ha empleado con frecuencia, este fluido es considerado VHAP, además de presentar una viscosidad baja y bajo punto de ebullición. No es un buen lubricante para las caras del sello.
- *Propanol*. Recomendado para aplicaciones de baja temperatura.

#### Keroseno y Diesel

Brindan una buena lubricación en un rango amplio de temperaturas, sin embargo se consideran VOC especialmente a alta temperatura.

#### Aceites lubricantes e hidráulicos minerales

Aunque los aceites tipo turbina han sido usados ampliamente en el pasado, la experiencia ha mostrado que los aditivos antioxidantes y antidesgaste tienden a adherirse a las caras del sello propiciando su falla. También se ha comprobado que las viscosidades mas bajas han mostrado mayor rendimiento, especialmente por debajo de 32 cSt @ 40°C. Con los aceites minerales se han observado los fenómenos de blistering en la cara del componente rotatorio del sello. La menor viscosidad de los aceites sintéticos hace que sea preferible su elección.

#### Aceites lubricantes e hidráulicos sintéticos

- *Royal Purple 22*. Desarrollado específicamente para la aplicación de fluido de barrera. Se ha mostrado efectivo en pruebas de laboratorio y campo (se anexa ficha técnica).
- *Mobil Synthurion 6*. Desarrollado específicamente para la aplicación de fluido de barrera. Cumple con los requerimientos anteriormente mencionados. Sin embargo su composición PAO no lo ubica como el mejor en rendimiento, especialmente en la característica de lubricidad<sup>1</sup>. (se anexa ficha técnica).

---

<sup>1</sup> Technical Report TRP-MS060. Buffer and Barrier Fluids. John Crane, 1996. Páginas 6-7

### Fluidos de transferencia de calor

Son factibles de usar como fluido de barrera aquellos que brinden suficiente lubricidad en un rango amplio de temperaturas y presiones. Pueden ser de origen mineral o sintético, como el Dowtherm HT o el Therminol 66 (se anexan fichas técnicas).

Fluido	Viscosidad (cSt @ 104°F)	Punto de fluidez (°F)	Punto de inflamación (°F)	Calor específico (Btu/lb°F @60°F)	Conductividad Térmica (Btu/hr ft°F @60°F)	Rango de temperatura de operación bomba (°F)
Glicol etileno/agua	2.5	-30	225	0.78	0.22	-20/165
Glicol propileno/agua	2.6	-28	222	0.79	0.21	-20/170
Agua	0.68	32	212	1	0.34	40/160
N-Propil alcohol	1.5	-195	207	0.53	0.09	-191/157
K1 Keroseno	1	-20	300	0.46	0.086	-10/250
K2 Keroseno	1.4	-30	350	0.46	0.086	-20/270
D1 Diesel	1.4	-30	350	0.46	0.086	-30/300
D2 Diesel	2.7	-75	360	0.46	0.086	10/180
Aceite mineral 1	13.9	-75	219	-0.5	-0.08	-20/169
Aceite mineral 2	9.5	10	335	-0.5	-0.08	20/285
Aceite mineral 3	9.5	-58	>300	-0.5	-0.08	20/275
Aceite sint. 3	7	-80	700	0.555	0.089	-25/430
Aceite sint. 4	22	-80	700	0.569	0.085	25/440
Aceite sint. 6 (tipo Diester)	37	-58	493	0.528	0.079	62/440
Fluidos transferencia de calor	29	25	650	0.35	0.071	55/600

### 3. c. ANEXO C: Ficha técnica Royal Purple 22

## BARRIER FLUID GT™

Buffer / Barrier Fluid for Double and Tandem Mechanical Seals



Beyond Synthetic™

#### Beyond Synthetic™

Barrier Fluid GT™ is recommended for use at elevated temperatures where nitrogen purge is not an option and when FDA purity is not required.

Barrier Fluid GT™ is a pure, non-reactive, synthetic fluid that provides superior lubrication and cooling for double and tandem mechanical seals.

Barrier Fluid GT™ provides very stable seal performance over an extremely wide temperature range, satisfying most seal service requirements. Barrier Fluid GT™ is extremely clean and has excellent low temperature fluidity and heat transfer properties.

#### Performance Advantages:

- **Environmentally Safe**  
Royal Purple® Barrier Fluids are not listed on the EPA's VHAP (volatile hazardous air pollutants) or VOC (volatile organic compounds) lists.
- **Minimal Disposal Problems**  
Royal Purple® Barrier Fluids can be recycled, burned or disposed the same as mineral oil.
- **Very Low Moisture Content**  
Royal Purple® Barrier fluids have a low moisture content to prevent seal problems or catalyst poisoning where applicable.
- **Highest Purity**  
Barrier Fluid FDA® contains no impurities such as sulfur, vanadium, amines, etc., that can be harmful or reactive to process fluids or poison the catalyst if it enters a process stream.

- **Excellent Heat Transfer Properties**  
Royal Purple® Barrier Fluids are 25 to 30 percent better than mineral oil to keep seals cool.
- **Excellent Low Temperature Fluidity**  
Royal Purple® Barrier Fluids have excellent low temperature fluidity for cryogenic and cold weather service.
- **Uniform Molecular Size**  
The no light ends, plus excellent thermal stability of Royal Purple® Barrier Fluids provide maximum protection against blistering of carbon seal faces caused by fluid volatility.
- **High Flash Point**  
Royal Purple® Barrier Fluids have a high flash point for maximum safety.
- **Compatible with Most Fluids**  
Royal Purple® Barrier Fluids can be mixed with mineral oils, PAOs and diester fluids but should not be mixed with glycol or silicone synthetics.
  - **Wide Seal Compatibility Range**  
Royal Purple® Barrier Fluids are compatible with Victon®, neoprene, Buna N (except high ACN), silicone, polyurethane ester, epichlorohydrin, polysulfide, ethlene / acrylic, polyacrylate, fluoroelastomer, propylene oxide, chlorosulfonated polyethylene, chlorinated polyethylene, Kalrez®, Nordel®, fluoroelastomer, nitrile and others. It is not for use with EPDM or EPR elastomers. Victon®, Kalrez® and Nordel® are registered trademarks of E.I. DuPont.

Typical Properties *	Barrier Fluid Grade				
	22**	34	56	78	910
Vapor Pressure mmHG @ 100°F	0.0060	0.0001	0.0005	0.0003	0.0001
Pour Point °F	-65	-85	-75	-58	-50
Flash Point °F	335	445	462	482	505
Fire Point °F	350	485	510	542	555
Boiling Point °F	538	655	718	760	755
Autoignition °F	>420	>600	>600	>600	>600
Specific Gravity	0.799	0.816	0.824	0.833	0.838

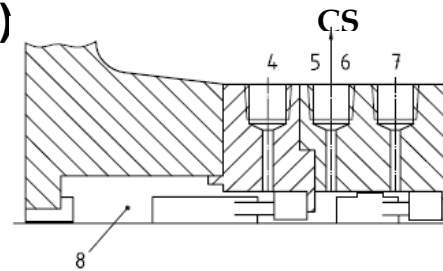
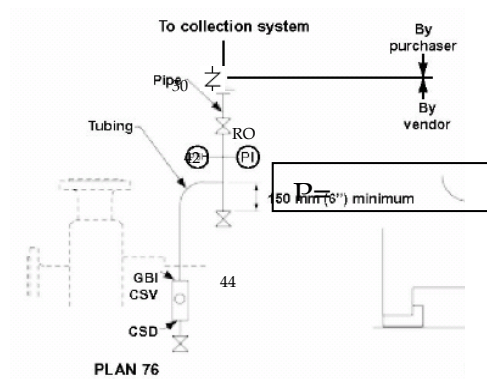
\*Properties are typical and may vary

\*\* Barrier Fluid 22 is 80 percent biodegradable within 28 days per industry standard CEC L33-A-94.

**3. d. ANEXO D: Montaje correcto de sistema de sellado auxiliar 76 según norma API 682 3ed. y recomendaciones del fabricante.**

A continuación se agrega la lista de chequeo del plan de sellado 76 que contiene la información más relevante para realizar el montaje de este plan según Norma API 682 3ed. y las recomendaciones del fabricante. Se espera que con esta información se realice la correcta conexión de los drenajes de los planes de este tipo en la planta Aromáticos.

**Plan 76(Vent)**



- 1 to vapour recovery system
- 2 tube, see below
- 3 pipe, see below
- 4 flush (F)
- 5 containment seal vent (CSV)
- 6 containment seal drain (CSD)
- 7 gas buffer inlet (GBI)
- 8 seal chamber
- PI pressure indicator
- PSH pressure switch high

PSL - PSH: Pressure Switch (baja ó alta)    PI: Indicador de Presión  
 FI: Indicador de Flujo    F: Flush  
 GBI: Gas entrada Fluido Barrera    GBO: Gas salida Fluido Barrera  
 V: Venteo

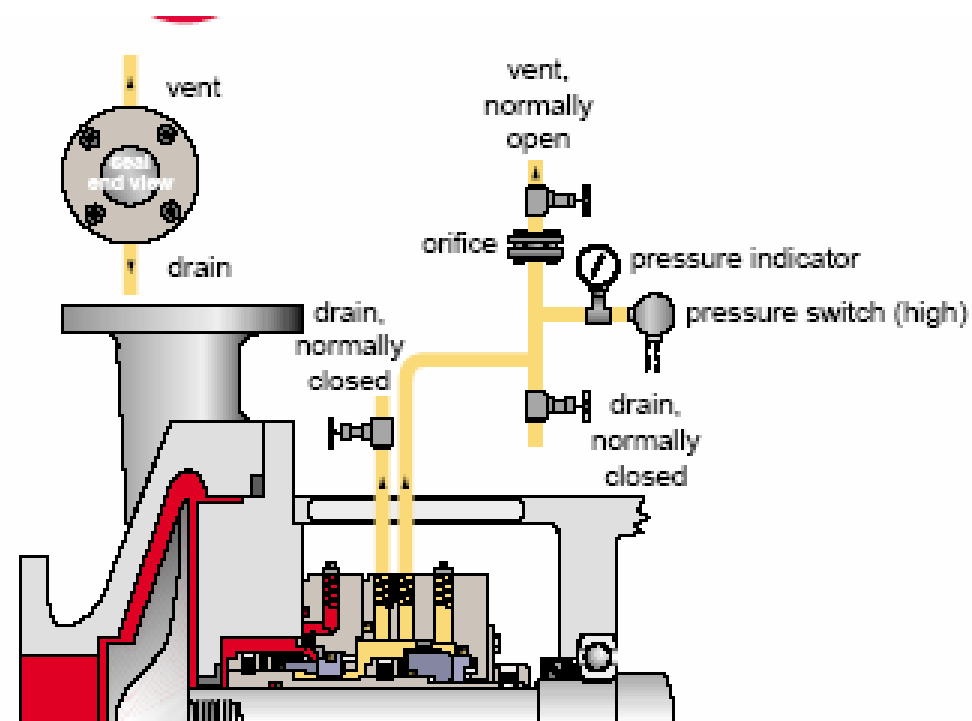
**Lista de chequeo Plan 76**

**Bomba ref. -**

Ítem	Descripción	SI	NO	Observaciones
1	Tubing mínimo de ½"			
2	Verificación platina de orificio (RO) mínimo 1/8" Standard			
4	No fugas en sistema de sellos			
6	Plan en tubería soldada			
8	Indicador de presión (PI) en buen estado			
14	Drenaje a sitio seguro			
18	Venteo conectado a sitio seguro			
19	Venteo es tipo cuello de ganso (3/4" NPT)			
23	Switch de Presión			
24	Switch de Alta Presión conectado al DCS			
28	Manómetro (PI), escala sencilla 4.5"Dial.			

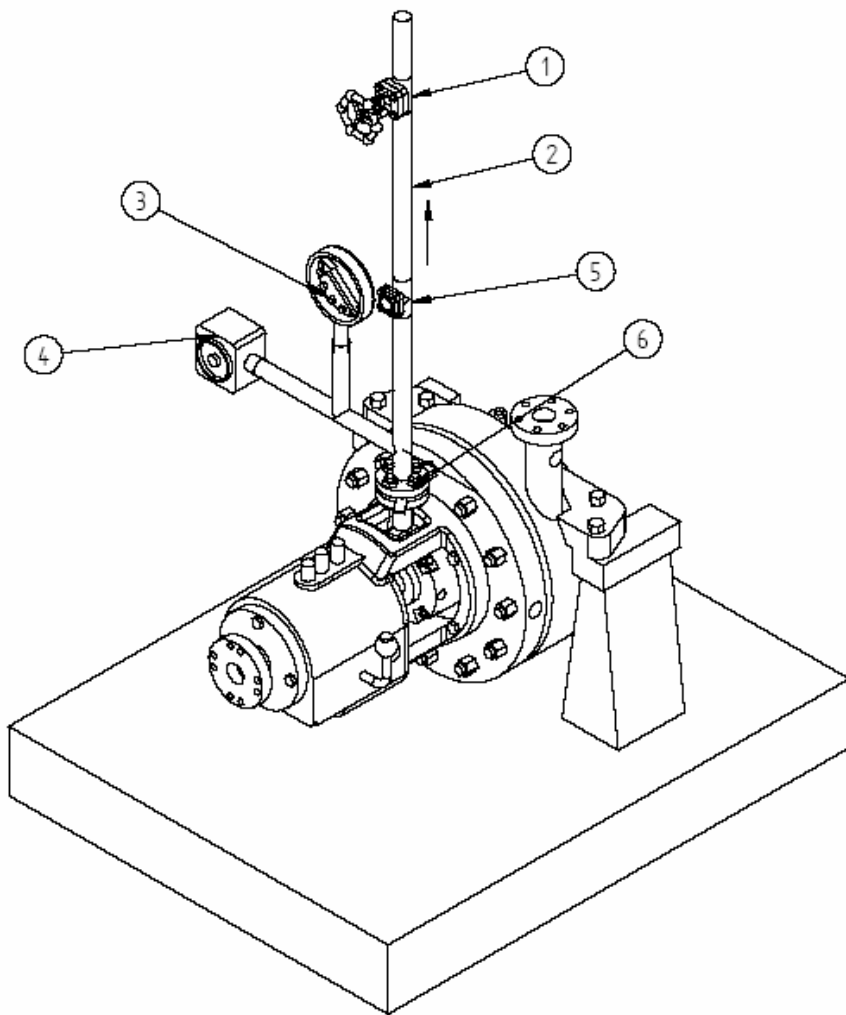
	Rango adecuado (0-30) Psig			
30	Válvula cheque tipo bola de ½" , clase 800, NPT (Venteo)			
34	Líneas eléctricas protegidas			
35	Tubing conformado			
39	No comparte venteo con otros equipos			
42	Válvula tipo compuerta de ½" (Venteo y drenajes)			
44	Tubería mínimo 1/2" NPT (drenajes condensado)			

El siguiente diagrama muestra de forma mas clara el montaje del plan de sellado 76:



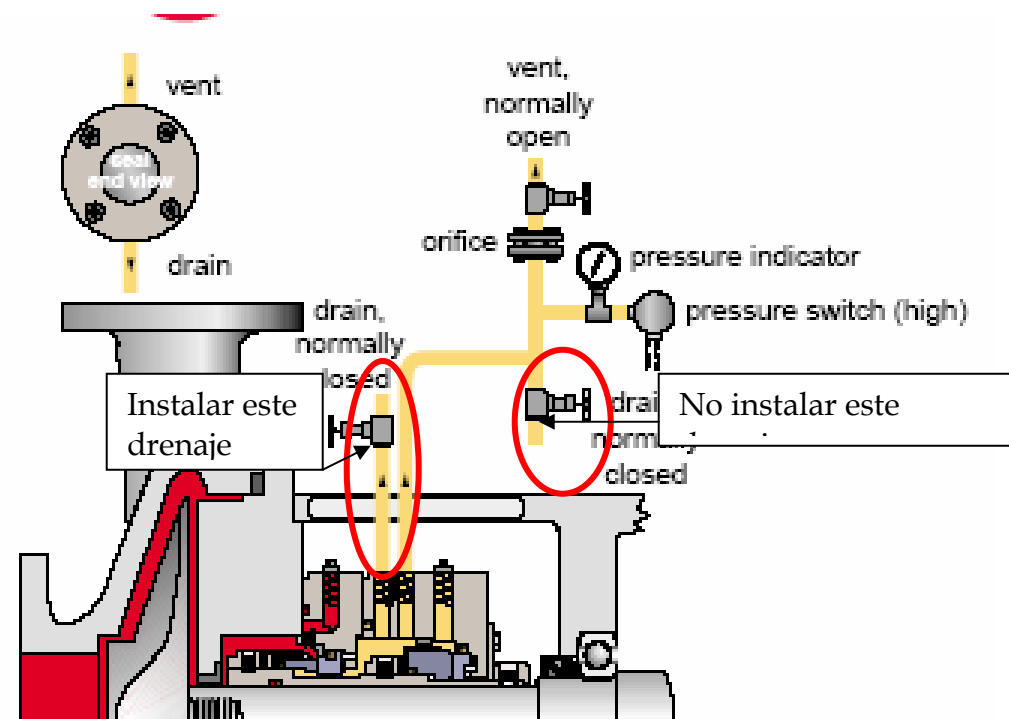
Para la información adicional acerca de los mínimos requerimientos respecto a materiales, válvulas y uniones se recomienda usar la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo K), para la conexión de venteo y switch de presión se aconsejo usar el informe escrito por el ingeniero Jesús David Cubillos publicado el 11 de mayo de 2006 (Anexo G).

El montaje del plan de sellado 76 de la planta Aromáticos actual es el que se muestra a continuación,



Este tipo de conexión no tiene ningún tipo de drenaje, esto reduce la vida útil del sello mecánico debido a que el condensado puede dañar las caras del sello si se cristaliza o coquiza o polimeriza, por eso es necesario colocarle un drenaje.

La recomendación alternativa para la planta Aromáticos para evitar trabajos mayores en las conexiones es instalar solo el drenaje que sale directamente de la cámara de sello y eliminar el que sale de la línea de venteo del sello como se indica a continuación:

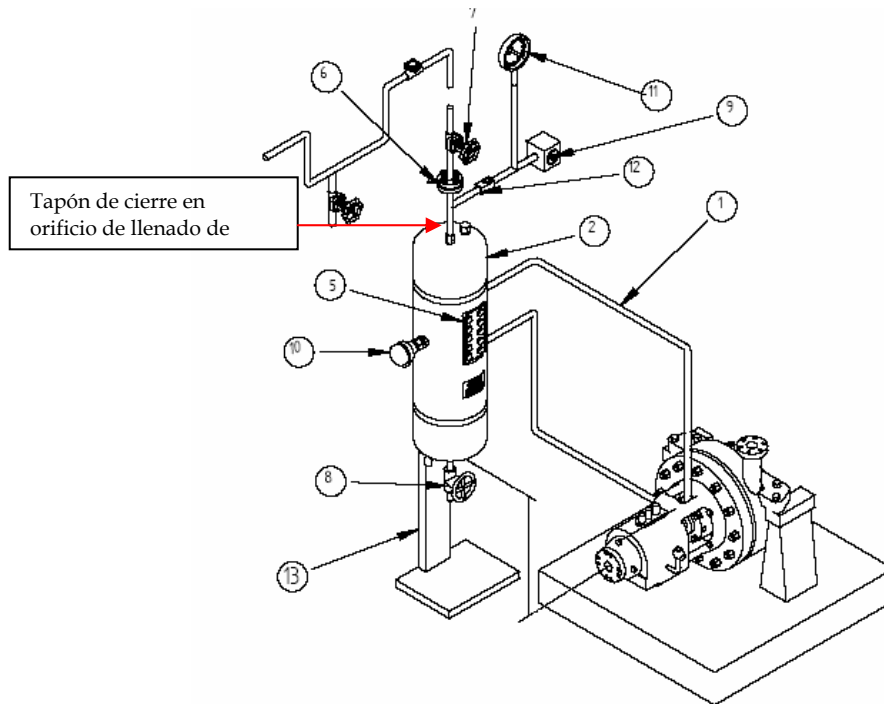


De esta manera se protegen las caras del sello y se evitan grandes modificaciones a la actual configuración de los planes de sellado 76 de la planta Aromáticos.

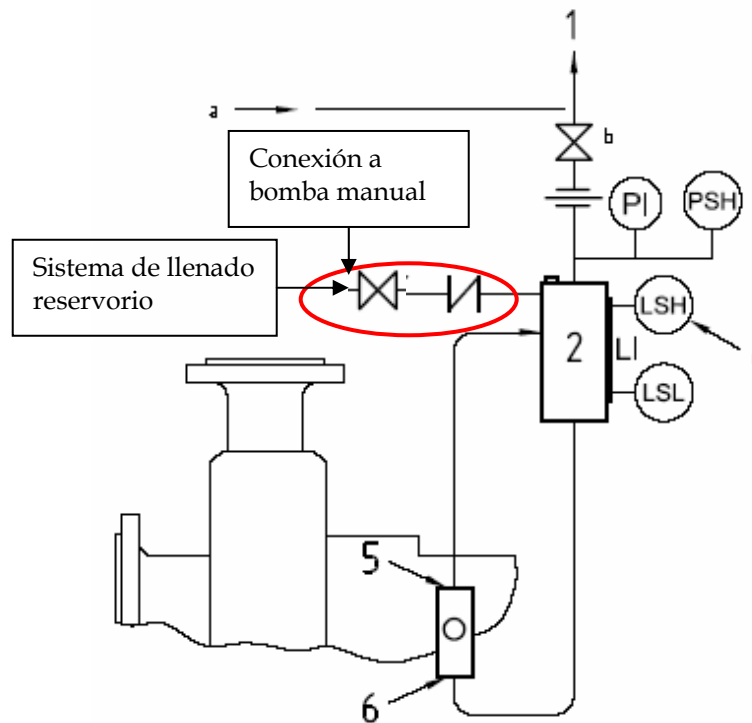
<b>ANEXOS :</b>	
<b>ELABORÓ:</b> William López Candela	
<b>REGISTRO:</b> E02Z2216	
<b>FECHA :</b> mayo de 2007	<b>FIRMA :</b>
<b>EJECUCION:</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	<b>TOTAL</b> <input type="checkbox"/> <b>PARCIAL</b> <input type="checkbox"/>
<b>OBSERVACIONES:</b>	

### **3. e. ANEXO E: Recomendación para sistema de llenado de reservorios de plan de sellado 52 en planta Aromáticos.**

Ante el constante riesgo al que se exponen los operarios de la planta Aromáticos al llenar los reservorios de los planes de sellado 52 debido a que los orificios de llenado no tienen ningún tipo de válvula que los proteja de los gases y líquidos tóxicos o corrosivos, a continuación se recomienda una solución que evitara que el personal de esta planta queden expuesto a estos por una posible sobrepresión en la línea del cabezal a Tea ya que estos contenedores están en contacto directo con este cabezal y se impedirán incendios potenciales por las fugas de vapores. El sistema de llenado actual consiste en quitar el tapón de los reservorios y por gravedad llenarlo, a continuación se muestra el sistema:



En la siguiente imagen se ilustra la propuesta para el llenado de los reservorios:



**a) Piping and instrumentation schematic**

Se recomienda usar una válvula de compuerta de 3/4" NPT, clase 800 y una válvula cheque tipo lengüeta 3/4", para mayor información acerca de materiales, tipo de válvulas y uniones, consultar la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo k). Para el bombeo del líquido amortiguante al reservorio se aconseja usar una bomba manual como la que se muestra en el Anexo F fabricada por John Crane.

<b>ANEXOS :</b>	
<b>ELABORÓ:</b> William López Candela	
<b>REGISTRO:</b> E02Z2216	
<b>FECHA :</b> Mayo de 2007	<b>FIRMA :</b>
<b>EJECUCION:</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	<b>TOTAL</b> <input type="checkbox"/> <b>PARCIAL</b> <input type="checkbox"/>
<b>OBSERVACIONES:</b>	

### 3. f. ANEXO F: Bomba Manual recomendada para llenado de reservorios

A continuación se muestran dos modelos de bomba manual fabricados por John Crane que se pueden utilizar para la reposición del fluido amortiguante de los reservorios en la planta Aromáticos.

**Modelo LMA-1410-701**

1	TANK/STEERING FABRICATION	LM-24251-003	304 SS
2	50 GAL TANK & LID	LM-24251-002	304 SS
3	0-1000 PSI / DUAL SCALE PRESSURE GAUGE	LP-1K06-421	316 WTD
4	HANDPUMP (TOP-ACTING)	LP-1K06-001	316 SS
5	HYDRAULIC HOSE REEL	LMS-24251-002	CS/PART
6	BALL VALVE	LVB-8NNS-105	316 SS
7	LEVEL GAUGE	LL-24251-001	CHROME
8	FILLER / BREATHER CAP	LMS-0738-ED1	316 SS
9	PRESSURE RELIEF VALVE	LVR-A226-M01	316 SS
10	MANIFOLD BLOCK	LMB-0074-008	304 SS
11	CASTERS, RIGID	-	CS/GAL.

**Modelo LMA-1450-701**

REV	BY	DATE	DESCRIPTION	REV	BY	DATE	DESCRIPTION
1	JLE	10 DEC 2002	REVISED PART NO. OF ITEM 10 WAS MS38	1	JLE	23 JUN 2001	REVISED PART NO. OF ITEM 10 WAS MS38
2	JLE	24 OCT 2002	REVISED ITEM 4	2	JLE	23 JUN 2001	REVISED PART NO. OF ITEM 10 WAS MS38
3	JLE	31 OCT 2001	REVISED ITEM 5, WAS LVB-2MM1-101	3	JLE	23 JUN 2001	REVISED PART NO. OF ITEM 10 WAS MS38
4	JLE	24 JAN 2001	GENERAL REVISION	4	JLE	23 JUN 2001	REVISED PART NO. OF ITEM 10 WAS MS38

**John Crane Lemco**  
2931 East Apache Street  
Tulsa, Oklahoma 74110  
Telephone: 918 835 7325  
Facsimile: 918 835 5823

**Seal Support Systems**

DATE: MAY 2001  
CUST. P.O. NO.:  
JCL\_IDR. NO.:  
SCALE: NONE  
DRAWING NO.: LMA-1410-701

**Modelo LMA-1450-701**

**3. g. ANEXO G: Conexión de tubería a tea y drenajes Conexión de instrumentación sistemas de alarma**

**REQUERIMIENTOS PARA:**

**CONEXIÓN DE TUBERIA A TEA Y DRENAJES  
CONEXIÓN DE INSTRUMENTACION SISTEMAS DE ALARMA  
EN PLANES DE SELLADO 52 – 53A EQUIPOS DE BOMBEO GCB**

### RELACION DE REVISIONES

REV	FECHA	POR

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	175
<b>1. OBJETO.....</b>	<b>42</b>
<b>2. ALCANCE.....</b>	<b>42</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>42</b>
3.1. VALORACIÓN RAM .....	176
3.1.1. <i>Personas</i> .....	43
3.1.2. <i>Economía</i> .....	43
3.1.3. <i>Ambiente</i> .....	43
3.1.4. <i>Imagen</i> .....	43
3.2. BENEFICIOS O AHORRO .....	43
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL.....</b>	<b>43</b>
<b>5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO .....</b>	<b>44</b>
<b>6. ALCANCE GENERAL.....</b>	<b>44</b>
6.1 ALCANCE DE PROCESO .....	44
6.2 ALCANCE ELÉCTRICO .....	45
6.3 ALCANCE ESTÁTICO .....	45
6.4 ALCANCE DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL .....	46
6.5 ALCANCE CIVIL .....	48
6.6 ALCANCE DE EQUIPO ROTATIVO.....	48
6.7 REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS INDUSTRIALES, QUÍMICOS Y LUBRICANTES .....	48
6.8 PLAN DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y ASEGURAMIENTO DEL CONOCIMIENTO .....	48
6.9 PLAN GENERAL DE EJECUCIÓN Y ESTRATEGIA DE CONTRATACIÓN SUGERIDA .....	49
<b>7. ANALISIS DE RIESGOS .....</b>	<b>49</b>
<b>8. PRESUPUESTO (+/-30%).....</b>	<b>49</b>
<b>9. DOCUMENTOS DE INGENIERIA .....</b>	<b>181</b>
<b>10. APROBACIÓN DE LOS ESPECIALISTAS.....</b>	<b>183</b>

## OBJETO

El objeto de esta ingeniería conceptual es definir los requerimientos mínimos y parámetros técnicos a considerar en la conexión de los sistemas de tubería a los cabezales de tea y drenajes, además de la conexión de la instrumentación de los sistemas de alarma en los planes de sellado de los equipos de bombeo de la refinería.

## ALCANCE

El alcance de la ingeniería conceptual para la conexión de la tubería auxiliar y la instrumentación es:

- Definición de requerimientos para la estandarización, fabricación y montaje de las facilidades para venteo y drenaje, e instalación y conexión de los sistemas de alarma de los planes de sellado en los equipos de bombeo que apliquen en la refinería.

## JUSTIFICACIÓN

La estandarización de las conexiones de tubería auxiliar y de los sistemas de alarma se hace necesaria por:

- Brindar seguridad en la operación de los planes de sellado para control de fugas de fluidos peligrosos, a través de la implementación de los sistemas de alarma y la evacuación de líquidos, vapores y gases residuales a sitios seguros.
- Unificación de criterios en diseño, uso de materiales, fabricación, montaje y operación de sistemas auxiliares de planes de sellado para cumplir con los requerimientos de la norma API682 3ed, además de garantizar la implementación de estos con criterio técnico y funcional.
- Puesta en operación del gran porcentaje de equipos que cuenta con los accesorios e instrumentos requeridos pero actualmente fuera de servicio por falta de conexión y configuración.

### 3.1. VALORACIÓN RAM

#### 3.1.1. Personas

Una o más fatalidades. Valoración **5C = H**.

#### 3.1.2. Economía

Pérdidas potenciales importantes por personal afectado, daño de la capacidad instalada, parada de producción no programada y recuperación de equipos y productos involucrados. Valoración **4C = M**.

#### 3.1.3. Ambiente

Localizado. Valoración **3C = M**.

### 3.1.4. Imagen

*Internacional. Valoración 5C = H.*

### Valoración RAM: H

## 3.2. BENEFICIOS O AHORRO

Garantizar la operación segura de equipos de bombeo que manejan fluidos peligrosos, disminuyendo el nivel de riesgo al que se expone el personal involucrado en el proceso, la operación de las plantas y colocando operativa la capacidad instalada de los planes.

### DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

De acuerdo a las auditorias y diferentes visitas a campo, se puede verificar que mas del 95% de los planes de sellado para manejo de fluidos peligrosos no ofrecen las suficientes condiciones seguras de operación para las cuales fueron diseñados. Prácticamente los venteos de los reservorios no están actualmente comunicados a los cabezales de Tea, sino a la atmósfera o los drenajes. La instrumentación de los sistemas de alarma que cubren los switches de nivel y presión se encuentran instalados más no conectados y por lo tanto inoperantes.

### DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

*Ver requerimientos en sección de alcance general.*

## ALCANCE GENERAL

### 6.1 Alcance de proceso

Requerimientos de tubería para conexión a Tea (planes 52 y 53A):

- El sistema debe tener la suficiente flexibilidad y accesibilidad para permitir tareas de operación, limpieza y mantenimiento.
- La línea deberá tener en general recorridos cortos, con el mínimo de accesorios y curvas, permitiendo de forma excepcional la desviación para la instalación del drenaje. (ver sección 9.1, figura 1, punto 5).

Requerimientos de tubería para conexión de enfriamiento y drenaje (planes 21, 23, 52 y 53A):

- El sistema debe tener la suficiente flexibilidad y accesibilidad para permitir tareas de operación, limpieza y mantenimiento.
- *La línea deberá tener en general recorridos cortos, con el mínimo de accesorios y curvas.*

## 6.2 Alcance Eléctrico

No aplica

## 6.3 Alcance Estático

Requerimientos de tubería para conexión a Tea (planos 52 y 53A):

- La tubería será sin costura en schedule 80. Materiales aceptados son: ASTM A53 grado B, ASTM A106 grado B, ATSM A524 o API especificación 5L, grado A o B. Deberá tener la pintura adecuada para protegerla del deterioro y cumplir con el código de colores de la empresa.
- La línea tendrá un tamaño de  $\frac{3}{4}$ " , la conexión al reservorio es de rosca  $\frac{3}{4}$ " NPT. (ver sección 9.1, figura 1, punto 1).
- Las diferentes uniones deberán ser soldadas tipo socket weld.
- *Los accesorios deben ser forjados clase 3000*
- En la descarga del reservorio se instalará una platina de orificio de 1/8" (estándar para plan 52). (ver sección 9.1, figura 1, punto 2)
- Las válvulas de cierre y dreño deber ser tipo compuerta, en acero clase 800. (ver sección 9.1, figura 1, punto 3)
- La línea debe tener válvula cheque. (ver sección 9.1, figura 1, punto 4)
- Debe poseer la soportería y protección necesaria para evitar daño por vibración, operación o mantenimiento.
- La conexión al cabezal de tea será superior, tipo cuello de ganso. (ver sección 9.1, figura 1, punto 6)

Requerimientos de tubería para conexión de enfriamiento y drenaje (planos 21, 23, 52 y 53A):

- La tubería para el fluido de proceso será sin costura en schedule 80. Materiales aceptados son: ASTM A53 grado B, ASTM A106 grado B, ATSM A524 o API especificación 5L, grado A o B (sección 9.1, figura 2, punto 1). La tubería para el agua de enfriamiento será en hierro galvanizado ASTM A153 (sección 9.1, figura

2, punto 2). deberán tener la pintura adecuada para protegerlas del deterioro y cumplir con el código de colores de la empresa.

- La línea de dreno del fluido de barrera tendrá un tamaño de 3/4", la conexión al reservorio es de rosca 3/4" NPT. (sección 9.1, figura 2, punto 3)
- La línea del fluido de enfriamiento tendrá un tamaño de 1/2", la conexión a los reservorios e intercambiadores es de rosca 1/2" NPT. (sección 9.1, figura 2, punto 4)
- Las uniones en las línea de dreno del fluido de barrera de los reservorios deberán ser soldadas tipo socket weld.
- Las uniones en la línea del fluido de enfriamiento de los reservorios e intercambiadores serán roscadas.
- Los accesorios de la línea de dreno del fluido de barrera deben ser forjados clase 3000.
- Los accesorios de la línea del fluido de enfriamiento deben ser acero galvanizado clase 150.
- La válvula de dreno del fluido de barrera debe ser tipo compuerta, en acero clase 800. (sección 9.1, figura 2, punto 5)
- Las válvulas de la línea de enfriamiento deben ser tipo compuerta, en bronce clase 200. (sección 9.1, figura 2, punto 6)
- Debe poseer la soportería y protección necesaria para evitar daño por vibración, operación o mantenimiento.

#### 6.4 Alcance de instrumentación y control

Requerimientos para la conexión de la instrumentación (planes 52 y 53A):

- La instrumentación y los controles deben ser diseñados para instalación al aire libre y deben tener protección IP56 según IEC60529 o tipo 4 según NEMA250.
- Las señales de presión y nivel deben ser de tipo contacto provistas por interruptores, las cuales serán llevadas al sistema de control existente en la planta.
- Para el interruptor de nivel se debe considerar la entrada de máximo 120VAC y la salida de hasta 5 Amperios.
- Para el interruptor de presión, la señal de entrada debe ser 5-30psi. En ambas variables, presión y nivel, se debe considerar la marca Magnetrol (modelo 910-

P1AH-001 y QJ 120-15190, respectivamente); deberán ser, a prueba de explosión.

Para el conexionado se debe determinar la existencia de “spare” de cable y tarjetas de I/O en el sistema de control, para la nueva instrumentación y se harán las siguientes actividades:

- Suministrar e instalar cable par sencillo de 2x16 (drain+shield), para la conexión entre el instrumento y la caja de interconexión en campo.
- Identificar par disponible del multipar y timbrar, desde la caja de interconexión, hasta el cuarto de control ó gabinete concentrador de señales en cuarto satélite, de existir éste.

De no existir “spare” de cables e infraestructura en el sistema de control, las siguientes actividades deben ser realizadas:

- Suministrar e instalar cable par sencillo, como el especificado anteriormente.
- Suministrar e instalar bandeja portacable para ser instalado desde el instrumento a la caja de interconexión.
- Suministrar e instalar multipar 2x16x12 (drain+shield).
- Suministrar e instalar la(s) tarjetas de I/O del sistema de control, para el conexionado de las nuevas señales.

De igual manera se deberá contemplar la realización de las siguientes actividades:

- Identificar los nuevos equipos con sus respectivos tags, de acuerdo al consecutivo de la planta, con placa en aluminio y tag en bajo relieve de color negro.
- Conexionar, “peinar”, identificar tanto en la caja de interconexión, como en el marshalling y gabinete del sistema de control.
- Configurar en la base de datos de control, historiador, etc., del sistema de control existente en la planta.
- De ser necesario se modificaran los gráficos de proceso que apliquen, en el sistema de control.
- El principio de funcionamiento de los instrumentos estará especificado en los correspondientes data sheets que suministre el proveedor en formato ISA S20.

## 6.5 Alcance civil

No aplica

#### 6.6 Alcance de equipo Rotativo

No aplica

#### 6.7 Requerimientos de Servicios Industriales, químicos y lubricantes

**Dependiendo de las condiciones de proceso de cada sistema en particular, se hará necesario el uso de agua de enfriamiento para los intercambiadores (planes 21 y 23) y reservorios (planes 52 y 53A). Para los planes de sellado 52 y 53A se requiere el empleo del fluido de barrera para los reservorios.**

#### 6.8 Plan de transferencia tecnológica y aseguramiento del conocimiento

No aplica

#### 6.9 Plan general de ejecución y estrategia de contratación sugerida

Etapa 1: Elaboración de la ingeniería básica de este proyecto con personal de Ecopetrol o a través de una empresa de ingeniería con experiencia en la instalación y puesta en marcha de estos equipos.

Etapa 2: La estrategia de contratación recomendada para este proyecto es realizar un solo contrato con el siguiente alcance:

- La ingeniería detallada de acuerdo al alcance definido por esta ingeniería conceptual y por la ingeniería básica del proyecto.
- El suministro, montaje, instalación, construcción de las facilidades de campo y equipos requeridos por cada una de las especialidades que intervienen en el proyecto, para los equipos y sistemas definidos en el alcance de la ingeniería conceptual, básica y detallada.
- Puesta en marcha, seguimiento y validación de los equipos y sistemas.

### ANALISIS DE RIESGOS

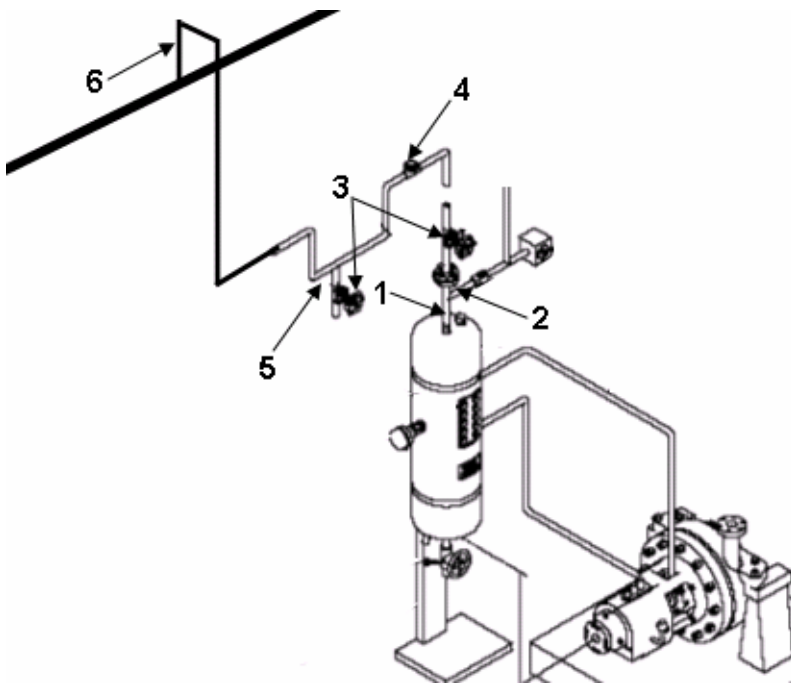
No aplica

**PRESUPUESTO (+/-30%).**

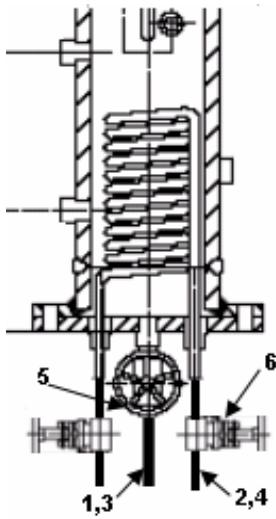
No aplica

### DOCUMENTOS DE INGENIERIA

#### 9.1 Diagramas de tubería e instrumentación (P&ID)



**Figura 1**



**Figura 2**

## 9.2 Documentos de Ingeniería

No aplica

### 9.3 Esquemas

No aplica

APROBACIÓN DE LOS ESPECIALISTAS.

<b>Especialidad</b>	<b>Nombre</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha</b>
<b>PROCESOS</b>			
<b>EQUIPO ROTATIVO</b>			
<b>EQUIPO ESTÁTICO</b>			
<b>EQUIPO ELÉCTRICO</b>			
<b>ELECTRÓNICA Y CONTROL</b>			

### **3. h. ANEXO H: Información de respaldo para recomendaciones de planes de sellado en planta Aromáticos**

#### **PLAN 11:**

1. Es muy común el caso en que no se verifica la existencia de la platina de orificio por falta de una lengüeta de información o porque no es posible saber si se encuentra al interior de una unión universal, la norma (API 682 3ed 8.5.2.2) establece que se deben instalar entre bridas y con su respectiva lengüeta lengüeta de información que permita confirmar el diámetro de la platina, material y tubería como lo indica la norma (API 682 3ed 8.5.2.2).
2. Un factor a tener en cuenta es el desgaste que puede sufrir el sello si el fluido entra con demasiada turbulencia a la caja de sello, esto se puede evitar manteniendo la longitud de la línea de flushing desde la platina de orificio (RO) hasta el sello mínimo 12'' y ubicando los conductos de entrada al sello de manera tangencial a este como lo recomiendan las buenas practicas de John Crane.
3. Para así reducir posibles focos de fugas, se debe minimizar el uso de uniones en la tubería y recurrir al tubing conformado. La utilización de uniones solo se debe permitir en zonas muy congestionadas (API 682 3ed 8.1.8).
4. En los equipos que bombean fluidos inflamables (Soda Caustica, Benceno, Tolueno, Gasolina, Propano, Aromaticos, Xileno, Cumenos, Ciclohexano), carcinogenicos y mutagenicos (Benceno), embriotoxicos y teratogenicos o a presiones mayores a 75 psi se deben soldar las uniones para evitar cualquier tipo de fuga por estas como codos, válvulas, etc. Para estos trabajos tener en cuenta la norma **EN 287** y **EN 288** o **ASME IX** (API 682 3ed 8.1.6).

#### **PLAN 21:**

1. Es muy común el caso en que no se verifica la existencia de la platina de orificio por falta de una lengüeta de información o porque no se sabe si se encuentra al interior de una unión universal, la norma (API 682 3ed 8.5.2.2) establece que se deben montar conectores de orificio para tubing y para tubería se utiliza una platina bridada.

Además la falta de una lengüeta de información no permite confirmar el diámetro de la platina, material y tubería como lo indica la norma (API 682 3ed 8.5.2.2).

2. Se debe minimizar el uso de uniones en la tubería y recurrir al tubing conformado para así reducir posibles focos de fugas. La utilización de uniones solo se debe permitir en zonas muy congestionadas (API 682 3ed 8.1.8).
3. En ningún equipo se encontró un indicador de temperatura (TI) a la salida del enfriador (API 682 3ed figura G.7, API 682 3ed 9.2), este permite controlar la temperatura del agua debido a que su lubricidad a más de 180° F es pésima y puede causar severo desgaste en las caras del sello, en algunos hidrocarburos y químicos se debe controlar la temperatura para evitar el flasheo entre las caras del sello para evitar polimerización. Se recomienda colocar los indicadores de temperatura (TI) y mantener el líquido 50° F por debajo de su temperatura de vaporización.
4. En una pequeña cantidad de intercambiadores se observó la inexistencia de una válvula de drenaje lado carcasa y en su lugar se colocó un tapón el cual está prohibido según la norma (API 682 3ed 8.5.3.1.6).
5. En los equipos que bombean fluidos inflamables (Soda Caustica, Benceno, Tolueno, Gasolina, Propano, Aromaticos, Xileno, Cumenos, Ciclohexano), carcinogénicos y mutagénicos (Benceno), embriotoxicos y teratogénicos o a presiones mayores a 75 psi se deben soldar las uniones para evitar cualquier tipo de fuga por estas como codos, válvulas, etc. Para estos trabajos tener en cuenta la norma **EN 287** y **EN 288** o **ASME IX** (API 682 3ed 8.1.6).

### **PLAN 23**

1. En casi la totalidad de los equipos no existe drenaje en la línea de flushing, esto no permite evacuar el líquido en el sello así como los sólidos e impurezas que puede contener el líquido (API 682 3ed figura G.23).

2. Tampoco se encontró venteo en la línea de flushing lo que puede ocasionar presencia de aire en el fluido que entra al sello y desgastar prematuramente las caras del mismo (API 682 3ed figura G.23).
3. En la línea de flushing se deben reducir las fugas de líquido y pérdidas por fricción para mantener una tasa de flujo adecuada hacia el sello (Circulación por anillo de bombeo), para lograr esto se deben corregir tres cosas:
  - Evitar el uso de uniones (usar solo en caso de zonas congestionadas) no solo para eliminar posibles focos de fuga sino también las pérdidas por fricción (API 682 3ed 8.1.8).
  - Las líneas que usen tubing conformado deben tener un radio de curvatura mayor a 90° para reducir pérdidas por fricción (Buenas prácticas de flowserve)
  - La entrada del flushing al sello debe ser tangencial y en el sentido de giro del anillo de bombeo y así facilitar el flujo (Buenas prácticas de Flowserve)
4. La norma (API 682 3ed figura G.23) indica dos posiciones para los enfriadores con el objetivo de facilitar el drenaje y venteo dependiendo del tipo de bomba. Para bomba horizontal el enfriador debe ubicarse verticalmente y para bomba vertical se debe colocar el enfriador de manera horizontal.
5. En ningún equipo se encontró un indicador de temperatura (TI) a la salida del enfriador (API 682 3ed figura G.7, API 682 3ed 9.2), este permite controlar la temperatura del agua debido a que su lubricidad a más de 180° F es pésima y puede causar severo desgaste en las caras del sello, en algunos hidrocarburos y químicos se debe controlar la temperatura para evitar el flasheo entre las caras del sello para evitar polimerización. Se recomienda colocar los indicadores de temperatura (TI) y mantener el líquido 50° F por debajo de su temperatura de vaporización.
6. En gran cantidad de enfriadores se observó la inexistencia de una válvula de drenaje lado carcasa y en lugar de ello se colocó un tapón el cual está prohibido según la norma (API 682 3ed 8.5.3.1.6).
7. Es una buena práctica mantener la distancia horizontal desde el sello hasta el enfriador lo menor posible (inferior a 1m) para reducir las pérdidas por fricción en el fluido (buenas prácticas de Jhon Crane).

## PLAN 52

1. En el caso de los reservorios de mas tiempo de uso se observa que **no** cumplen con casi la totalidad de las condiciones exigidas por la norma (API 682 3ed 8.6.5), recomendaciones de Jhon Crane y Flowserve como lo son:
  - a. La altura la línea central del sello y el nivel del liquido en le reservorio (1m-3ft) no es la mínima permitida, lo que hace difícil la circulación del líquido amortiguante (API 682 3ed 8.5.4.2.c).
  - b. El reservorio no esta apoyado firmemente debido a que solo esta montado en tres patas que no están empotradas o atornilladas al suelo y que puede afectar las vibraciones de la bomba (API 682 3ed 8.5.4.2.b).
  - c. No existe ningún tipo de conexión a Tea ni drenaje a un sitio seguro por lo que los gases se almacenan en el reservorio y se hace riesgoso el mantenimiento de este debido a altas presiones y la presencia de líquidos o gases peligrosos (API 682 3ed 8.5.4.2.f).
  - d. En cuanto accesorios e instrumentación no hay switch de nivel y de presión (API 8.5.4.2.i, API 8.5.4.2.h), en algunos casos no esta presente el indicador de presión (PI).

En resumen se aconseja retirar todos los estos reservorios y remplazarlos por otros que cumplan la norma (API 682 3ed. Figura G14).

2. En la mayoría de los sistemas de bombeo los drenajes no conectan a un sitio seguro, en el caso de la Planta Aromáticos se podría drenar a las alcantarillas y aunque no es el mejor lugar para drenar, es aceptable. Se recomienda llevar todos los drenajes a un lugar seguro.

No se debe olvidar que el mínimo diámetro de la tubería de drenaje debe ser  $\frac{3}{4}$ " y se debe colocar una válvula de drenaje en lugar de un tapón a la salida del contenedor (API 682 3ed figura G27).

3. En algunos casos se encontró que los reservorios tienen el nivel de liquido por debajo del permitido (API 682 3ed 8.5.4.2.c), Se debe mantener el nivel del fluido 1m por encima de la línea central del sello para facilitar la circulación del fluido por el sello.
4. En casi la totalidad de los reservorios la presión en su interior es inferior a 5 psig, por eso para facilitar la circulación del fluido amortiguante por el sello y

tener un venteo adecuado se recomienda mantener la presión del reservorio entre 5-10 psig (Buenas practicas Jhon Crane).

5. En gran cantidad de equipos se observo el venteo del reservorio desconectado del cabezal de línea a Tea (Buenas practicas de Flowserve), esto hace peligroso para el trabajador el venteo manual debido a que el gas contenido puede ser toxico o inflamable y también puede que la presión en el reservorio sea alta.
6. De los reservorios conectados a Tea la mayor parte no presentan una conexión tipo cuello de ganso (Buenas practicas de Jhon Crane, API 682 3ed. 8.6.5), esto propicia que el reservorio se contamine de los líquidos que transporta el cabezal de línea a Tea (producto de la condensación de gases) lo que pueden causar daños al sello .
7. Es una buena practica mantener la distancia horizontal desde el sello hasta el enfriador lo menor posible (inferior a 1m) para reducir las perdidas por fricción en el fluido (buenas practicas de Jhon Crane).
8. En cuanto a los switch de nivel la totalidad están desconectados lo que es peligroso porque en el momento que el fluido amortiguante del reservorio se acabe, el sello se puede sobrecalentar y causar daños al equipo (API 3ed. 8.5.4.2.i, 9.5.1, 9.5.3).
9. Respecto a los switch de presión, solo están conectados en las bombas 1300, se recomienda conectarlos todos (API 682 8.5.4.2.h, 9.5.1, 9.5.2) para mantener la presión en el margen recomendado (5-10 psig).
10. La mala ubicación de los reservorios es un inconveniente que tienen los trabajadores para leer la información de la instrumentación (PI, TI, etc.) por eso se deben ubicar para una clara lectura así como fácil acceso para ajustes y mantenimiento (API 682 3ed. 9.1.5).
11. El llenado de los reservorios en muchos casos es peligroso porque esta por encima de un equipo funcionando, cerca de tuberías a altas temperaturas también porque están muy altos y es difícil su llenado y la norma prohíbe el uso de escaleras o escalón (API 682 3ed. 8.5.4.2.f) o porque quedan expuestos a los gases que contienen los reservorios y no cuentan siquiera con una válvula de corte en el orificio de llenado. La norma (API 682 3ed. 8.5.4.2.f) propone varias soluciones para evitar la exposición a los gases como:

- Ubicar un tanque común para todos los reservorios y que por gravedad o un gas inerte se bombee el líquido amortiguante al interior del reservorio.
  - Una bomba manual que se conecte con una manguera a una válvula de carrete removible para bombear periódicamente lubricante.
  - Un pequeño contenedor adyacente al reservorio que se pueda presurizar para bombear el líquido al reservorio.
12. Algunos venteos no tienen válvula cheque (API 682 3ed figura G.27) que evite que ingrese líquido o gas al reservorio en el caso de una sobrepresión del cabezal de línea a Tea y que puede contaminar el reservorio. Se recomienda colocar las válvulas cheque y evitar problemas futuros más costosos.
13. Una gran cantidad de equipos comparten el venteo de su reservorio a el cabezal de línea a Tea, esto es potencialmente peligroso porque cuando la línea común de venteo falle, los equipos no podrán evacuar los gases del reservorio y podrán causar los problemas anteriormente explicados (Buenas practicas Jhon Crane).
14. En los equipos que bombean fluidos inflamables (Soda Caustica, Benceno, Tolueno, Gasolina, Propano, Aromaticos, Xileno, Cumenos, Ciclohexano), carcinogenicos y mutagenicos (Benceno), embriotoxicos y teratogenicos o a presiones mayores a 75psi y se deben soldar las uniones para evitar cualquier tipo de fuga por ellas como codos, válvulas, etc. Para estos trabajos tener en cuenta la norma **EN 287** y **EN 288** o **ASME IX** (API 682 3ed 8.1.6).
15. En la línea de entrada al sello se deben reducir las fugas de líquido y pérdidas por fricción para mantener un caudal adecuado, para lograr esto se deben corregir tres cosas:
- Evitar el uso de uniones (usar solo en caso de zonas congestionadas) no solo para eliminar posibles focos de fuga sino también las pérdidas por fricción (API 682 3ed 8.1.8, API 682 3ed 8.1.7.f).
  - Las líneas que usen tubing conformado deben tener un radio de curvatura mayor a 90° para reducir pérdidas por fricción (API 682 3ed. 8.5.4.2.d.)
  - La entrada del flushing al sello debe ser tangencial y en el sentido de giro del anillo de bombeo y así facilitar el flujo (Buenas practicas de Flowserve).

16. Una considerable cantidad de equipos no tienen una platina de orificio (RO) en el venteo del reservorio para controlar la presión y el de salida, se debe colocar la platina atendiendo a la norma (API 682 3ed 8.5.2, API 682 figura G27).
17. Con respecto al fluido amortiguante del reservorio, el uso de aceites tipo turbina **no** es una buena elección (recomendación de Jhon Crane) porque aparece ampollamiento (blistering) en el sello que sus efectos negativos empeoran a medida que se usa un aceite de mayor grado (ISO 46, ISO 68, etc.) y también porque los aditivos antioxidantes y antidesgaste tienden a adherirse a las caras de los sellos. Lo mejor es utilizar aceites sintéticos debido a su menor viscosidad, mayor compatibilidad con los elastómeros y su amplio rango de temperaturas en el que puede ser usado.

Los aceites recomendados son el **Royal purple 22** por su composición PAO (Base parafínica) por encima de otros como el **Mobil Synthurion 6** que tiene una composición NAO (Base Nafténica).

Mientras se llevan a cabo las recomendaciones anteriores (En el menor tiempo posible) se puede utilizar un aceite tipo turbina grado ISO 32 en los reservorios para reducir al máximo los efectos perjudiciales en los sellos.

## **PLAN 62**

En las siguientes recomendaciones se hace diferencia para el caso de ser un plan 62 para vapor o líquido.

1. En el caso de usar agua líquida se recomienda poner un filtro en Y porque esta agua puede contener muchas impurezas y puede dañar la caras de los sellos por la erosión que produce (Buenas prácticas de Flowserve).
2. En ningún equipo en el que se use agua líquida para el Quench (lavado) se observe una válvula que pudiera controlar la presión (Entre 1-2 psig) como una de globo (recomendación Jhon Crane) u otro tipo. El objetivo de esta válvula es mantener la presión suficientemente alta para que realice la limpieza bien y suficientemente baja para que no erosione o desplace la cara estacionaria del sello. Se recomienda colocar una válvula que controle la presión.

3. Se recomienda colocar un indicador de presión (PI) antes de la entrada al sello para poder conocer la presión y mantenerla entre 1-2 psig (para el caso de líquido) y entre 1-3 psig (para el caso de gases) y asegurar un flujo adecuado o evitar condensación de gases (Recomendación Jhon Crane).
4. Se debe colocar una válvula cheque en la línea de entrada al sello (API 682 3ed. Figura G20) para evitar un posible reflujo por una sobrepresión.
5. Una gran cantidad de equipos comparten la alimentación de agua, esto es potencialmente peligroso porque en el momento que la línea común falle, los equipos no tendrán fluido que realice el lavado (Buenas practicas Jhon Crane).

## PLAN 76

1. Es importante colocar una válvula cheque en la línea que comunica con el cabezal de línea a Tea (Recomendación Jhon Crane) para evitar que ingrese condensado o gas proveniente del cabezal al sello y contamine las caras.
2. Se debe minimizar el uso de uniones en la tubería y recurrir al tubing conformado para así reducir posibles focos de fugas. La utilización de uniones solo se debe permitir en zonas muy congestionadas (API 682 3ed 8.1.8).
3. Una gran cantidad de equipos comparten el venteo a la Tea, esto es potencialmente peligroso porque en el momento que la línea común falle, los equipos no tendrán a donde enviar estos gases y puede subir la presión (Buenas practicas Jhon Crane), se deben modificar estos montajes y dejar los venteos independientes.
4. En ningún de plan sellado se encontró el drenaje para el condensado (API 682 3ed. Figura G26), objetivo de este drenaje es evacuar el líquido y evitar cristalización del gas, se recomienda colocar drenaje a estos planes.

Para terminar se debe resaltar el hecho que las bombas 1502, 1511A y 1511B no tienen plan de sellado por lo tanto en la zona donde se encuentran estos equipos se presentan altas emisiones de **Benceno, Tolueno y Aromáticos mezclados** lo

que significa riesgo para la seguridad de los operadores y en general la planta. También es importante reparar las fugas de los sellos en algunos equipos como 1602A, 1602B, 1704, 1707, 1509 y en el equipo 1302B el cual tiene un plan 76 no existe el tapón en la parte inferior del sello, es decir, esta venteando en la zona donde se encuentra la bomba.

### **3. i. ANEXO I: Matriz de resultados Planta Aromáticos**

#### **ASPECTOS REVISADOS EN PLANTA AROMATICOS**

A continuación se presentan los ítems que se tomaron en cuenta para realizar la auditoria en Aromáticos según las listas de chequeo que se elaboraron para esta auditoria (Anexo J), estas listas se respaldaron en la norma (API 682) y las recomendaciones de los fabricantes (Jhon Crane y Flowserve).

**TABLA 1- Ítem usados en planes de sellado**

La siguiente tabla indica el Plan de sellado que aplica para cada Ítem en la planta Aromáticos

<b>Códigos usados en listas de chequeo de planes de sellado</b>								
Ítem	Descripción	Aplica a Planes						
		11	21	23	52	62VAPOR	62LIQUIDO	76
1	Tubería plan mínimo de ½"	X	X	X	X	X	X	X
2	Verificación platina de orificio (RO) mínimo 1/8" Standard	X	X		X			X
3	Distancia entre platina de orificio y conexión de sello mayor a 12"	X						
4	No fugas en sistema de sellos	X	X	X	X	X	X	X
5	Filtro en Y						X	
6	Uniones en tubería soldada	X	X		X			X
7	Uniones en tubería roscada	X	X		X			X
8	Manómetro (PI) buen estado				X	X	X	X
9	Reservorio/Enfriador bien sujetado		X	X	X			
10	Altura desde eje del sello hasta parte baja del reservorio/Enfriador mínimo 0.6 m		X	X	X			
11	Distancia horizontal desde eje del sello hasta el reservorio/ Enfriador máximo 1m			X	X			
12	Trampa de vapor ½"					X		
13	Válvula drenaje (lado carcasa enfriador/reservorio)		X	X	X			
14	Drenaje a sitio seguro			X	X	X		X
15	Válvula tipo compuerta antes de controladora de flujo					X		
16	Venteo en punto mas alto			X				
17	Altura desde eje del sello hasta nivel del fluido reservorio, mínimo en				X			

	1m (3ft)								
18	Venteo conectado a sitio seguro				X				X
19	Venteo es tipo cuello de ganso (3/4" NPT)				X				X
20	Switch bajo nivel				X				
21	Switch de bajo nivel conectado al DCS				X				
22	Indicador de nivel legible				X				
23	Switch de Presión				X				X
24	Switch de Alta Presión conectado al DCS				X				X
25	Radios amplios en la curvatura tubería (>90°)			X	X				
26	Conexión a sistema refrigeración	X	X	X					
27	Posición adecuada (reservorio/Enfriador)	X	X	X					
28	Manómetro (PI), escala sencilla 4.5"Dial. Rango adecuado				X	X	X	X	
29	Válvula tipo compuerta después de la controladora de flujo						X		
30	Válvula cheque 1/2"				X	X	X	X	
31	Sistema de llenado reservorio apropiado				X				
32	Perímetro tubería máx. 3m			X	X				
33	Válvula adecuada para plan (3 vías, tipo Sangrado)				X				
34	Líneas eléctricas protegidas				X				X
35	Tubing conformado	X	X	X	X				X
36	Indicador de temperatura (salida de Enfriador)		X	X					
37	Válvula tipo globo en by-pass						X		
38	Conexión entre parte superior cámara de sello y unión superior de reservorio				X				
39	No comparte venteo/línea de alimentación con otros equipos				X	X	X	X	
40	Válvula controladora de flujo (reguladora de presión)						X	X	
41	Válvula tipo compuerta antes de trampa de vapor						X		
42	Válvula de cierre			X			X	X	X
43	Drenaje en punto mas bajo								
44	Tubería mínimo 1/2" (otros)			X			X		X
45	Disposición de tubería en tren de reducción						X		
46	Diámetro drenaje mínimo 3/4"				X				
47	Sistema de refrigeración funcionando	X	X	X					
48	Indicador de flujo								

## **MATRIZ DE RESULTADOS PLANTA AROMATICOS**

En las siguientes paginas se anexa la tabla donde se observa en detalle las observaciones en cada una de las bombas de la Planta Aromáticos, En las casillas que se observa una “S” significa que es correcta la afirmación que hay en la lista de Ítems (Anexo I) y si hay una “N” significa que en errónea la afirmación de el ítem (Anexo I).En la parte izquierda de la tabla se observa el Tag del equipo y los planes que se encuentran instalados en este.

En el anexo I se indica los códigos que aplican a cada uno de los sistemas de sello, por eso no todas las casillas de la tabla siguiente están llenas.



# GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA

DPTO. APOYO TECNICO A LA PRODUCCION

GERENCIA COMPLEJO  
BARRANCABERMEJA

Página 196 de  
311

Revisión 0

Elaboro: Jesus Davis Cubillos-William  
Lopez Candela

Fecha: Diciembre 05 de 2006

## MATRIZ DE RESULTADOS PLANTA AROMATICOS

Nº	referencia	Plan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47					
1	SP1301A	11	S	S	S	S		N	S																											S																		
1	SP1301A	76	S	S	S	S		S	N	S						N				S	S				S	S				S		N			S	N			S			S		N										
2	SP1301B	11	S	S	S	S		S	N																												N																	
2	SP1301B	76	S	S	S	S		S	N	S						N				S	S				S	S				S		N			S	N			S			S		N										
3	SP1302A	11	S	S	S	S		S	N																												N																	
3	SP1302A	76	S	S	S	S		S	N	S						N				S	S				S	S				S		N			S	N			S			S		N										
4	SP1302B	11	S	S	S	S		S	N																												N																	
4	SP1302B	76	S	S	S	S		S	N	S						N				S	S				S	S				S		N			S	N			S			S		N										
5	SP1303A	21	S	S	S	S		S	N		S	S			N													S	S							N	N															S		
5	SP1303A	76	S	S	S	S		S	N	N						N				S	S				S	S				S		N			S	N			S			S		N								S		
6	SP1303B	21	S	N	S	S		S	N		S	S			N													S	S							N	N																S	
6	SP1303B	76	S	S	S	S		S	N	S						N				S	S				S	S				S		N			S	N			S			S		N								S		
7	SP1304C	52	S	S	S	S		S	N	S	S	S	S		N	N			N	S	N	S	N	S	S	N	N	S	N	S		S	N	S	S	S	S	S			S	S			S					N	S			
7	SP1304C	23	S		S						S	S	N		S	S		N									N	N	S						S	N			S	N						N							S	
8	SP1304D	52	S	S	S	S		N	S	S	S	S	S		N	N			S	S	N	S	N	S	S	N	S	S	S		S	N	S	S	S	S	S			S	N			S						N	S			
8	SP1304D	23	S		S						S	S	N		S	S		N									N	S	S						S	N			S	N						N							S	
9	SP1305A	52	S	S	S	S		S	N	S	S	S	N		N	N			S	S	N	S	N	S	S	N	S	S	N		S	N	S	S	S	N			S	S			S								N	S		
9	SP1305A	11	S	S	S	S		S	N																												N																	
10	SP1305B	11	S	S	S	S		N	S																												S																	
10	SP1305B	52	S	S	S	S		N	S	S	S	S	S		N	N			S	S	N	S	S	S	S	S	S	S		S	N	S	S	S	S	S			S	N			S								N	S		
11	SP1306	11	S	S	S	S		S	N																												N																	
11	SP1307	76	S	S	S	S		S	N	N						S				S	S				S	S				S		N			S	N																		
12	SP1308C	23	S		S						S	S	N		S	S		N									N	S	N						S	N	N																S	
12	SP1308C	62V	S		S			S					S		S	S														S	S	S																						S
13	SP1308D	23	S		S						S	S	N		S	S		N									N	S	N							S	N	N																S



# GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA

DPTO. APOYO TECNICO A LA PRODUCCION

GERENCIA COMPLEJO  
BARRANCABERMEJA

Página 197 de  
311

Revisión 0

Elaboro: Jesus Davis Cubillos-William  
Lopez Candela

Fecha: Diciembre 05 de 2006

13	SP1308D	62V	S		S			S			S			S							S	S	S								S	N	S	S	S		S	S												
14	SP1309A	21	S	N		S		S	N		S	S			N						S	S								N	N									S										
14	SP1309A	52	S	S		S		S	N	S	S	S	S		N	N				S	S	N	S	N	S	S	S	N	S	S	S		S	N			S			N	S									
15	SP1309B	21	S	N		S		S	N		S	S			N						S	S								N	N										S									
15	SP1309B	52	S	S		N		S	N	S	S	S	S		N	N				S	S	N	S	N	S	S	S	N	S	S	S		S	N			S			N	N									
16	SP1310A	11	S	S	S	S		N	S																					S																				
16	SP1310A	52	S	S		S		N	S	S	S	S	S		S	S				S	S	N	S	N	S	S	S	N	S	S		S	N			S				S	N									
17	SP1310B	11	S	N	N	S		S	N																					S																				
17	SP1310B	52	S	S		S		S	N	S	S	S	N		N	N				N	S	N	N	N	N	S	S	N	N	S	S		S	N	S	S	S	N			S	N								
18	SP1311C	23	S			S					S	S	N		S	S													N	S	N						S			S	N		S							
18	SP1311C	52	S	S		S		N	S	S	S	S	N		N	N				S	S	S	S	N	S	S	S	N	S	N	S		S	N			S			S	N		N	S						
19	SP1311D	23	S			S					S	S	N		S	N													S	S	N						S			S	N			N						
19	SP1311D	52	S	S		S		N	S	S	S	S	N		N	N				S	S	S	S	N	S	S	S	S	N	S		S	N			S			S			N	N							
20	SP1312C	23	S			S					S	S	N		S	N													N	S	N						N			N	N		S		N		S			
20	SP1312C	52	S	S		S		S	N	S	S	S	N		N	N				S	S	N	S	N	S	S	S	N	S	S		S	N	S	S	S	N			S	S		S		N	N				
21	SP1312D	23	S			S					S	S	N		S	S													N	S	N						N			N	N		S		N		S			
21	SP1312D	52	S	S		S		S	N	S	S	S	N		N	N				N	S	N	S	N	S	S	S	N	S	N	S		S	N	S	S	S	N			S			S		N	S			
22	SP1313C	11	S	N	N	S		N	S																						S																			
22	SP1313C	52	S	S		S		N	S	S	S	S	S		N	N				S	S	N	S	N	S	S	S	N	N	S		S	N	S	S	S	S			S	N		S			N	S			
23	SP1313D	11	S	N	N	N		N	S																						S																			
23	SP1313D	52	S	S		S		N	S	S	S	S	S		N	N				S	S	N	S	N	S	S	S	N	S	S		S	N	S	S	S	S			S	N		S			N	N			
N°	referencia	Plan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#			
N°	referencia	Plan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
24	SP1317C	NO																																																
24	SP1317C	NO																																																
25	SP1317D	NO																																																
25	SP1317D	NO																																																
26	SP1320A	52	S	N		S		S	N	S	S	S	S		N	N				S	S	N	S	N	S	S	N	N	S	S	S		S	N			S	S	S	N			S	N			S		N	N





# GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA

DPTO. APOYO TECNICO A LA PRODUCCION

GERENCIA COMPLEJO  
BARRANCABERMEJA

Página 199 de  
311

Revisión 0

Elaboro: Jesus Davis Cubillos-William  
Lopez Candela

Fecha: Diciembre 05 de 2006

39	SP1505A	52	S	S		S		N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S		S	S		S			S	S										
40	SP1505B	11	S	S	S	S		N	S																															S				S	S						
40	SP1505B	52	S	S		S		N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	N	S		S	S		S			S	S									
41	SP1506A	11	S	S	S	S		N	S																																		S								
41	SP1506A	52	S	S		S		N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	N	S	S	S	S	S	N	N	S	S	N	S		S	N		S					S	N								
42	SP1506B	11	S	S	S	S		N	S																																					S					
42	SP1506B	52	S	S		S		N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S		S	N	S	S	S		S	S		S			S	N				
43	SP1507A	11	S	N	N	S		N	S																																										
43	SP1507A	02																																																	
44	SP1507B	11	S	N	N	S		N	S																																										
44	SP1507B	52	S	N		S		N	S	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	S	N	N	S	N	S	S	N	N	S	N	N	S		S	S		S					S	N						
45	SP1507B	02																																																	
45	SP1508A	11	S	N	N	S		N	S																																										
45	SP1508A	52	S	N		S		N	S	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S	S	N	N	S	N	N	S		S	S		S					S	N						
46	SP1508A	02																																																	
N°	referencia	Plan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
N°	referencia	Plan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
46	SP1508B	11	S	S	S	S		N	S																																										
46	SP1508B	52	S	S		S		N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S		S	S		S					S	S		S	S					
47	SP1508B	02																																																	
47	SP1509A	11	S	N	N	S		N	S																																										
47	SP1509A	52	S	N		S		N	S	N	N	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S	S	N	N	S	N	N	S		S	S		S					S	N						
48	SP1509A	02																																																	
48	SP1509B	11	S	N	N	S		N	S																																										
48	SP1509B	52	S	N		S		N	S	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S	S	N	N	S	N	N	S		S	S		S					S	N						
49	SP1509B	02																																																	
49	SP1510A	11	S	S	S	S		N	S																																										
49	SP1510A	52	S	S		S		N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	N	S	S	S	S	S	N	N	S	S	N	S		S	N		S														



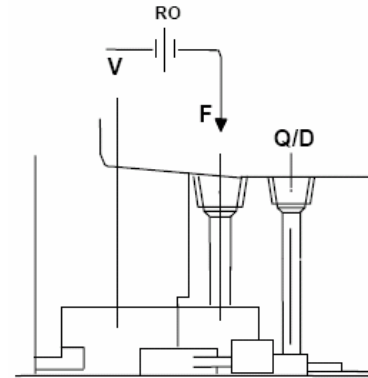
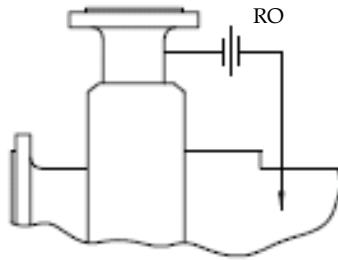




### 3. j. ANEXO J: Información de montaje planes de sellado

A continuación se anexan las listas de chequeo utilizadas para realizar la auditoria.

#### Plan 11(Flushing)



Líquido de proceso

Bomba funcionando	S	N
-------------------	---	---

#### Lista de chequeo para Plan 11

##### Bomba ref. -

Ítem	Descripción	SI	NO	Observaciones
1	Tubería plan mínimo de ½"			
2	Verificación platina de orificio (RO) mínimo 1/8" Standard			
3	Longitud entre platina de orificio y conexión de sello mayor a 12"			
4	No fugas en sistema de sellos			
5	Uniones soldadas en plan en tubería			
6	Uniones roscadas en plan en tubería			
7	Tubing conformado			

\*Información en detalle acerca de esta tabla a continuación.

**INFORMACION DE RESPALDO LISTA DE CHEQUEO, PLAN DE SELLADO 11**

<b>VERIFICACIONES</b>	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	La tubería usada para el plan de sellado debe ser mínimo de 1/2" (1/2" NPT), los materiales deben cumplir con los requerimientos en la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo K)
2	Se debe usar la RO (platina de orificio) cuando el diferencial de presión entre la descarga y la cámara de sellado es mayor a 50 psig. Se debe tener cuidado al calcular el diámetro correcto de la RO (Platina de orificio) para obtener un flujo que refrigere correctamente y no tapone la platina (En la siguiente pagina se describe en detalle la selección)
	La norma API 682 3ed. exige que todas las RO (Platina de orificio) tenga una lengüeta de información que incluya:
	Diámetro de la RO (Platina de orificio)
	Tamaño de la tubería material de la RO (Platina de orificio)
3	Se debe revisar que la distancia sea mayor a 12" para evitar que la velocidad del flujo erosione las caras de los sellos y falle, además se recomienda que la entrada a la cámara de sello sea tangencial a la brida de este.
4	
5	Se deben soldar la mayor parte de las uniones que se pueda para evitar todos los puntos de fuga en el caso que el fluido de proceso sea peligroso (toxico o Inflamable), seguir recomendaciones de la tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
6	Se recomienda usar tubería roscada cuando una fuga del fluido de proceso no represente un peligro (Toxico o inflamable). Tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
7	Se recomienda usar tubing conformado para reducir puntos de fuga y evitar soldadura cuando el fluido de proceso sea peligroso, se recomienda el uso de tubing conformado. Tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)

## SELECCIÓN DE LA PLATINA DE ORIFICIO CORRECTA PLAN DE SELLADO

11

Para seleccionar el tamaño de la placa de orificio se debe primero definir si es necesaria, si el diferencial de presión entre la descarga y la cámara de sellado es mayor a 50 psig se recomienda usar platina de orificio. Para determinar el diferencial de presión entre la descarga y la cámara de sellado se recomienda usar las siguientes ecuaciones:

Presión en la cámara de sellado:

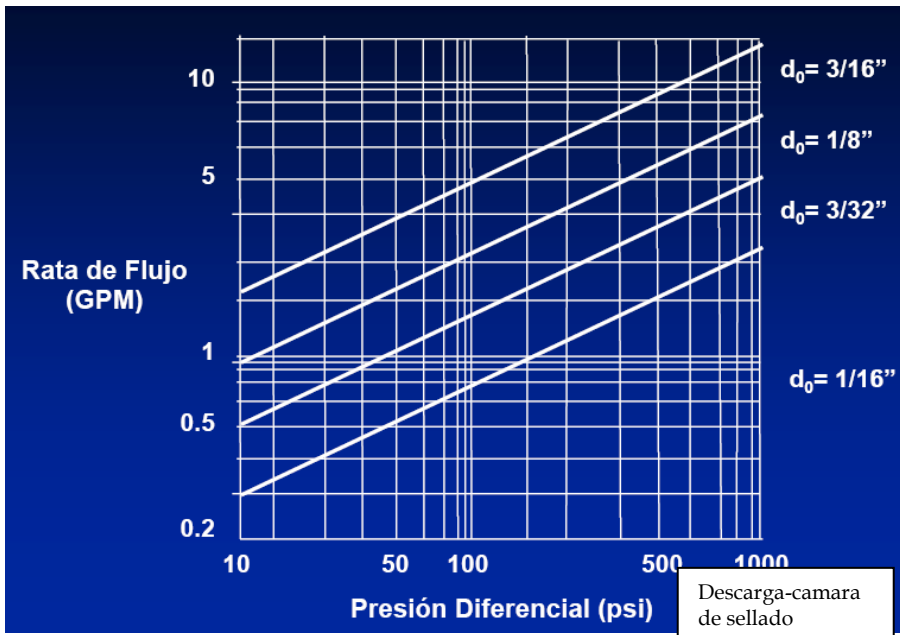
$$P_c = P_s + 0.25 * (P_d - P_s)$$

<p>P<sub>c</sub>= presión cámara de sellado P<sub>d</sub>= presión redescarga</p>
---

$P_d - P_c \geq 50$ psig; Usar platina de orificio

$P_d - P_c < 50$ psig; **NO** usar platina de orificio

Luego determine el caudal que debe fluir por la línea de flushing, recuerde que debe circular 1 GPM por cada pulgada de tamaño del eje. Con estas dos coordenadas entre al grafico y aproxime al tamaño de platina a la línea diagonal de diámetro de platina mas cercano.



Nota: La norma indica que no se debe usar una platina de orificio de menos de 1/8". Si necesita bajar mas la presión use varias platinas en serie con una separación máxima de 6"

## MAS INFORMACION PLAN DE SELLADO 11

### RECOMENDACIONES

Asegúrese que el liquido del flushing este apuntando directamente sobre las caras del sello en la parte superior de la brida del sello mecánico

Es conveniente sacar la línea de flushing después de la válvula cheque de la descarga de la bomba para mantener el lavado del sello así halla perdida de succión en la bomba. Esto hace menos culpable de fallas de operación de la bomba al sello.

Se recomienda un flujo de 1GPM por cada pulgada de sello

Para aplicaciones de más de 3600 rpm o presiones superiores a 500 psi debe calcularse el calor generado y el flujo de enfriamiento. Puede encontrar el procedimiento en API 682 3ed. Annex F. Pag 150

La temperatura en la cámara de sellado debe ser al menos 50° F por debajo de la temperatura de vaporización del fluido de proceso.

No usar plan 11 cuando la bomba utiliza agua a temperaturas mayores a 180° F, porque el agua a una temperatura mayor es un pésimo lubricante para las caras del sello.

### USOS

Se usa en sellos mecánicos sencillos cuando esta este plan de sellado solo. Cuando se tiene mas de un plan de sellado se utiliza un sello doble.

Ventear los gases o vapores que se pueden formar en la cámara de sellado.

Aumentar la presión en la cámara de presión cuando hay problemas de vaporización del fluido de la cámara de sellado y la refrigeración no es practica por su alto costo.

Remover el calor en cámara de sellado

Bombas horizontales

Líquidos limpios

Servicio general

Limpieza en general a la cámara de sellado

### LIMITACIONES

Cuando la presión en la cámara de sello a una presión igual o cercana a la presión de descarga

Fluidos viscosos, termosensitivos o lodos pueden bloquear las RO (Platinas de orificio) cuando se enfrían, se debe calentar el sello y la línea de flushing para evitar que se tapone el sello y trabaje en seco.

Fluidos sucios que erosionen o dañen el sello

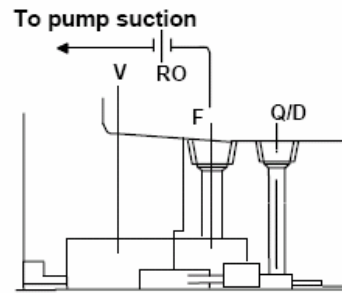
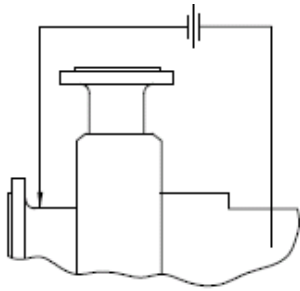
Fluidos que polimerizan, cristalizan o coquizan que pueden erosionar las caras del sello. Se recomienda el uso de un plan 32,

Tenga cuidado que la temperatura en la cámara de sello este en el rango de temperatura limite de los sellos secundarios (Elastómeros).

#### **FALLA TIPICA**

Taponamiento de la platina de orificio (RO), verifique las temperaturas en la tubería.

### Plan 13(Flushing)



<b>Bomba ref. -</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Tubería del plan de sellado mínimo de 1/2"
<b>2</b>	lengüeta de información para verificación de platina de orificio (RO) mínimo 1/8" Standard
<b>3</b>	No fugas en sistema de sellos
<b>4</b>	Uniones soldadas en plan en tubería
<b>5</b>	Uniones roscadas en plan en tubería
<b>6</b>	Tubing conformado

## INFORMACION DE RESPALDO LISTA DE CHEQUEO, PLAN DE SELLADO 13

<b>VERIFICACIONES</b>	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	La tubería usada para el plan de sellado debe ser mínimo de 1/2" (1/2" NPT), los materiales deben cumplir con los requerimientos en la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo K)
2	<p>Se debe usar la RO (platina de orificio) cuando el diferencial de presión entre la succión y la cámara de sellado es mayor a 50 psig. Se debe tener cuidado al calcular el diámetro correcto de la RO (Platina de orificio) para obtener un flujo que refrigere correctamente y no tapone la platina (En la siguiente pagina se describe en detalle la selección)</p> <p>La norma API 682 3ed. exige que todas las RO (Platina de orificio) tenga una lengüeta de información que incluya:</p> <p>Diámetro de la RO (Platina de orificio)</p> <p>Tamaño de la tubería</p> <p>material de la RO (Platina de orificio)</p>
3	Se debe revisar que la distancia sea mayor a 12" para evitar que la velocidad del flujo erosione las caras de los sellos y falle, además se recomienda que la entrada a la cámara de sello sea tangencial a la brida de este.
4	
5	Se deben soldar la mayor parte de las uniones que se pueda para evitar todos los puntos de fuga en el caso que el fluido de proceso sea peligroso (toxico o Inflamable), seguir recomendaciones de la tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
6	Se recomienda usar tubería roscada cuando una fuga del fluido de proceso no represente un peligro (Toxico o inflamable). Tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
7	Se recomienda usar tubing conformado para reducir puntos de fuga y evitar soldadura cuando el fluido de proceso sea peligroso, se recomienda el uso de tubing conformado. Tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)

## SELECCIÓN DE LA PLATINA DE ORIFICIO CORRECTA PLAN DE SELLADO

13

Para seleccionar el tamaño de la placa de orificio se debe primero definir si es necesaria, si el diferencial de presión entre la succión y la cámara de sellado es mayor a 50 psig se recomienda usar platina de orificio. Para determinar el diferencial de presión entre la descarga y la cámara de sellado se recomienda usar las siguientes ecuaciones:

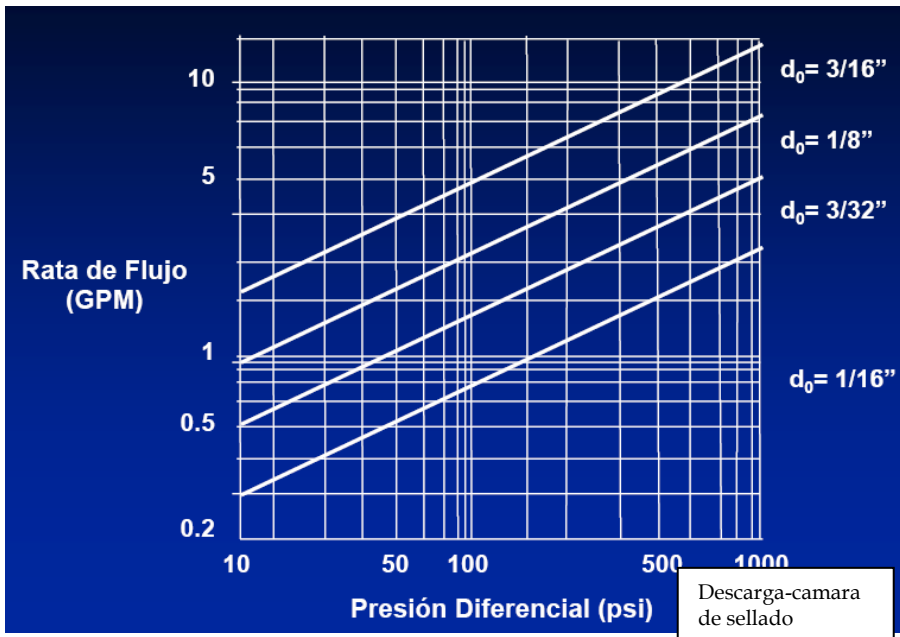
$$P_c = P_d$$

<p><math>P_c</math> = presión cámara de sellado</p> <p><math>P_d</math> = presión de descarga</p>
---

$P_s - P_c \geq 50$  psig; Usar platina de orificio

$P_s - P_c < 50$  psig; **NO** usar platina de orificio

Luego determine el caudal que debe fluir por la línea de flushing, recuerde que debe circular 1 GPM por cada pulgada de tamaño del eje. Con estas dos coordenadas entre al grafico y aproxime al tamaño de platina a la línea diagonal de diámetro de platina mas cercano.



Nota: La norma indica que no se debe usar una platina de orificio de menos de 1/8". Si necesita bajar mas la presión use varias platinas en serie con una separación máxima de 6"

## MAS INFORMACION PLAN DE SELLADO 13

### RECOMENDACIONES

Se recomienda un flujo de 1GPM por cada pulgada de sello

Para aplicaciones de más de 3600 rpm o presiones superiores a 500 psi debe calcularse el calor generado y el flujo de enfriamiento. Puede encontrar el procedimiento en API 682 3ed. Annex F. Pag150

La temperatura en la cámara de sellado debe ser al menos 50° F por debajo de la temperatura de vaporización del fluido de proceso.

### USOS

Se utiliza en sellos sencillos cuando esta solo este plan. Cuando esta acompañado de otro plan de sellado (Plan 52) se utiliza un sello doble.

Se puede usar cuando se desea una presión menor en la cámara de sellado a diferencia de un plan 11.

Cuando se desean evacuar sólidos de la cámara de sellado a la succión.

Ventear los gases o vapores que se pueden formar en la cámara de sellado.

Remover el calor en cámara de sellado

Limpieza en general a la cámara de sellado

Bombas verticales

Líquidos limpios

Servicio general

Temperaturas y sólidos moderados en el fluido

Presión de la cámara de sellado es mucho mayor que la presión en la succión

Se puede usar en bombas donde el plan 11 no sirve

### LIMITACIONES

Este plan no funcionará bien en bombas con cabezas bajas debida a la baja presión diferencial entre la caja de sello y la succión de la bomba.

Cuando la cámara de sello esta a una presión igual o inferior a la presión de succión

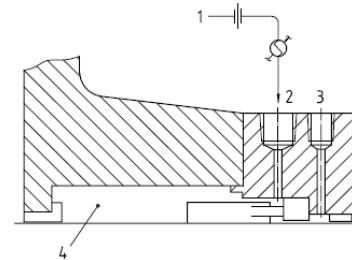
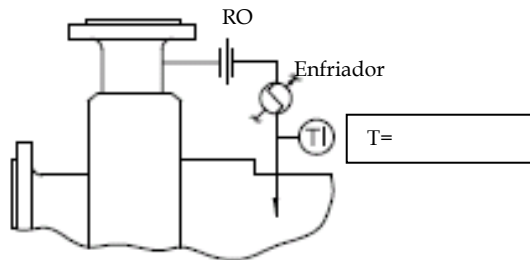
Fluidos viscosos, que polimericen, termosensitivos o lodos pueden bloquear las RO (Platinas de orificio).

Fluidos sucios que erosionen o dañen el sello

### FALLA TIPICA

Taponamiento de la platina de orificio (RO), verifique las temperaturas en la tubería.

## Plan 21(Flushing)



Bomba funcionando	S	N
-------------------	---	---

Líquido de proceso
--------------------

### Lista de chequeo plan 21

Bomba ref. -				
Ítem	Descripción	SI	NO	Observaciones
1	Tubería plan mínimo de ½"			
2	Verificación platina de orificio (RO) mínimo 1/8" Standard			
3	No fugas en sistema de sellos			
4	Plan en tubería soldada			
5	Plan en tubería roscada			
6	Enfriador bien sujetado			
7	Válvula drenaje(lado carcaza) en enfriador			
8	Conexión a sistema refrigeración			
9	indicador de temperatura TI (salida de Enfriador)			

**INFORMACION DE RESPALDO PLAN DE SELLADO 21**

<b>VERIFICACIONES</b>	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	La tubería usada para el plan de sellado debe ser mínimo de 1/2" debe cumplir con los requerimientos en la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo K). Para ejes con diámetro mayor a 2.5 '' se recomienda tubería de 3/4'' y para ejes menores a 2.5'' se recomienda tubería de 1/2''.
2	Se debe usar la RO (platina de orificio) cuando el diferencial de presión entre la descarga y la cámara de sellado es mayor a 50 psig. Se debe tener cuidado al calcular el diámetro correcto de la RO (Platina de orificio) para obtener un flujo que refrigere correctamente y no tapone la platina (en la siguiente pagina se describe el procedimiento de selección de la platina)
	La norma API 682 3ed. exige que todas las RO (Platina de orificio) tenga una lengüeta de información que incluya:
	Diámetro de la RO (Platina de orificio)
	Tamaño de la tubería
	material de la RO (Platina de orificio)
3	
4	Se deben soldar la mayor parte de las uniones que se pueda para evitar todos los puntos de fuga en el caso que el fluido de proceso sea peligroso (toxico o Inflamable), seguir recomendaciones de la tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
5	Se recomienda usar tubería roscada cuando una fuga del fluido de proceso no represente un peligro (Toxico o inflamable). Tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
6	El enfriador debe estar bien sujetado para evitar que las vibraciones de este puedan afectar las vibraciones de la bomba o el peso del enfriador deforme la carcasa de la bomba.
7	Se debe ubicar un drenaje para el enfriador con su respectiva válvula de cierre (no colocar tapón), con el fin de eliminar periódicamente las impurezas que entren al enfriador.
8	Asegúrese que se mantenga conectado el enfriador a un sistema que suministre el agua u otro liquido para refrigerar, una falla típica en este plan son las válvulas cerradas en las líneas de enfriamiento.
9	El indicador de temperatura bimetalico con Dial 3,5'' o mayores, no se debe usar indicadores de temperatura de mercurio.

## SELECCIÓN DE LA PLATINA DE ORIFICIO CORRECTA PLAN DE SELLADO

21

Para seleccionar el tamaño de la placa de orificio se debe primero definir si es necesaria, si el diferencial de presión entre la descarga y la cámara de sellado es mayor a 50 psig se recomienda usar platina de orificio. Para determinar el diferencial de presión entre la descarga y la cámara de sellado se recomienda usar las siguientes ecuaciones:

Presión en la cámara de sellado:

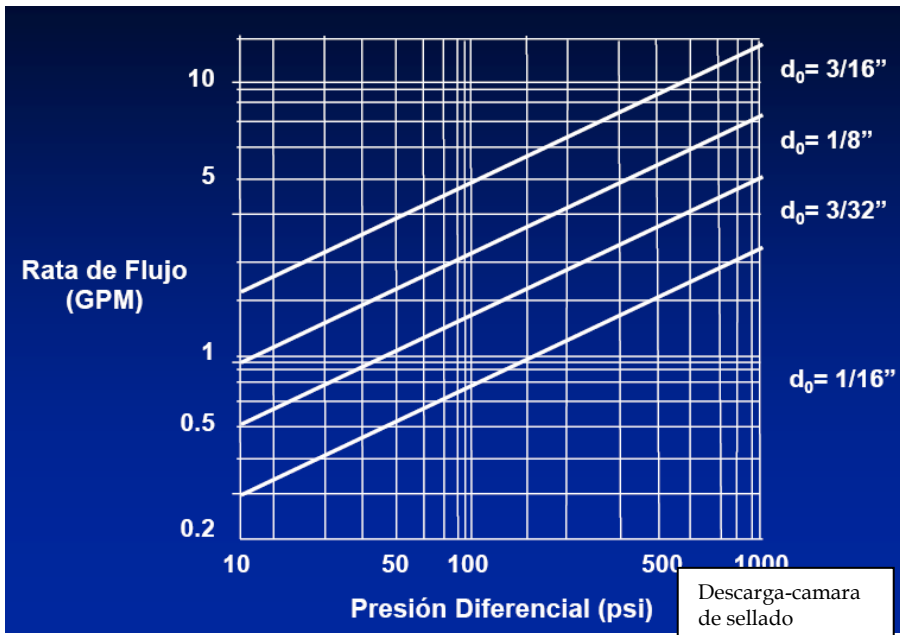
$$P_c = P_s + 0.25 * (P_d - P_s)$$

<p>P<sub>c</sub>= presión cámara de sellado P<sub>d</sub>= presión de descarga P<sub>s</sub>= presión de succión</p>
--

$P_d - P_c \geq 50$ psig; Usar platina de orificio

$P_d - P_c < 50$ psig; **NO** usar platina de orificio

Luego determine el caudal que debe fluir por la línea de flushing, se recomienda que circule más de 2GPM en el sello. Con estas dos coordenadas entre al grafico y aproxime al tamaño de platina a la línea diagonal de diámetro de platina mas cercano.



Nota: La norma indica que no se debe usar una platina de orificio de menos de 1/8". Si necesita bajar mas la presión use varias platinas en serie con una separación máxima de 6"

## MAS INFORMACION PLAN DE SELLADO 21

### RECOMENDACIONES

Se recomienda un flujo mínimo de 2 GPM por el enfriador, el tamaño del enfriador se debe calcular en función del líquido a enfriar y el diferencial de temperaturas requerido.

Para aplicaciones de más de 3600 rpm o presiones superiores a 500 psi debe calcularse el calor generado y el flujo de enfriamiento. Puede encontrar el procedimiento en API 682 3ed. Annex F. Pag150

Para seleccionar el enfriador se debe considerar el diferencial de temperatura entre la descarga y el sello.

Para bombas between bearing se debe colocar un enfriador independiente para ambos sellos mecánicos.

### USOS

Se utiliza en sellos mecánicos sencillos si esta solo el plan 21 o en sellos duales si esta acompañado de otro plan (plan 52).

Se utiliza para evitar la vaporización del fluido de proceso en la cámara de sellado.

Bombas horizontales

Líquidos limpios

Servicio general

Se utiliza en fluidos de proceso con temperatura por debajo de 350° F

Se utiliza para mantener el agua de proceso por debajo de 180° F porque a temperaturas mayores el agua es un pésimo lubricante y puede reducir la vida del sello mecánico

Se recomienda para fluidos que no polimerizan, cristalizan o coquizan.

### LIMITACIONES

No se recomienda el plan 21 cuando la cámara de sello esta a una presión igual o cercana a la presión de descarga.

Fluidos viscosos, que polimericen, termosensitivos o lodos pueden bloquear las RO (Platinas de orificio).

Fluidos sucios que erosionen o dañen el sello

El diferencial de temperatura en el enfriador no debe ser mayor a 300° F porque el choque térmico puede ser peligroso.

El intercambiador eventualmente perderá eficiencia debido a depósitos de minerales y sales, se recomienda realizar periódicamente limpieza a los intercambiadores.

### FALLA TIPICA

Taponamiento de la platina de orificio (RO), verifique las temperaturas en la tubería.

Válvulas cerradas de enfriamiento lo que permite la vaporización del fluido de proceso en la cámara de sellado.

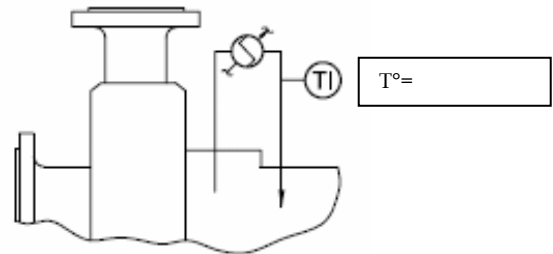
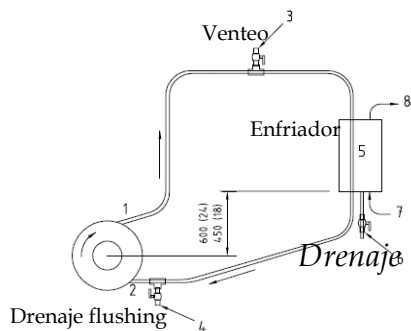
Perdida de agua de enfriamiento en el intercambiador de calor.

#### **CONDICIONES DE OPERACION**

La temperatura en la cámara de sellado debe ser al menos 50° F por debajo de la temperatura de vaporización del fluido de proceso

- ✓ Para el calculo del enfriador requerido en este plan de sellado se recomienda consultar el anexo N.

## Plan 23(Flushing)



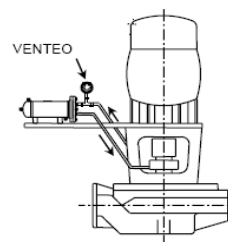
Bomba funcionando	S	N	Lista de	Líquido de proceso
-------------------	---	---	----------	--------------------

Bomba ref. -				
Ítem	Descripción	SI	NO	Observaciones
1	Tubería plan mínimo de ½''			
2	No fugas en sistema de sellos			
3	Enfriador bien sujetado			
4	Altura desde eje del sello hasta parte baja del enfriador mínimo 0.6 m (2ft)			
5	Distancia horizontal desde eje del sello hasta el enfriador máximo 1m (3ft)			
6	Válvula drenaje (En línea Flushing)			
7	Drenaje a sitio seguro(drenaje línea flushing)			
8	Venteo en punto mas alto			
9	Radios amplios en la curvatura tubería (>90°)			
10	Conexión a sistema refrigeración			
11	Posición enfriador adecuada			
12	Perímetro tubería máx. 3m			
13	Tubing conformado			
14	Indicador de temperatura (salida de enfriador)			
15	Válvula de cierre (Venteo)			
16	Tubería mínimo 1/2'' NPT (Drenaje línea de Flushing)			
17	Sistema de refrigeración funcionando			

chequeo Plan 23

Posición intercambiador según posición de la bomba

Bomba horizontal



Bomba vertical

<b>INFORMACION DE RESPALDO LISTA DE CHEQUEO PLAN DE SELLADO 23</b>	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	La tubería usada para el plan de sellado debe ser mínimo de 1/2" debe cumplir con los requerimientos en la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo K)
3	Asegúrese que el enfriador esta bien montado para evitar que altere las vibraciones de la bomba a deforme la carcasa de esta.
4	La altura desde el eje la bomba hasta el enfriador debe ser mínimo 0.6 m para asegurar la circulación de liquido en el sello.
5	La distancia horizontal desde el eje la bomba hasta el enfriador debe ser máximo 1 m para asegurar la circulación de líquido en el sello. No coloque el enfriador directamente encima de la bomba porque es inconveniente y peligroso.
6	Se recomienda ubicar un drenaje en la parte mas baja de la línea de flushing y que este por debajo del sello mecánico para drenar el liquido recircularte en el momento de un mantenimiento. La tubería del drenaje debe ser de mínimo 1/2" y una válvula tipo compuerta de 1/2" para cerrar el drenaje. Para mas información consultar Tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
7	Se debe ubicar un drenaje para el enfriador con su respectiva válvula de cierre (no colocar tapón), con el fin de eliminar periódicamente las impurezas que entren al enfriador.
8	Se recomienda ubicar un venteo a la atmósfera en la parte mas alta de la línea de flushing para evacuar vapores del fluido recirculante o aire. Este venteo evita que el sello trabaje en seco durante ciertos periodos. La tubería debe ser de mínimo 1/2" y la válvula 1/2" tipo compuerta. Para mas información consulta la tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
9	Para la línea de flushing se recomienda tubing conformado con radios amplios de curvatura (mayores a 90°) con el fin de reducir pérdidas en el líquido y asegurar la circulación.
10	Asegúrese que el enfriador este conectado correctamente a la línea de agua de enfriamiento para evitar fugas y baja refrigeración.
11	El enfriador según el tipo de bomba debe ubicarse de una manera recomendada. Si la bomba es horizontal el enfriador debe ubicarse verticalmente y si la bomba es vertical debe ubicarse horizontal. Lo anterior para facilitar la circulación y las conexiones del fluhing, los venteos y drenajes como lo indican los gráficos de la pagina anterior.
12	La longitud de la tubería debe ser máxima de 3 m para asegurar la circulación del fluido en el sello.
13	Se recomienda usar tubing conformado para reducir perdidas y asegurar circulación en el sello mecánico.
14	El indicador de temperatura se utiliza generalmente con Dial 3,5" o mayores, no se recomienda usar indicadores de temperatura de mercurio.
15	El venteo debe tener una válvula de cierre tipo compuerta 1/2", esta válvula se mantiene normalmente cerrada. Para mas información consultar tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
16	Usar tubing conformado mínimo de 1/2". Para mas información consultar tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
17	Revise periódicamente las válvulas del sistema de refrigeración para asegurar su correcto funcionamiento. Una falla común en estos sistemas son las válvulas cerradas.

## MAS INFORMACION PLAN DE SELLADO 23

### RECOMENDACIONES

Se recomienda un flujo mínimo de 2 GPM por el enfriador, el tamaño del enfriador se debe calcular en función del líquido a enfriar y el diferencial de temperaturas requerido.

Para aplicaciones de más de 3600 rpm o presiones superiores a 500 psig debe calcularse el calor generado y el flujo de enfriamiento. Puede encontrar el procedimiento en API 682 3ed. Annex F. Pag150

La temperatura en la cámara de sellado debe ser al menos 50° F por debajo de la temperatura de vaporización del fluido de proceso

Para seleccionar el enfriador se debe considerar el diferencial de temperatura entre la descarga y el sello.

Se recomienda opcionalmente la instalación de un buje de garganta de baja claridad sobre camisa o eje para aislar del proceso.

Se recomienda que la entrada y la salida de la línea de flushing sea tangencial para reducir pérdidas y asegurar la circulación.

Para bombas between bearing se debe colocar un enfriador independiente para ambos sellos mecánicos.

### USOS

El fluido que entra en el sello no debe polimerizar, no puede ser corrosivo, no debe cristalizar o producir coque.

Se utiliza para evitar la vaporización del fluido de proceso en la cámara de sellado.

Fluidos de proceso que polimerizan, cristalizan y/o coquizan.

Cuando el fluido de proceso es agua caliente (más de 180° F) o producto de alimentación a calderas.

Aceites térmicos

Hidrocarburos a altas temperaturas.

Bombas horizontales y verticales.

### LIMITACIONES

No se recomienda usar fluidos muy viscosos en el sello porque el anillo de bombeo no realizaría su trabajo.

El diferencial de temperatura en el intercambiador no debe ser mayor a 300° F porque el choque térmico puede ser peligroso.

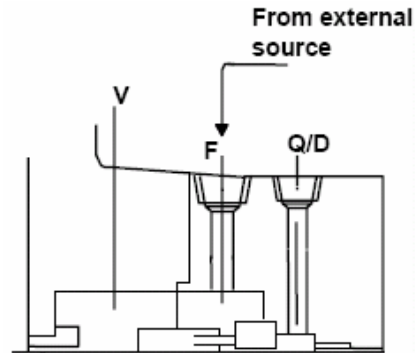
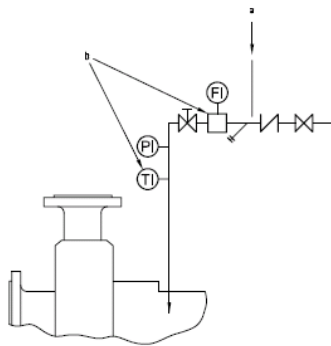
El intercambiador eventualmente perderá eficiencia debido a depósitos de minerales y sales, se recomienda realizar periódicamente limpieza a los intercambiadores.

### FALLA TIPICA

Válvulas cerradas de enfriamiento lo que permite la vaporización del fluido de proceso en la cámara de sellado.
Perdida de agua de enfriamiento en el intercambiador de calor.
<b>CONDICIONES DE OPERACION</b>
La temperatura en la cámara de sellado debe ser al menos 50° F por debajo de la temperatura de vaporización del fluido de proceso

- ✓ Para el calculo del enfriador requerido en este plan de sellado se recomienda consultar el anexo N.

**Plan 32 (flushing)**



**Lista de chequeo para Plan 32**

<b>Bomba ref. -</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Tubería plan mínimo de 1/2"		
2	No fugas en sistema de sellos		
3	Filtro en Y		
4	Indicador de presión (PI) en buen estado		
5	Conexión a sistema de alta presión.		
6	Manómetro (PI), escala sencilla 4.5" Dial. Rango adecuado (rango determinado por la presión en la cámara de sellado) Psig		
7	Válvula cheque 1/2"		
8	Indicador de temperatura TI		
9	Válvula controladora de flujo		
10	Válvula de cierre		
11	Sistema de refrigeración funcionando		
12	Indicador de flujo (FI)		

<b>INFORMACION DE RESPALDO</b>	
<b>VERIFICACIONES</b>	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	La tubería usada para el plan de sellado debe ser mínimo de 1/2" debe cumplir con los requerimientos en la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo K)
3	Se necesita un filtro en Y para asegurar la limpieza del liquido que entra al sello.
4	El indicador de presión debe estar en buen estado pues un cambio repentino en la lectura del indicador puede significar que el sello fallo.
5	Asegúrese que la línea de flushing este correctamente conectada al sistema de liquido a alta presión que va a entrar al sello para evitar fugas y caídas de presión.
6	El manómetro debe tener un rango determinado por la presión en la cámara de sellado, se recomienda que la presión este 30 psi por encima de la presión en la cámara de sellado. La presión del flushing debe ser mayor a la presente en el buje de fondo de la cámara de sellado para asegurar que el liquido circule hacia la bomba y no al contrario.
7	Válvula cheque tipo bola de 3/4", Clase800, SW en flushing.
9	Es opcional el montaje de un indicador de temperatura, se utiliza generalmente con Dial 3,5'' o mayores, no se recomienda usar indicadores de temperatura de mercurio.
10	El flushing debe tener una válvula de cierre tipo compuerta 1/2''. Para mas información consultar tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
11	Asegúrese que se mantenga conectado el flushing, una falla típica en este plan son las válvulas cerradas.
12	Es opcional el montaje de un indicador de flujo en el flushing.

## MAS INFORMACION

### RECOMENDACIONES

Asegúrese que el fluido del flushing sea compatible con el fluido de proceso, recuerde que el líquido del flushing va a entrar en contacto con el de la bomba.

Se debe colocar un buje de restricción en la cámara de sellado para mantener la presión o la velocidad del flushing.

### USOS

Bombas horizontales y verticales

Líquidos abrasivos

Se usa cuando el fluido de proceso puede cristalizarse o formar coque

Se utiliza cuando el fluido de proceso no es el adecuado para un óptimo control del ambiente donde se encuentra el sello.

Se usa cuando el fluido de proceso es corrosivo o sucio

Se usa en aquellos líquidos que no proporcionan la lubricación requerida y propiedades refrigerantes para la aplicación.

Cuando el líquido de proceso es oxidante.

### LIMITACIONES

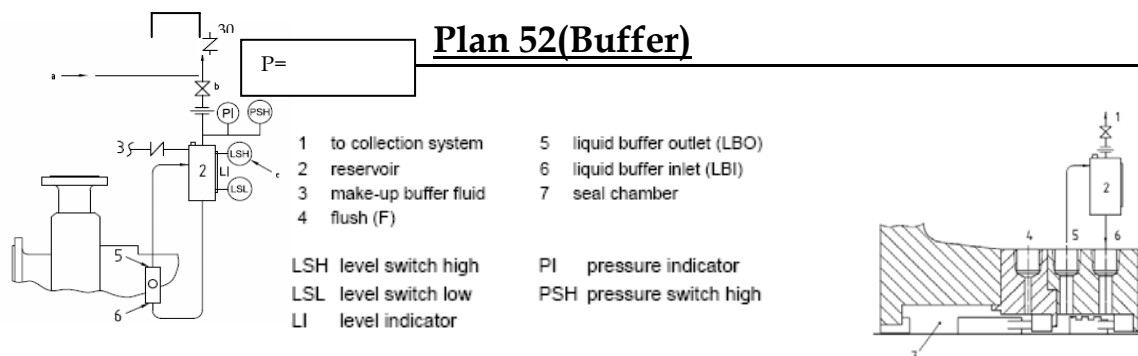
Se debe hacer énfasis en el cuidado que debe tenerse en la selección de una fuente apropiada en el sistema para eliminar la posibilidad de evaporación de este en la caja.

### FALLA TIPICA

El modo de falla típico es un orificio taponado, un flujo o un controlador de presión defectuoso, pérdida de presión en la línea o una válvula cerrada.

### CONDICIONES DE OPERACION

La presión del flushing debe ser mayor que la presión de la bomba en la descarga para asegurar flujo hacia la bomba del flushing y no al contrario. Se recomienda una presión mayor entre 25-30 psig a la presión de descarga de la bomba.



<b>Bomba ref. -</b>			
Ítem	Descripción	SI	NO
1	Tubería del plan de sellado mínimo de 1/2"		
2	Verificación platina de orificio (RO) mínimo 1/8" Standard en venteo de reservorio		
3	No fugas en sistema de sellos		
4	Uniones soldadas en plan en tubería		
5	Uniones roscadas en plan en tubería		
6	Indicador de presión (PI) en buen estado, 4.5" Dial, escala sencilla, Rango 5-30psig, presión recomendada en reservorio 5 - 10Psig		
7	Reservorio correctamente montado		
8	Altura desde eje del sello hasta parte baja del reservorio mínimo 0.5 m (18")		
9	Distancia horizontal desde eje del sello hasta el reservorio máx. 1m (40")		
10	El drenaje del reservorio debe ir a un sitio seguro de disposición del liquido desechado		
11	Válvula tipo compuerta 3/4" NPT en drenaje de reservorio.		
12	Altura desde eje del sello hasta nivel del fluido reservorio, mínimo en 1m (36")		
13	Venteo conectado a sitio seguro (Cabezal a Tea, tanque)		
14	Venteo es tipo cuello de ganso (3/4" NPT)		
15	Instalado switch bajo nivel		
16	Switch de bajo nivel conectado al DCS		
17	Indicador de nivel legible		
18	Switch de Presión Instalado		

19	Switch de alta Presión conectado al DCS		
20	Radios amplios en la curvatura tubería (ángulo curvatura >90°)		
21	Conexión del serpentín de refrigeración del reservorio en tubería mínimo de 1/2" (1/2" NPT)		
22	Posición reservorio adecuada para lectura de instrumentación y segura.		
23	Indicador de presión (PI), escala sencilla 4.5" Dial. Rango adecuado (5 - 30) Psig		
24	Válvula cheque tipo bola de 3/4", Clase800, SW. En venteo del reservorio.		
25	Sistema de llenado reservorio apropiado. Un sistema que le permita al operador llenar el reservorio y que no lo exponga a los gases del reservorio, o peligros debido a sobrepresiones en la línea de venteo.		
26	Longitud de la tubería del plan de sellado máx. 3m		
27	Válvula de bloqueo y drenaje en conexión de PI (3 vías, tipo Sangrado)		
28	Líneas eléctricas protegidas con conduit		
29	Tubing conformado en plan de sellado		
30	Línea de entrada a la cámara de sello por debajo de la brida y salida por encima.		
31	No comparte línea venteo con otros equipos		
32	Válvula tipo compuerta 3/4" NPT en venteo		
33	Diámetro de la tubería del drenaje y el venteo del reservorio mínimo 3/4" (3/4" NPT)		
34	Sistema de refrigeración funcionando (circulando)		
35	Se recomienda conexión tangencial a la salida del sello		
36	Reservorio de mínimo 3 U.S. gal de capacidad		
37	Switch de alto nivel en reservorio (solo si se especifica)		

**INFORMACION DE RESPALDO LISTA DE CHEQUEO PLAN 52**

**VERIFICACIONES**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	La tubería usada para el plan de sellado debe ser mínimo de 1/2" (1/2" NPT), los materiales deben cumplir con los requerimientos en la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo K)
2	Se debe usar la RO (platina de orificio) en línea de venteo para reducir la presión en caso que falle el sello primario y la fuga se dirija al reservorio. Se debe tener cuidado al calcular el diámetro correcto de la RO (Platina de orificio) para obtener un flujo correcto y no se tapone la platina no se debe montar la RO en uniones universales porque no permite la verificación de la platina de orificio.
	La norma API 682 3ed. exige que todas las RO (Platina de orificio) deben estar montadas entre bridas y tengan una lengüeta de información que incluya:
	Diámetro de la RO (Platina de orificio)
	Tamaño de la tubería
	material de la RO (Platina de orificio)
3	
4	Se deben soldar la mayor parte de las uniones que se pueda para evitar todos los puntos de fuga en el caso que el fluido de proceso sea peligroso (toxico o Inflamable), seguir recomendaciones de la tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
5	Se recomienda usar tubería roscada cuando una fuga del fluido de proceso no represente un peligro (Toxico o inflamable). Tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
6	El indicador de presión debe estar en buen estado pues un aumento repentino en la lectura del indicador puede significar que el sello fallo y hay una fuga hacia el reservorio.
7	El reservorio debe estar montado en un apoyo lo suficientemente rígido para que sus vibraciones no afecten la bomba o deformen la carcasa de esta.
8	Mantenga la altura desde el eje del sello hasta la parte baja del reservorio mínimo en 0,5m (18") para asegurar un flujo adecuado. Debe tener en cuenta que la máxima altura del reservorio debe ser la que permita al operador llenar el reservorio sin necesidad de ningún tipo de escalón o escalera, la norma API 682 3ed. lo contempla debido al peligro que significa esto.
9	La distancia desde el sello hasta el reservorio debe ser lo menor posible (Máx. 1m) sin llegar a poner el reservorio sobre la bomba, todo esto para asegurar la circulación de liquido amortiguarte.
10	El reservorio debe tener un drenaje a un sitio seguro de los liquido al interior del reservorio debido a que muy posiblemente están mezclados con un fluido de proceso peligrosos (Inflamable, toxico, cancerogenico, etc.).
11	La línea de drenaje debe tener una válvula de cierre, no se deben usar tapones. Para detalles de la válvula se recomienda seguir la tabla 4 de la Norma API 682 3ed.
12	El nivel del liquido amortiguante respecto al eje del sello debe estar aproximadamente en 1m (36") por encima para asegurar la circulación de liquido amortiguante
13	El venteo del reservorio debe estar conectado a un sitio seguro recuperador de vapores del reservorio (Cabezal a Tea, Tanque), ya estos pueden ser un riesgo para la seguridad y salud de los operarios.

14	La conexión del venteo del reservorio al sistema de disposición de emisiones (cabezal a Tea o un tanque) debe ser tipo cuello de ganso para evitar que el condensado de los vapores recircule al reservorio.
15	El reservorio debe tener montado un switch de bajo nivel para controlar la cantidad de líquido amortiguante en el reservorio para así evitar que se pueda quedar el sello trabajando en seco y falle.
16	No solo debe estar montado el Switch de bajo nivel, sino que también se debe conectar al DCS para llevar a cabo el monitoreo de los niveles de líquido de manera efectiva.
17	El reservorio debe tener un indicador de nivel visible para tener un control del fluido en el caso que el Switch de nivel no trabaje.
18	El reservorio debe tener montado un Switch de presión para controlar la presión en el rango adecuado, se recomienda un disparo entre 10-20 Psig.
19	No solo debe estar montado el Switch de presión, sino que también se debe conectar al DCS para llevar a cabo el monitoreo de las presiones de manera efectiva.
20	Los radios de curvatura (ángulo curvatura > 90°) deben ser amplios para reducir las pérdidas y asegurar la circulación del fluido amortiguante.
21	El reservorio debe tener un sistema de refrigeración conectado para prevenir vaporización del líquido amortiguante, o peligros de incendio.
22	La ubicación del reservorio debe permitir revisar la instrumentación fácilmente y realizar el llenado del reservorio sin necesidad de escalones o al estar cerca de puntos calientes que puedan iniciar un incendio o pueda quemar al operador.
23	El indicador de presión debe tener un rango entre 5 y 30 psig para poder conocer la presión inclusive si se dispara el Switch de presión.
24	El reservorio debe tener un válvula cheque en el venteo para evitar un reflujo de condensado o gases en el caso de un aumento repentino de la presión en el cabezal o una inadecuada conexión del venteo (una conexión sin cuello de ganso).
25	El sistema de llenado debe tener una válvula cheque tipo compuerta para evitar fuga de los vapores del reservorio, se recomienda también realizar el llenado con algún tipo de bomba manual o sistema que proteja al operario de un aumento repentino de la presión en el cabezal a Tea.
26	Las líneas de entrada y salida al sello secundario del plan 52 deben tener máximo 3m de longitud para reducir las pérdidas en el sistema y que el líquido se mantenga circulando.
27	La válvula de sangrado es importante para purgar el PI y usarlo solo cuando se necesite.
28	Las líneas eléctricas deben estar tendidas con conduit hasta la bandeja principal para evitar que la línea quede expuesta y se rompa fácilmente.
29	Para reducir puntos de fuga, evitar soldadura y reducir pérdidas se recomienda usar tubing conformado
30	En la cámara de sello el fluido debe salir por la parte superior de la brida y conectar al orificio superior en el reservorio, también la línea que sale del orificio inferior del reservorio debe entrar por la parte inferior del sello
31	Es recomendable no conectar los venteos de los equipos a una misma línea antes del sitio del sitio recuperador de vapores (Como el cabezal a tea) porque cuando falle esta línea ambos equipos quedarían sin venteo y esto es muy peligroso

32	Se debe colocar una válvula de cierre en el venteo del reservorio para el caso de mantenimiento al sistema o parada del equipo, etc. Para información detallada del tipo de válvula se recomienda consultar la tabla 4 de la Norma API 682 3ed.
33	La tubería del drenaje del reservorio debe ser mínimo de 3/4" (3/4" NPT) para una rápida evacuación del líquido al interior del reservorio.
34	Asegúrese que no solo este conectada la tubería de la línea de refrigeración, sino que se encuentre circulando refrigerante (Como agua) por esta línea debido a que en repetidas ocasiones no esta conectada o no se abre la válvula de de esta tubería y el sello puede deteriorarse prematuramente.
35	Se recomienda que la salida de la línea del sello sea tangencial para reducir las perdidas y asegurar la circulación del fluido amortiguante
36	Los reservorios de los planes 52 deben tener mínimo 3 galones para ejes de hasta de 2,5" (60mm) y reservorios de mínimo 5 gal. para ejes de más de 2,5" (60mm).

## MAS INFORMACION PLAN DE SELLADO 52

### RECOMENDACIONES

Se recomienda **no** usar como fluido lubricante tipo turbina 32, 64, etc. en el reservorio. Tampoco se recomienda el uso del Glicolube 46 porque los aditivos pueden reaccionar con los elastómeros y deteriorarlos, también pueden adherirse a las caras de los sello, y en lubricantes con viscosidades iguales o superiores a 32 cSt @ 40° C pueden propiciar el blistering (vaporización del lubricante en las caras del sello a alta presión). Esta situación empeora a medida que la viscosidad del lubricante es mayor. En general se debe tener cuidado con los aditivos de los lubricantes para no tener los problemas anteriormente nombrados. Existen lubricantes especializados para esta tarea como el **Royal purple 22 o el mobil Synthurion 6 de mobil** que eliminan los efectos negativos de los lubricantes tipo turbina y adicionalmente tienen un rango de presiones y temperaturas mayor de operación, por eso es mejor su uso.

La temperatura en la cámara de sellado debe ser al menos 50°F por debajo de la temperatura de vaporización del fluido amortiguante y el fluido de proceso, las fugas hacia el reservorio de fluido de proceso (No el fluido amortiguante) pueden vaporizan debido a que el venteo las lleva a un sitio de disposición segura.

Mantener la presión del fluido barrera entre 5-10 psig para facilitar la circulación del fluido amortiguante.

Si el fluido de proceso tiene una presión de vapor alta o es miscible con el líquido amortiguante del reservorio se recomienda cambiar periódicamente este fluido. Si el líquido tiene una presión de vapor alta se deben enviar estos vapores al sistema recuperador de emisiones (una llama o contenedor).

Se recomienda que la presión de vapor del fluido de proceso sea mayor que la del reservorio.

### USOS

Se usa en sello duales no presurizados (Arreglo 2)

Bombas horizontales o verticales.

Arreglos de sellos duales no presurizados (disposición Tandem).

Se puede usar en líquidos que vaporizan al contacto atmosférico.

Líquidos peligrosos de baja concentración.

Líquidos explosivos o inflamables.

Trabaja mejor el plan de sellado en fluidos que no polimerizan, no cristalizan o no coquizan.

Hidrocarburos livianos.

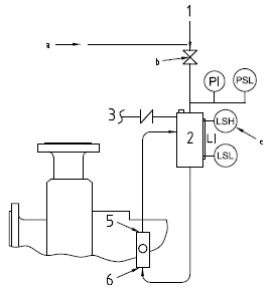
### LIMITACIONES

Asegúrese que el fluido amortiguante del reservorio sea compatible con el líquido de proceso.

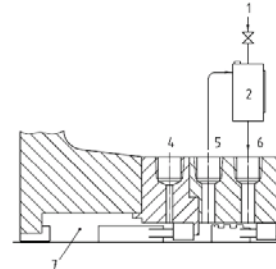
### FALLA TIPICA

Cuando se observa un aumento de nivel o presión repentino puede ser una falla del sello primario (caras del sello)
Cuando se observa una reducción en el nivel del reservorio, puede ser una falla de los sellos secundarios (O- ring, elastómeros)
Cuando se observa un aumento de presión puede ser la línea de venteo del reservorio cerrada.
<b>CONDICIONES DE OPERACION</b>
Mantener la presión del fluido amortiguante entre 5-10 psig y el disparo del Switch de presión entre 10-20 psig.

### Plan 53A(Barrier)



- |   |                               |   |                             |
|---|-------------------------------|---|-----------------------------|
| 1 | from external pressure source | 5 | liquid barrier outlet (LBO) |
| 2 | reservoir                     | 6 | liquid barrier inlet (LBI)  |
| 3 | make-up barrier fluid         | 7 | seal chamber                |
| 4 | flush (F)                     |   |                             |
- 
- |     |                   |     |                     |
|-----|-------------------|-----|---------------------|
| LSH | level switch high | PI  | pressure indicator  |
| LSL | level switch low  | PSL | pressure switch low |
| LI  | level indicator   |     |                     |



### Lista de chequeo Plan 53A

Bomba ref. -			
Ítem	Descripción	SI	NO
1	Tubería plan mínimo de ½"		
2	No fugas en sistema de sellos		
3	Plan en tubería soldada		
4	Plan en tubería roscada		
5	Indicador de presión (PI) en buen estado		
6	Reservorio bien sujetado		
7	Altura desde eje del sello hasta parte baja del reservorio mínimo 0.3 m (12")		
8	Distancia horizontal desde eje del sello hasta el reservorio 1m (40ft)		
9	Válvula drenaje (reservorio)		
10	Drenaje a sitio seguro		
11	Altura desde eje del sello hasta nivel del fluido reservorio, mínimo en 1m (3ft)		
12	Switch de bajo nivel		
13	Switch de bajo nivel conectado al DCS		
14	Indicador de nivel legible		
15	Switch de Presión		
16	Switch de alta Presión conectado al DCS		
17	Radios amplios en la curvatura tubería (>90°)		
18	Conexión a sistema refrigeración		

19	Posición reservorio adecuada		
20	Indicador de presión (PI), escala sencilla 4.5" Dial. Rango adecuado (Determinado por la presión en la cámara de sellado) Psig		
21	Válvula cheque ½" (línea de presión)		
22	Sistema de llenado reservorio apropiado (Cheque en línea de llenado reservorio)		
23	Perímetro tubería máx. 3m		
24	Válvula adecuada para plan (3 vías, tipo Sangrado)		
25	Líneas eléctricas protegidas		
26	Tubing conformado		
27	Conexión entre parte superior cámara de sello y unión superior de reservorio		
28	No comparte línea de alta presión con otros equipos		
29	Válvula de cierre (línea de alta presión).		
30	Diámetro drenaje mínimo 3/4"		
31	Sistema de refrigeración funcionando		
32	Conexión tangencial a la salida del sello		
33	Reservorio de mínimo 5 U.S. gal de capacidad		

<b>INFORMACION DE RESPALDO LISTA DE CHEQUEO PLAN 53</b>	
<b>VERIFICACIONES</b>	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	La tubería usada para el plan de sellado debe ser mínimo de 1/2" (1/2" NPT), los materiales deben cumplir con los requerimientos en la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo K)
3	Se deben soldar la mayor parte de las uniones que se pueda para evitar todos los puntos de fuga en el caso que el fluido de proceso sea peligroso (toxico o Inflamable), seguir recomendaciones de la tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
4	Se recomienda usar tubería roscada cuando una fuga del fluido de proceso no represente un peligro (Toxico o inflamable). Tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
5	El indicador de presión debe estar en buen estado pues un aumento repentino en la lectura del indicador puede significar que el sello fallo y hay una fuga hacia o desde el reservorio.
6	El reservorio debe estar montado en un apoyo lo suficientemente rígido para que sus vibraciones no afecten la bomba o deformen la carcasa de esta.
7	Mantenga la altura desde el eje del sello hasta la parte baja del reservorio mínimo en 0,5m (18") para asegurar un flujo adecuado. Debe tener en cuenta que la máxima altura del reservorio debe ser la que permita al operador llenar el reservorio sin necesidad de ningún tipo de escalón o escalera, la norma API 682 3ed. lo contempla debido al peligro que significa esto.
8	La distancia desde el sello hasta el reservorio debe ser lo menor posible (Máx. 1m) sin llegar a poner el reservorio sobre la bomba, todo esto para asegurar la circulación de líquido barrera.
9	La línea de drenaje debe tener una válvula de cierre, no se deben usar tapones. Para detalles de la válvula se recomienda seguir la tabla 4 de la Norma API 682 3ed. (Anexo K)
10	El reservorio debe tener un drenaje a un sitio seguro de los liquido al interior del reservorio debido a que muy posiblemente están mezclados con un fluido de proceso peligrosos (Inflamable, toxico, cancerogenico, etc.).
11	El nivel del liquido barrera respecto al eje del sello debe estar aproximadamente en 1m (36") por encima para asegurar la circulación de liquido amortiguante
12	El reservorio debe tener montado un switch de bajo nivel para controlar la cantidad de líquido barrera en el reservorio para así evitar que se pueda quedar el sello trabajando en seco y falle.
13	No solo debe estar montado el Switch de bajo nivel, sino que también se debe conectar al DCS para llevar a cabo el monitoreo de los niveles de liquido de manera efectiva.
14	El reservorio debe tener un indicador de nivel visible para tener un control del fluido en el caso que el Switch de nivel no trabaje.
15	El reservorio debe tener montado un Switch de presión para controlar la presión en el rango adecuado, la presión de disparo esta definida por la presión en la cámara de sellado, se recomienda 5 psig por encima de la presión del

	liquido barrera.
16	No solo debe estar montado el Switch de presión, sino que también se debe conectar al DCS para llevar a cabo el monitoreo de las presiones de manera efectiva.
17	Los radios de curvatura (ángulo curvatura>90°) deben ser amplios para reducir las perdidas y asegurar la circulación del fluido amortiguante.
18	El reservorio debe tener un sistema de refrigeración conectado para prevenir vaporización del líquido amortiguante, o peligros de incendio.
19	La ubicación del reservorio debe permitir revisar la instrumentación fácilmente y realizar el llenado del reservorio sin necesidad de escalones o al estar cerca de puntos calientes que puedan iniciar un incendio o pueda quemar al operador.
20	El indicador de presión debe tener un rango definido por la presión de la cámara de sellado, la presión en el reservorio debe estar entre 20-25 psig por encima de la presión de la cámara de sellado.
21	El reservorio debe tener una válvula cheque en la línea de alta presión para evitar un reflujo de líquido o gases en el caso de un aumento repentino de la presión en el reservorio.
22	El sistema de llenado debe tener una válvula cheque tipo compuerta para evitar fuga de los vapores del reservorio, se recomienda también realizar el llenado con algún tipo de bomba manual o sistema que proteja al operario de un aumento repentino de la presión en el cabezal a Tea.
23	Las líneas de entrada y salida al sello secundario del plan 52 deben tener máximo 3m de longitud para reducir las pérdidas en el sistema y que el líquido se mantenga circulando.
24	La válvula de sangrado es importante para purgar el PI y usarlo solo cuando se necesite.
25	Las líneas eléctricas deben estar tendidas con conduit hasta la bandeja principal para evitar que la línea quede expuesta y se rompa fácilmente.
26	Para reducir puntos de fuga, evitar soldadura y reducir perdidas se recomienda usar tubing conformado
27	En la cámara de sello el fluido debe salir por la parte superior de la brida y conectar al orificio superior en el reservorio, también la línea que sale del orificio inferior del reservorio debe entrar por la parte inferior del sello
28	Es recomendable no conectar las líneas de alta presión de los equipos a una mismo punto porque cuando falle esta línea los reservorios quedarían sin presión y esto es muy peligroso
29	Se debe colocar una válvula de cierre 3/4" en la línea de alta presión. Para información detallada del tipo de válvula se recomienda consultar la tabla 4 de la Norma API 682 3ed. (Anexo K)
30	La tubería del drenaje del reservorio debe ser mínimo de 3/4" (3/4" NPT) para una rápida evacuación del líquido al interior del reservorio.
31	Asegúrese que no solo este conectada la tubería de la línea de refrigeración, sino que se encuentre circulando refrigerante (Como agua) por esta línea debido a que en repetidas ocasiones no esta conectada o no se abre la válvula de de esta tubería y el sello puede deteriorarse prematuramente.

32	Se recomienda que la salida de la línea del sello sea tangencial para reducir las pérdidas y asegurar la circulación del fluido amortiguante
33	Los reservorios de los planes 52 deben tener mínimo 3 galones para ejes de hasta de 2,5'' (60mm) y reservorios de mínimo 5 gal. para ejes de más de 2,5'' (60mm).

## MAS INFORMACIÓN PLAN DE SELLADO 53A

### RECOMENDACIONES

Se recomienda no usar como fluido lubricante tipo turbina 32, 64, etc. en el reservorio. Tampoco se recomienda el uso del Glicolube 46 porque los aditivos pueden reaccionar con los elastómeros y deteriorarlos, también pueden adherirse a las caras de los sellos, y en lubricantes con viscosidades iguales o superiores a 32 cSt @ 40° C pueden propiciar el blistering (vaporización del lubricante en las caras del sello a alta presión). Esta situación empeora a medida que la viscosidad del lubricante es mayor. En general se debe tener cuidado con los aditivos de los lubricantes para no tener los problemas anteriormente nombrados. Existen lubricantes especializados para esta tarea como el **Royal purple 22** o el **mobil Synthurion 6 de mobil** que eliminan los efectos negativos de los lubricantes tipo turbina y adicionalmente tienen un rango de presiones y temperaturas mayor de operación, por eso es mejor su uso.

La temperatura en la cámara de sellado debe ser al menos 50° F por debajo de la temperatura de vaporización del fluido amortiguante y el fluido de proceso, las fugas hacia el reservorio de fluido de proceso (No el fluido amortiguante) pueden vaporizar debido a que el venteo las lleva a un sitio de disposición segura.

Se recomienda presurizar el reservorio con nitrógeno por ser un gas noble de relativa facilidad en su manipulación, además no es miscible con el líquido del reservorio.

### USOS

Bombas horizontales o verticales.

Arreglos de sellos duales presurizados (Arreglo 3)

Líquidos que cristalizan o vaporizan al contacto atmosférico.

Líquidos peligrosos de alta concentración.

Líquidos explosivos o inflamables.

### LIMITACIONES

Asegúrese que el fluido barrera del reservorio sea compatible con el líquido de proceso.

### FALLA TIPICA

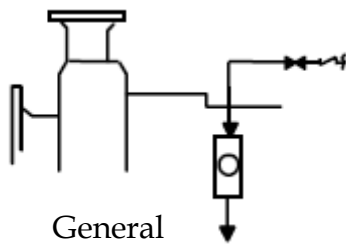
Cuando se observa un aumento de nivel o presión repentino puede ser una falla del sello primario (caras del sello)

Cuando se observa una reducción en el nivel del reservorio, puede ser una falla de los sellos secundarios (O-ring, elastómeros)

### CONDICIONES DE OPERACION

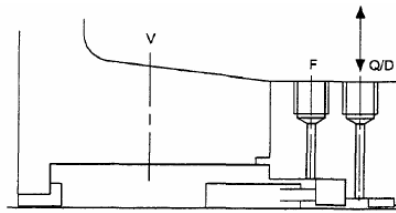
La presión del líquido barrera debe estar por encima de la presión de la descarga de la bomba entre 25-30 psig y el disparo del switch de presión se aconseja que este por encima 5 psig de la presión del líquido barrera.

## Plan 62 (Vapor de agua seco o nitrógeno)

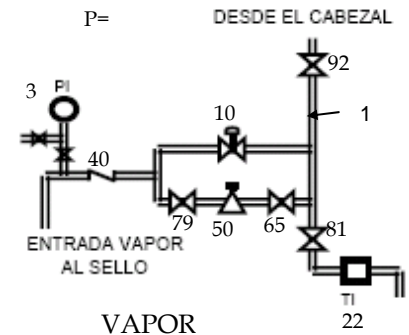


General

Diagrama



SEAL CHAMBER FOR PLAN 62



VAPOR

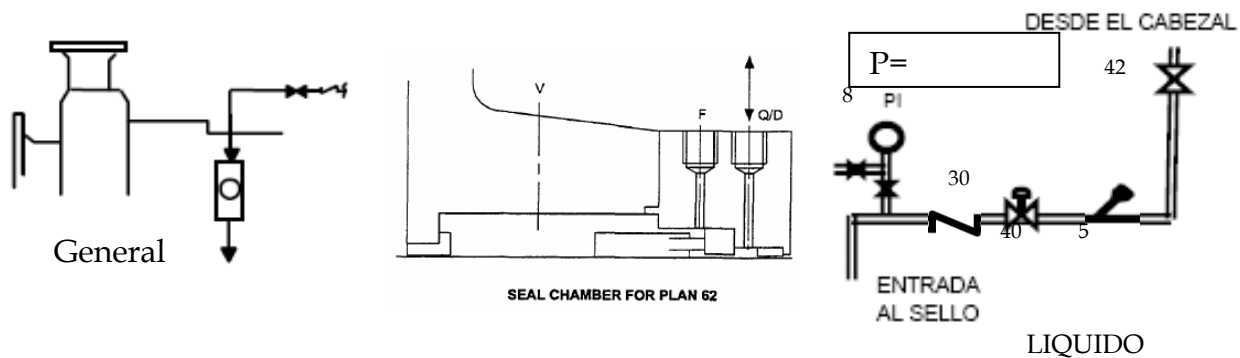
Diagrama

<b>Bomba ref. -</b>			
Ítem	Descripción	SI	NO
1	Tubería del plan de sellado mínimo de 1/2".		
2	Trampa de vapor de 1/2", tipo termodinámica con filtro (mesh40), P op. 5 -600 psig, SW		
3	Manómetro (PI), escala sencilla 4.5"Dial. Rango adecuado (0-10 Psig)		
4	Válvula cheque tipo bola de 1/2".		
5	Válvula reguladora de flujo tipo globo de 1/2", diafragma metálico. P entrada máx. 50 psig. P salida 3 -5 psig.		
6	Válvula tipo compuerta 1/2" antes de controladora de flujo		
7	Válvula tipo compuerta 1/2" después de controladora de flujo		
8	Válvula tipo compuerta 1/2" antes de trampa de vapor		
9	Válvula tipo compuerta 1/2" antes de tren de reducción		
10	Válvula reguladora de flujo tipo globo de 1/2" en by-pass		
11	Disposición de tubería en tren de reducción		
12	Manómetro (PI) en buen estado		
13	Drenaje a sitio seguro normalmente abierto.		
14	No comparte línea de alimentación de fluido con otros equipos		
15	No fugas en sistema de sellos		

**INFORMACION DE RESPALDO PLAN DE SELLADO 62 (VAPOR DE AGUA  
SECO O NITROGENO)**

<b>VERIFICACIONES</b>	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	La tubería usada para el plan de sellado debe ser mínimo de 1/2" (1/2" NPT) , los materiales deben cumplir con los requerimientos en la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo K)
2	El uso de la trampa de vapor es para evitar que entre algo de líquido a la cámara del sello y se vaporice al interior produciendo algo parecido al flasheo y dañando las caras
3	El manómetro (PI) es para mantener la presión en un rango de 3-5 psig. Una presión no menor a 3 psig para asegurar una correcta limpieza, y una presión no mayor a 5 psig para asegurar que no se desplace el asiento del sello mecánico.
4	Se utiliza para evitar una posible recirculación. Para mas detalles de la válvula consultar la tabla 4 de Norma API 682 3ed. (Anexo K)
5	Se debe asegurar un flujo adecuado de líquido para el sello con el fin de mantener la confiabilidad del sello. Para mas detalles acerca de la válvula consultar la tabla 4 de Norma API 682 3ed. (Anexo K)
6	Se utiliza para redireccionar el flujo en el caso de mantenimiento de esta válvula. Para mas detalles acerca de la válvula consultar la tabla 4 de Norma API 682 3ed. (Anexo K)
7	Se utiliza para redireccionar el flujo en el caso de mantenimiento de esta válvula. Para mas detalles acerca de la válvula consultar la tabla 4 de Norma API 682 3ed. (Anexo K)
8	Se utiliza para redireccionar el flujo en el caso de mantenimiento de esta válvula. Para mas detalles acerca de la válvula consultar la tabla 4 de Norma API 682 3ed. (Anexo K)
9	Se utiliza para redireccionar el flujo en el caso de mantenimiento de esta válvula. Para mas detalles acerca de la válvula consultar la tabla 4 de Norma API 682 3ed. (Anexo K)
10	Esta válvula se usa en los casos que se le realiza mantenimiento a la válvula reguladora de caudal. Para usar esta válvula se debe tener cuidado que no halla riesgo de una sobrepresión en la línea de vapor que dañe el sello. Para mas detalles acerca de la válvula consultar la tabla 4 de Norma API 682 3ed. (Anexo K)
11	La disposición de tubería en tren de reducción es útil para evitar que las vibraciones de la tubería afecten las vibraciones de la bomba y aparezcan problemas como resonancia o deforme la carcasa de la bomba.
13	Asegúrese que el drenaje de líquido caliente de la trampa de vapor se dirija a un sitio seguro para evitar posibles quemaduras a personal o daños a otros equipos.
14	Se debe mantener para cada bomba un tren de reducción independiente para evitar que en el momento que falle el tren no quede más de un equipo sin vapor para el sello.

## Lista de chequeo Plan 62 (Agua Liquida)



### Bomba ref. -

Ítem	Descripción	SI	NO
1	Tubería del plan de sellado mínimo de 1/2"		
2	No fugas en sistema de sellos		
3	Filtro en Y min. 1/2" (opcional)		
4	Indicador de presión (PI) en buen estado		
5	Drenaje a sitio seguro		
6	Manómetro (PI), escala sencilla 4.5" Dial. Rango adecuado (0-10 Psig)		
7	Válvula cheque tipo bola de 1/2".		
8	No comparte línea de alimentación con otros equipos		
9	Válvula reguladora de flujo tipo globo de 1/2"		
10	Válvula cierre		

**INFORMACION DE RESPALDO PLAN DE SELLADO 62 (AGUA LIQUIDA)**

<b>VERIFICACIONES</b>	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	La tubería usada para el plan de sellado debe ser mínimo de 1/2" (1/2" NPT), los materiales deben cumplir con los requerimientos en la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo K)
3	Se recomienda un filtro en Y de 1/2" para reducir la cantidad de partículas que le pueda ingresar al sello y así asegurar una limpieza adecuada del sello. Para mas detalles consultar la tabla 4 de Norma API 682 3ed. (Anexo K)
4	El manómetro (PI) es para mantener la presión en un rango de 1-2 psig. Una presión no menor a 1 psig para asegurar una correcta limpieza, y una presión no mayor a 2 psig para asegurar que no se desplace el asiento del sello mecánico.
5	Se recomienda enviar el drenaje a una alcantarilla para evitar contacto con los residuos que contiene el agua (cáusticos, ácidos, etc.) del sello.
6	Para mas detalles acerca de la válvula consultar la tabla 4 de Norma API 682 3ed. (Anexo K)
7	Para mas detalles acerca de la válvula consultar la tabla 4 de Norma API 682 3ed. (Anexo K)
8	No comparta la línea de liquido con otros equipos para reducir el riesgo de dejar varias bombas sin sistema auxiliar de sellado en el caso de falle la línea.
9	Para mas detalles acerca de la válvula consultar la tabla 4 de Norma API 682 3ed. (Anexo K)
10	Para mas detalles acerca de la válvula consultar la tabla 4 de Norma API 682 3ed. (Anexo K)

**MAS INFORMACION PLAN DE SELLADO 62 (VAPOR DE AGUA SECO - AGUA LIQUIDA-NITROGENO)**

**USOS PLAN 62**

Solo para sellos sencillos, pero se debe colocar un anillo de restricción en la cámara del sello donde entra el liquido del plan de sellado para evitar su fuga.

Fluidos que oxidan o coquizan

Hidrocarburos a mas de 350° F (Coquizan)

Fluidos que cristalizan o forman sales (Cáusticos)

Bombas horizontales y verticales

Cáusticos (Cristalizan)

Fluidos fríos con temperaturas inferiores 32° F (0° C), pueden crear hielo en la cara atmosférica del sello mecánico

Se puede usar en bombas horizontales o verticales

Además ofrece el beneficio de refrigerar el producto para evitar flasheo, o calentar para que no se asiente el producto bombeado

**RECOMENDACIONES PLAN 62**

Se puede usar vapor de agua a baja presión, agua líquida o nitrógeno a baja presión como fluido en el plan de sellado

La presión máxima recomendada para este plan debe ser 7psig, para evitar desplazar el asiento del sello mecánico.

Los fluido generalmente usados para el Quench o plan 62 son vapor de agua, nitrógeno o agua líquida.

La brida del sello mecánico puede usar un sistema de restricción como empaquetaduras, sello de labio, buje segmentado o buje fijo de restricción.

La circulación por la línea de Quench debe iniciarse antes de encender la bomba para evitar que el agua líquida o las partículas que se polimerizan, coquizan o cristalizan dañen el sello.

Asegúrese que la entrada de liquido a la cámara de sellado sea por el lado superior de la brida y el drenaje por el lado inferior.

**LIMITACIONES PLAN 62**

Cuando la cámara de sello esta a una presión igual o inferior a la presión de succión.

Fluidos viscosos, que polimericen, termosensitivos o lodos pueden bloquear las RO (Platinas de orificio).

Fluidos sucios que erosionen o dañen el sello

No se debe usar vapor húmedo porque puede producir flasheo (vaporización repentina en las caras del sello mecánico).

**FALLA TIPICA PLAN 62**

Se recomienda revisar periódicamente la restricción atmosférica del sello (Bujes, empaques) para evitar su deterioro

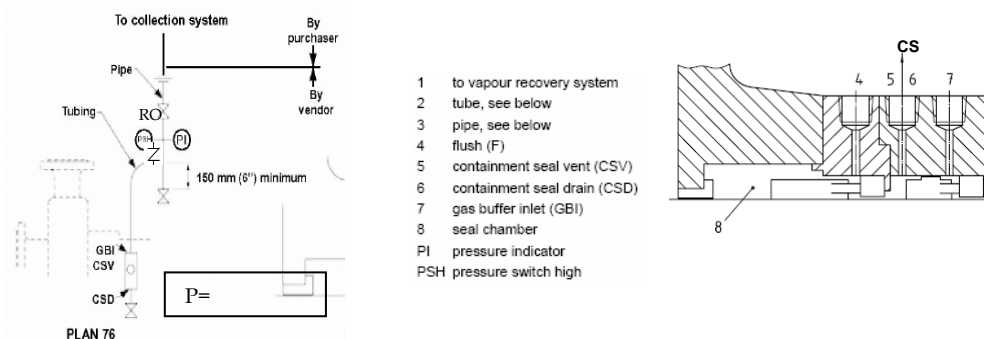
Revisar las válvulas del plan de sellado debido a que ocasionalmente se dejan cerradas y el sello sufre por contaminación de las caras.

**CONDICIONES DE OPERACION**

Cuando use agua líquida para el plan de sellado, mantenga la presión máximo en 2psig.

Cuando use vapor seco o nitrógeno, mantenga la presión entre 3-5 psig.

## Plan 76(Vent)



- PSL - PSH: Pressure Switch (baja ó alta)      PI: Indicador de Presión  
 FI: Indicador de Flujo                              F: Flush  
 GBI: Gas entrada Fluido Barrera              GBO: Gas salida Fluido Barrera  
 V: Venteo

### Lista de chequeo Plan 76

Bomba ref. -			
Ítem	Descripción	SI	NO
1	Tubería plan mínimo de 1/2"		
2	Verificación platina de orificio (RO) mínimo 1/8" Standard		
3	No fugas en sistema de sellos		
4	Uniones soldadas en plan en tubería		
5	Uniones roscadas en plan en tubería		
6	Indicador de presión (PI) buen estado		
7	Drenaje a sitio seguro (3/4" NPT)		
8	Venteo conectado a sitio seguro (3/4" NPT)		
9	Venteo es tipo cuello de ganso (3/4" NPT)		
10	Switch de Presión instalado		
11	Switch de Alta Presión conectado al DCS		
12	Manómetro (PI), escala sencilla 4.5"Dial. Rango adecuado (0-30) Psig		
13	Válvula cheque tipo bola de 3/4" en venteo.		
14	Líneas eléctricas protegidas con conduit		
15	Tubing conformado en plan de sellado.		
16	No comparte venteo con otros equipos		
17	Válvula tipo compuerta 3/4" NPT en venteo		
18	Tubería mínimo 1/2" NPT (drenaje condensado)		

**INFORMACION DE RESPALDO PLAN 76**

**VERIFICACIONES**

ITEM	DESCRIPCION
1	La tubería usada para el plan de sellado debe ser mínimo de 1/2" (1/2" NPT), los materiales deben cumplir con los requerimientos en la tabla 4 de la norma API 682 3ed. (Anexo K)
2	Se debe usar la RO (platina de orificio) en línea de venteo para reducir la presión en caso que falle el sello primario. Se debe tener cuidado al calcular el diámetro correcto de la RO (Platina de orificio) para obtener un flujo correcto y no se tapone la platina, no se debe montar la RO en uniones universales porque no permite la verificación de la platina de orificio.
	La norma API 682 3ed. exige que todas las RO (Platina de orificio) deben estar montadas entre bridas y tengan una lengüeta de información que incluya:
	Diámetro de la RO (Platina de orificio)
	Tamaño de la tubería material de la RO (Platina de orificio)
3	
4	Se deben soldar la mayor parte de las uniones que se pueda para evitar todos los puntos de fuga en el caso que el fluido de proceso sea peligroso (toxico o Inflamable), seguir recomendaciones de la tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
5	Se recomienda usar tubería roscada cuando una fuga del fluido de proceso no represente un peligro (Toxico o inflamable). Tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
6	El indicador de presión debe estar en buen estado pues un aumento repentino en la lectura del indicador puede significar falla del sello.
7	El drenaje debe llevar a un sitio seguro por contener condensado de líquidos peligrosos, además es importante porque evita que el sello trabaje en condiciones inapropiadas con los residuos del condensado. La línea de drenaje debe tener una válvula de cierre, no se deben usar tapones. Para detalles de la válvula se recomienda seguir la tabla 4 de la Norma API 682 3ed. (Anexo K)
8	El venteo debe estar conectado a un sitio seguro recuperador de vapores del reservorio (Cabezal a Tea, Tanque), ya estos pueden ser un riesgo para la seguridad y salud de los operarios.
9	La conexión del venteo del reservorio al sistema de disposición de emisiones (cabezal a Tea o un tanque) debe ser tipo cuello de ganso para evitar que el condensado de los vapores recircule al reservorio.
10	El plan de sellado debe tener montado un Switch de presión para controlar la presión en el rango adecuado.
11	No solo debe estar montado el Switch de presión, sino que también se debe conectar al DCS para llevar a cabo el monitoreo de las presiones de manera efectiva.
12	El indicador de presión debe tener un rango entre 5 y 30 psig para poder conocer la presión inclusive si se dispara el Switch de presión.

13	El plan de sellado debe tener un válvula cheque en el venteo para evitar un reflujó de condensado o gases en el caso de un aumento repentino de la presión en el cabezal o una inadecuada conexión del venteo (una conexión sin cuello de ganso), información adicional tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)
14	Las líneas eléctricas deben estar tendidas con conduit hasta la bandeja principal para evitar que la línea quede expuesta y se rompa fácilmente.
15	Para reducir puntos de fuga, evitar soldadura y reducir pérdidas se recomienda usar tubing conformado, mas información tabla 4 norma API 682 3ed. (Anexo K)
16	Es recomendable <b>no</b> conectar los venteos de los equipos a una misma línea antes del sitio del sitio recuperador de vapores (Como el cabezal a tea) porque cuando falle esta línea ambos equipos quedarían sin venteo y esto es muy peligroso
17	Se debe colocar una válvula de cierre en el venteo para el caso de mantenimiento al sistema o parada del equipo, etc. Para información detallada del tipo de válvula se recomienda consultar la tabla 4 de la Norma API 682 3ed. (Anexo K)
18	La tubería del drenaje del reservorio debe ser mínimo de 1/2'' (1/2'' NPT) para una rápida evacuación del líquido al interior del reservorio, mas información tabla 4 Norma API 682 3ed. (Anexo K)

## MAS INFORMACION PLAN DE SELLADO 76

### RECOMENDACIONES

Revisar continuamente las válvulas para asegurar que estén abiertas y evitar aumentos de presión en las líneas.

Generalmente se utiliza un arreglo 2 para el sello mecánico, es decir sello dual no presurizado. La cara atmosférica del sello mecánico puede trabajar en seco o con un gas barrera (nitrógeno), por eso es importante drenar el condensado del sello.

Se debe prestar atención a las condiciones del fluido de proceso en la cámara de sellado para evitar coque o cristalización o polimerización.

### USOS

Bombas horizontales o verticales.

Líquidos que vaporizan a condiciones ambientales.

Fluidos que no polimerizan, cristalizan o coquizan.

Líquidos peligrosos de baja concentración.

Líquidos explosivos o inflamables.

Hidrocarburos livianos.

### LIMITACIONES

Solo para fluidos peligrosos de baja concentración, en el caso de líquidos en los que no se permite ninguna fuga se recomienda un plan de sellado 52 o 53.

### FALLA TIPICA

Cuando se observa un aumento de presión repentino puede ser una falla del sello primario

Cuando se observa un aumento de presión puede ser la línea de venteo del reservorio cerrada.

### CONDICIONES DE OPERACIÓN

Se recomienda mantener la presión en el plan de sellado máximo en 5 psig.

El disparo del switch de presión debe estar a máximo 10 psig.

### 3. k. ANEXO K: Mínimos requerimientos de materiales, uniones, válvulas y tubería de planes de sellado.

API Standard 682

Table 4 — Minimum requirements for auxiliary piping materials

System	Group I		Group II		Group III	
	Nonflammable/ Nonhazardous	Flammable/ Hazardous	≤ 500 kPa (≤ 75 psig)	> 500 kPa (> 75 psig)	Standard (≤ 1 NPS)	Optional (≥ 1-1/2 NPS)
Pipe	Seamless <sup>a</sup>	Seamless <sup>a</sup>	Seamless <sup>a</sup>	Seamless <sup>a</sup>	—	ASTM A120 Schedule 40 galvanized to conform to ASTM A 153
Tubing <sup>b</sup>	Seamless ASTM A 269 Type 316 stainless steel	Seamless ASTM A 269 Type 316 stainless steel	Seamless ASTM A 269 Type 316 stainless steel	Seamless ASTM A 269 Type 316 stainless steel	Seamless ASTM A 269 Type 316 stainless steel	—
All valves	Class 800	Class 800	Class 800	Class 800	Class 200, bronze	stainless steel Class 200, bronze
Gate and globe valves	Bolted bonnet and gland	Bolted bonnet and gland	Bolted bonnet and gland	Bolted bonnet and gland	—	—
Pipe fittings and unions	Forged, Class 3000	Forged, Class 3000	Forged, Class 3000	Forged, Class 3000	—	ASTM A 338 and A 197, Class 150, malleable iron, galvanized to ASTM A 153
Tube fittings	Manufacturer's standard	Manufacturer's standard	Manufacturer's standard	Manufacturer's standard	Manufacturer's standard	—
Fabricated joints ≤ 1 NPS	Threaded	Socket Welded	Threaded	Socket Welded	Threaded	Threaded
Fabricated joints ≥ 1-1/2 NPS	—	—	—	—	—	Purchaser to specify
Gaskets	Type 304 or 316 stainless steel, spiral wound	Type 304 or 316 stainless steel, spiral wound	Type 304 or 316 stainless steel, spiral wound	Type 304 or 316 stainless steel, spiral wound	—	—
Flange bolting	ASTM A 193, Grade B7 ASTM A 194, Grade 2H	ASTM A 193, Grade B7 ASTM A 194, Grade 2H	ASTM A 193, Grade B7 ASTM A 194, Grade 2H	ASTM A 193, Grade B7 ASTM A 194, Grade 2H	—	—

NOTES  
 1. Carbon steel piping shall conform to ASTM A 53, Grade B, ASTM A 106, Grade B, ASTM A 524, or API Specification 5L, Grade A or B. Carbon steel fittings, valves and flanged components shall conform to ASTM A 105 and A 181.  
 2. Stainless steel piping shall be seamless in accordance with ASTM A 312, Type 316L. Stainless steel fittings, valves and flanged components shall conform to ASTM A 182, Type 316L.  
<sup>a</sup> Schedule 80 for diameters from 1/2 NPS to 1-1/2 NPS; Schedule 40 for diameters 2 NPS and larger.  
<sup>b</sup> Acceptable tubing sizes are (ref ISO 4200), 12.7 mm dia x 1.65 mm wall (1/2-inch dia x 0.065-inch wall), 19 mm dia x 2.6 mm wall (3/4-inch dia x 0.095-inch wall), 25 mm dia x 2.9 mm wall (1-inch dia x 0.109-inch wall), 25 mm dia x 2.9 mm wall (1-inch dia x 0.109-inch wall).

### 3.I. ANEXO L: Condiciones de operación planta Aromáticos

Condiciones de operación planta Aromáticos (Hoja 1)							
TAG	Fluido de proceso	T suc (°F)	T des(°F)	P suc (Psig)	P des(psig)	Observaciones	CATEGORIZACION API 682 3ed.
SP1301A	NAFTA - GASOLINA	97	107	10	120	EN PLANTA	2
SP1301B	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1302A	NAFTA - GASOLINA	103	104	25	110	EN PLANTA	2
SP1302B	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1303A	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1303B	NAFTA - GASOLINA	267	264	29	110	EN PLANTA	2
SP1304C	NAFTA - GASOLINA	395	376	30	140	EN PLANTA	2
SP1304D	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1305A	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1305B	NAFTA - GASOLINA	165	161	30	130	EN PLANTA	2
SP1306	VAR SOL	103	104	6	75	EN PLANTA	3
SP1308C	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1308D	NAFTA - GASOLINA	160	156	248	450	EN PLANTA	2
SP1309A	NAFTA - GASOLINA	330	325	90	75-100	EN PLANTA	2
SP1309B	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1310A	NAFTA - GASOLINA TRATADA PESADA					NO TRABAJA	2
SP1310B	NAFTA - GASOLINA	106	108	80	200	EN PLANTA	2
SP1311C	NAFTA - GASOLINA	260	261	85	475	EN PLANTA	2
SP1311D	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1312C	NAFTA - GASOLINA					NO TRABAJA	2
SP1312D	NAFTA - GASOLINA	365	353	150	>600	EN PLANTA	2
SP1313C	PROPANO					NO TRABAJA	2
SP1313D	PROPANO	93	97	140	400	EN PLANTA	2
SP1317C	NAFTA - GASOLINA					NO ENCONTRADA	2
SP1317D	NAFTA - GASOLINA					NO ENCONTRADA	2
SP1320A	VAR SOL					NO TRABAJA	3
SP1320B	VAR SOL					NO TRABAJA	3
SP1401A	Nafta platformada	103	104	10	135	EN PLANTA	2

SP1402A	RAFINATO					NO TRABAJA	2
SP1402B	RAFINATO	98	100		120	EN PLANTA	2
SP1403A	Solvente sulfolane, rico en aromáticos	292	286		60	EN PLANTA	3
SP1403B	Solvente sulfolane, rico en aromáticos					NO TRABAJA	3
SP1404A	agua desmineralizada o condensado	113	116	5	55	EN PLANTA	NO
SP1404B	agua desmineralizada o condensado					NO TRABAJA	NO
SP1405A	Rafinado	115	114	0	225	EN PLANTA	2
SP1405B	Rafinado					NO EN PLANTA	2
SP1406A	AGUA					NO TRABAJA	NO
SP1407A	SOLVENTE (SULFOLANE)					NO TRABAJA	3
SP1407B	SOLVENTE (SULFOLANE)	315	305		175	EN PLANTA	3
SP1409A	Extracto aromático	93	91			EN PLANTA	2
SP1409B	Extracto aromático				30	NO TRABAJA	2
SP1411	Ortoxileno de proceso					NO TRABAJA	2
SP1412	Mezcla de aromáticos					NO ENCONTRADA	2
SP1413A	Solvente regenerado					NO EN PLANTA	3
SP1413B	Solvente regenerado					NO EN PLANTA	3
<b>Condiciones de operación planta Aromaticos (Hoja 2)</b>							
Tag	Fluido de proceso	T suc(°F)	T des(°F)	P suc(Psig)	P des(psig)	Observaciones	CATEGORIZACION API 682 3ed.
SP1501A	Extracto aromático					NO TRABAJA	2
SP1501B	Extracto aromático	97	99		250	EN PLANTA	2
SP1502A	AROMATICOS MEZCLADOS	270	260			EN PLANTA	2
SP1502B	AROMATICOS MEZCLADOS					NO TRABAJA	2
SP1503A	HIDROCARBUR O MAS BENCENO	160	160	50	75	EN PLANTA	2
SP1503B	HIDROCARBUR O MAS BENCENO					NO TRABAJA	2
SP1504A	REFLUJO BENCENO	104	104	7	60	EN PLANTA	2
SP1504B	BENCENO					NO TRABAJA	2
SP1505A	XILENO					NO TRABAJA	2
SP1505B	XILENO	274	278		100	EN PLANTA	2
SP1506A	REFLUJO	115	114	6	100	EN PLANTA	2

	TOLUENO						
SP1506B	REFLUJO TOLUENO					NO TRABAJA	2
SP1507A	ORTOXILENO+ C9					NO TRABAJA	2
SP1507B	ORTOXILENO+ C9	325	321	20	90	EN PLANTA	2
SP1508A	XILENO					NO TRABAJA	2
SP1508B	XILENO	144	146	7	95	EN PLANTA	2
SP1509A	CUMENOS	322	313	100	100	EN PLANTA	2
SP1509B	CUMENOS					NO TRABAJA	2
SP1510A	REFLUJO ORTOXILENO	195	191	6	75	EN PLANTA	2
SP1510B	REFLUJO ORTOXILENO					NO TRABAJA	2
SP1511A	BENCENO					NO TRABAJA	2
SP1511B	TOLUENO	90	91			EN PLANTA	2
SP1512	ORTOXILENO+ C9					NO TRABAJA	2
SP1513	Xilenos	299	290	<-30	40	EN PLANTA	2
SP1601A	Tolueno					NO ESTA	2
SP1601B	Tolueno	115	129		740	EN PLANTA	2
SP1602A	BENCENO - TOLUENO	108	107	540	460	EN PLANTA	2
SP1602B	BENCENO - TOLUENO					NO TRABAJA	2
SP1603A	BENCENO - TOLUENO	102	102	125	170	EN PLANTA	2
SP1603B	BENCENO - TOLUENO					NO TRABAJA	2
SP1703A	SODA CAUSTICA	98	98	300	375	EN PLANTA	2
SP1703B	SODA CAUSTICA					NO TRABAJA	2
SP1704	CONDENSADO	107	108	400	420	EN PLANTA	NO
SP1705A	Benceno					NO TRABAJA	2
SP1705B	Benceno	96	104		500	EN PLANTA	2
SP1706A	Ciclohexano	101	105		550	EN PLANTA	2
SP1706B	Ciclohexano					NO TRABAJA	2
SP1707A	REFLUJO CICLOHEXANO	99	102	50		EN PLANTA	2
SP1707B	REFLUJO CICLOHEXANO					NO ESTA	2
SP1708A	Agua desmineralizada	161	165			EN PLANTA	NO
SP1708B	Agua desmineralizada					NO TRABAJA	NO
1709	Hexano-Ciclohexano					NO TRABAJA	2
1414A	condensado agua					NO EN PLANTA	NO
1414B	condensado agua					NO EN PLANTA	NO
1401	Sistema de					NO TRABAJA	

	bombeo carga de la T1401						
<b>1406B</b>	agua- solvente	218	220		70	EN PLANTA	2



### 3. m. ANEXO M: Características físicas, químicas, peligrosidad y toxicidad fluidos de proceso planta de aromáticos

#### CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS, PELIGROSIDAD Y TOXICIDAD FLUIDOS DE PROCESO PLANTA DE AROMATICOS

FLUIDO	CARACTERISTICAS					DATOS FISICOS Y QUIMICOS						CATEGORIA RIESGOS PARA LA SALUD				Rombo			CATEGORIZACION API682 3ed.	
	Inflamable	Explosivo	Irritante	Toxico	Corrosivo	asfixiante	Pto. Ebullición °C (760 mm Hg)	Presión Vapor (20° C)	Gravedad especifica	Pto. Congelamiento (°C)	T° inflamación (°C)	Punto auto ignición (°C)	Carcinogénico	Embriotoxico	Mutagénico	Teratogenico	Riesgo salud(azul)	Inflamabilidad(rojo)		Reactividad(amarillo)
BENCENO, BENCENO-TOLUENO(55-45), EXTRACTO AROMATICO, MEZCLA DE AROMATICOS	X	X	X	X			80.1	10 Kpa a 20°C	0.879	40,7 °F	-11.1	562	1A		3A		2	3	0	2
TOLUENO, FONDO DE LA T 1502	X		X	X	X		110.6	28mm Hg a 25°C	0.87	-95	4.4	536					2	3	0	2
XILENOS MEZCLADOS, FONDO DE LA T 1503	X		X	X			137	6 mm Hg a 20°C	0.86	-48	30.5	563					2	3	0	2
CICLOHEXANO	X		X	X			81	95mm Hg	0,783 a 15,6°C	7	-20	260					1	3	0	2
O-XILENO, FONDO DE LA T 1504, CUMENOS	X		X	X			144	5,2 mm Hg a 25°C	0.879	-25	17	463					2	3	0	2
SULFOLANE, SOLVENTE REGENERADO							285	14,53 mm Hg a 302°F	1.264	27,4-27,8	166						2	1	1	3
SODA CAUSTICA (HIDROXIDO DE SODIO)				X	X		1390	0,13Kpa a 739 °C	2.13	318							3	0	1	2
HEXANO, RAFINATO	X		X	X			68.8	100mm Hg	0.66	-95	-21.7	260					1	3	0	2
DISOLVENTE N°4, VARSOL	X						150-				38						1	2	0	3



	<b>AZUL - SALUD</b>	<b>ROJO- INFLAMABILIDAD</b>	<b>AMARILLO- REACTIVIDAD</b>
<b>4</b>	Sustancias que con una muy corta exposición puedan causar la muerte o daño permanente aún en caso de atención médica inmediata. <i>Ej. <b>Ácido Fluorhídrico.</b></i>	Materiales que se vaporizan rápido o completamente a la temperatura y presión atmosférica ambiental, o que se dispersen y se quemen fácilmente en el aire. <i>Ej. <b>Acetaldehído.</b></i>	Materiales que por sí mismos son capaces de explotar o detonar, o de reacciones explosivas a temperatura y presión normales. <i>Ej. <b>Nitroglicerina.</b></i>
<b>3</b>	Materiales que bajo una corta exposición pueden causar daños temporales o permanentes aunque se dé pronta atención médica. <i>Ej. <b>Hidróxido de potasio.</b></i>	Líquidos y sólidos que pueden encenderse en casi todas las condiciones de temperatura ambiental. <i>Ej. <b>Estireno.</b></i>	Materiales que por sí mismos son capaces de detonación o de reacción explosiva que requiere de un fuerte agente iniciador o que debe calentarse en confinamiento antes de ignición, o que reaccionan explosivamente con agua. <i>Ej. <b>Dinitroanilina.</b></i>
<b>2</b>	Materiales que bajo su exposición intensa o continua puede causar incapacidad temporal o posibles daños permanentes, a menos que se dé tratamiento médico rápido. <i>Ej. <b>Trietanolamina.</b></i>	Materiales que deben calentarse moderadamente o exponerse a temperaturas altas antes de que ocurra la ignición. <i>Ej. <b>orto - cresol.</b></i>	Materiales inestables que están listos a sufrir cambios químicos violentos pero que no detonan. También debe incluir aquellos materiales que reaccionan violentamente al contacto con el agua o que pueden formar mezclas potencialmente explosivas con agua. <i>Ej. <b>Ácido sulfúrico.</b></i>
<b>1</b>	Materiales que bajo su exposición causan irritación pero sólo daños residuales menores aún en ausencia de tratamiento médico. <i>Ej. <b>Glicerina.</b></i>	Materiales que deben precalentarse antes de que ocurra la ignición. <i>Ej. <b>Aceite de palma.</b></i>	Materiales que de por sí son normalmente estables, pero que pueden llegar a ser inestables sometidos a presiones y temperaturas elevadas, o que pueden reaccionar en contacto con el agua, con alguna liberación de energía, aunque no en forma violenta. <i>Ej. <b>Ácido Nítrico</b></i>
<b>0</b>	Materiales que bajo su exposición en condiciones de incendio no ofrecen otro peligro que el de material combustible ordinario. <i>Ej. <b>Hidrógeno*.</b></i>	Materiales que no se queman. <i>Ej. <b>Ácido clorhídrico.</b></i>	Materiales que de por sí son normalmente estables aún en condiciones de incendio y que no reaccionan con el agua. <i>Ej. <b>Cloruro de Bario.</b></i>

### **3.n. ANEXO N: Calculo de potencia mínima requerida por un enfriador en planes de sellado.**

Para calcular la mínima potencia de un enfriador se debe tener en cuenta el fluido a enfriar, el fluido que enfriara (Agua), y el caudal de cada uno de los fluidos usados. Se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

$$E = C_{\text{agua}} \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot Q \cdot (T_{\text{in}} - T_{\text{sal}}) \cdot g \cdot f$$

$$E = \text{Energia perdida por el liquido enfriado} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = W$$

$$C_{\text{agua}} = \text{Calor especifico del agua} = 4083.3 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\delta_{\text{agua}} = \text{Densidad del agua} = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = \text{Caudal del liquido enfriado} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$T_{\text{in}} = \text{Temperatura de entrada al enfriador } ^\circ\text{C o } ^\circ\text{F}$$

$$T_{\text{sal}} = \text{Temperatura de salida del enfriador } ^\circ\text{C o } ^\circ\text{F}$$

$g$  = gravedad especifica del fluido = sirve para corregir la densidad del liquido en el caso de no ser agua, valor adimensional

$f$  = Factor de correccion de calor especifico = sirve para corregir el valor del calor especifico en el caso de no ser agua, valor adimensional

Ejemplo = Se quiere calcular el caudal de agua de enfriamiento necesario para refrigerar un hidrocarburo de 650° F a 200° F con un caudal de 3 GPM del hidrocarburo.

$$g = 0.7$$

$$f = 0.5$$

$$Q = 3\text{GPM} = 0.0001892706 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$T_{\text{in}} = 650^\circ F$$

$$T_{\text{sal}} = 200^\circ F$$

$$\delta_{\text{agua}} = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$C_{\text{agua}} = 4083.3 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$E = 121723.661 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 121.7 \text{KW}$$

Para calcular el aumento de temperatura del agua de enfriamiento se recomienda el siguiente procedimiento :

La energía perdida por el hidrocarburo se puede aproximar como la misma que absorbe el agua

Despejamos la ecuación anterior y :

$$E = 121723.661 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 121.7 \text{KW}$$

$g = 1$ ; por estar calculando agua

$f = 1$ ; por estar calculando agua

$$C_{\text{agua}} = \text{Calor específico del agua} = 4083.3 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\delta_{\text{agua}} = \text{Densidad del agua} = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Para el agua de enfriamiento supusimos un caudal de 5GPM =  $0.000315451 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

$$\Delta T = \frac{E}{g \cdot f \cdot Q \cdot C_{\text{agua}} \cdot \delta_{\text{agua}}} = 94.5^\circ \text{F}$$

Se recomienda que el mínimo diferencial de temperatura del fluido de proceso que pasa por el intercambiador sea 50° F y se cumple el requisito, también se recomienda que el máximo diferencial de temperatura del agua de enfriamiento sea 300° F y también se cumple. Por eso se toma este cálculo como correcto.

El intercambiador se recomienda de 150 KW para asegurarnos que refrigere lo suficiente.

#### **4. BIBLIOGRAFIA**

- API 682, Pumps—Shaft Sealing Systems for Centrifugal and Rotary Pumps, Third Edition, September 2004.
- Flowserve, Review of Mechanical Seal Piping Plans.
- Shell, Shaft sealing systems for centrifugal and rotary pumps (amendments /supplements to api 682).
- Jhon Crane, Buffer and Barrier Fluids, November 1996.
- Jhon Crane, Mechanical seal piping plans.
- [www. Royalpurple.com](http://www.Royalpurple.com)

## ANEXO B. PLANES AUXILIARES DE SELLADO Y PLANES AUXILIARES DE SELLADO

### **Lubricación Y Enfriamiento**

El contacto de las caras de los Sellos Mecánicos produce una fricción que debe ser minimizada para evitar recalentamiento y desgaste de las mismas. La solución es proveer una película interfacial de lubricación que evite el contacto directo. Esta película debe ser renovada constantemente mediante circulación de un fluido para poder realizar sus dos funciones primordiales: Lubricación y Enfriamiento.

Dependiendo del tipo de fluido bombeado, de sus características y de las condiciones en las cuales se bombea, variará el sistema de soporte para garantizar que se produzca la adecuada lubricación y enfriamiento de las caras del sello mecánico. En base a esto el API (American Petroleum Institute) ha especificado los diferentes sistemas de soporte denominados como Planes API o sistemas auxiliares de sellado. En la siguiente tabla se referencia los planes de sellado.

A continuación se hará una descripción de cada uno de los planes auxiliares de sellado, con su descripción, uso, elementos, verificaciones y plano.

## PLAN API 1

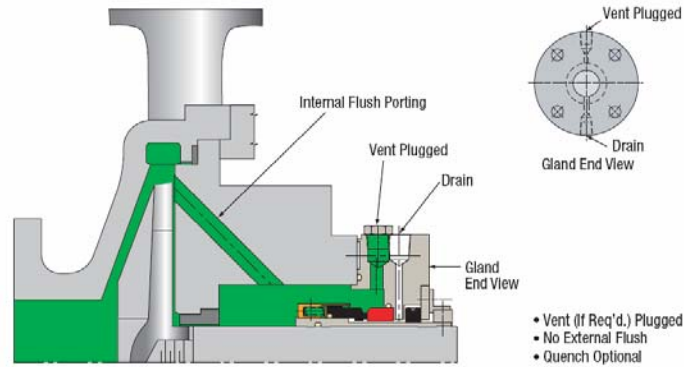


Figura 1. Esquema Plan API 1

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
Recirculación integral	<p>Bombas domesticas con cajas de sello abiertas o acampanadas.</p> <p>También se presenta con una perforación interna desde la descarga hasta la cavidad de sellado.</p> <p>Su uso esta limitado a Bombas cuya cabeza total de descarga sea menor de 125 pies. No se recomienda en bombas verticales</p>	Ninguno	<p>Ninguna.</p> <p>La cantidad del flujo depende de la presión diferencial.</p> <p>Cualquier modificación de la bomba afectaría el plan</p>

Tabla 1. Plan API 1

## PLAN API 11

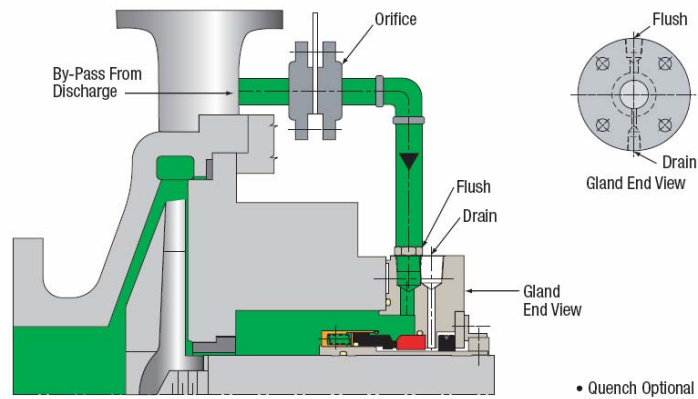
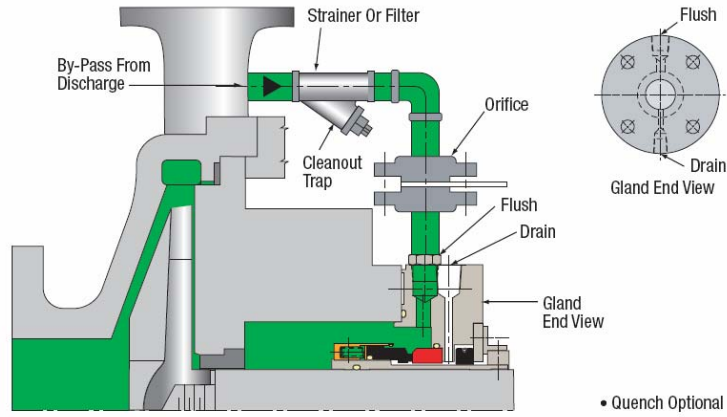


Figura 2. Esquema Plan API 11

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
Recirculación desde la descarga de la bomba hasta las caras de sello, pasando por una Placa Orificio	Bombas horizontales.  Servicio General.	Placa Orificio	Placa Orificio de 1/8" mínimo si el diferencial de presión sobrepasa 50 psi.  Caudal recomendado 1 gpm por cada pulgada de sello.  Para aplicaciones de mas de 3600 rpm o presiones superiores a 500 psi debe calcularse el calor generado y el flujo de enfriamiento

Tabla 2. Plan API 11

**PLAN API 12**



**Figura 3. Esquema Plan API 12**

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
<p>Recirculación desde la descarga de la bomba hasta las caras de sello, pasando por un filtro y una Placa Orificio</p>	<p><b>Bombas horizontales.</b></p> <p><b>Líquidos limpios con eventuales partículas.</b></p> <p><b>Servicio General.</b></p>	<p><b>Placa Orificio</b></p> <p><b>Filtro en "Y"</b></p>	<p><b>Verificar exista la Placa Orificio según el diferencial de presión.</b></p> <p><b>Verificar que el filtro no se encuentre obstruido.</b></p>

**Tabla 3. Plan API 12**

## PLAN API 13

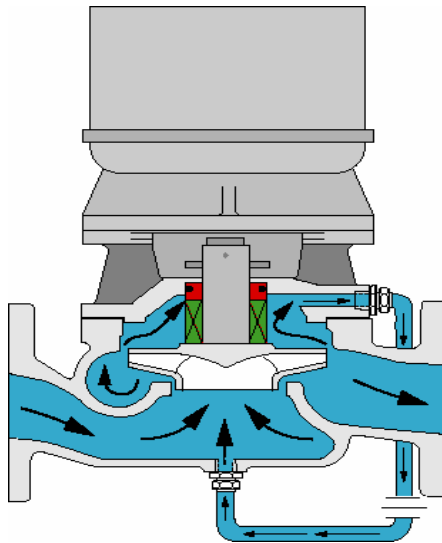


Figura 4. Esquema Plan API 13

Descripción	Usos	Elementos de Plan	Verificaciones
Circulación desde la cavidad de sellado hasta la succión pasando por una Placa Orificio	<p>Bombas verticales.</p> <p>Líquidos limpios.</p> <p>Servicio General.</p>	Placa Orificio	<p>Verificar que exista la Placa Orificio de 1/8" mínimo.</p> <p>Se recomienda un caudal de 1 gpm por cada pulgada de sello.</p> <p>Verificar que el líquido llegue a las caras el sello.</p>

Tabla 4. Plan API 13

## PLAN API 14

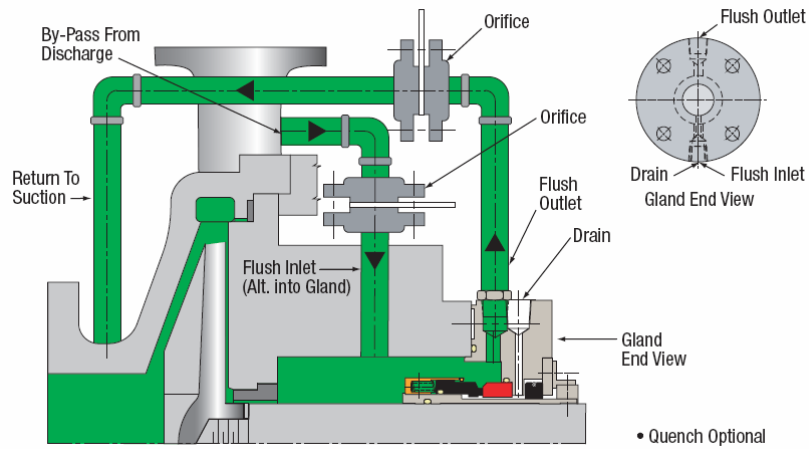


Figura 5. Esquema Plan API 14

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
<p><b>Circulación desde la descarga hasta la cavidad de sellado pasando por de una placa orificio y desde la cavidad de sellado hasta la succión.</b></p>	<p><b>Bombas horizontales o verticales.</b></p> <p><b>Líquidos limpios.</b></p> <p><b>Servicio General.</b></p>	<p><b>Placa Orificio</b></p>	<p><b>Verificar que tenga instalada la Placa Orificio de 1/8" mínimo.</b></p> <p><b>Se recomienda para fluidos viscosos en bombas verticales donde el buje restrinja el ingreso de fluido a la cavidad de sellado</b></p>

Tabla 5. Plan API 14

## PLAN API 2

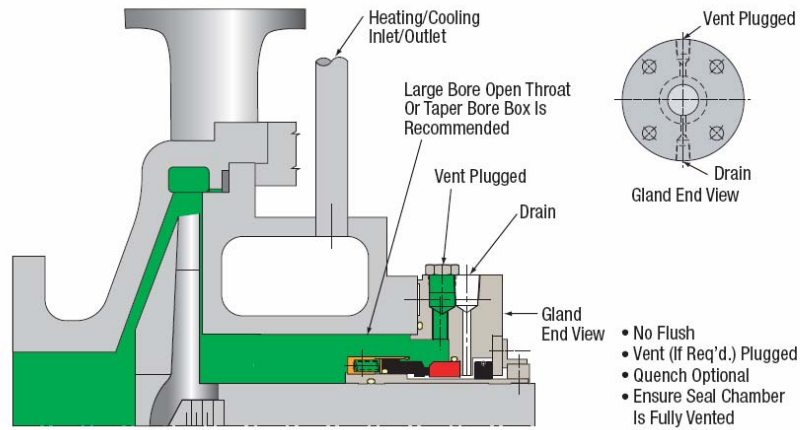


Figura 6. Esquema Plan API 2

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
<p>Uso de chaqueta de enfriamiento o calentamiento en la cámara de sellado.</p>	<p>Bombas horizontales.</p> <p>Líquidos que solidifican al bajar la temperatura.</p> <p>Líquidos a altas temperaturas</p>	<p>Chaqueta o cavidad en la bomba.</p> <p>No es un plan de recirculación.</p> <p>No existe entrada ni salida directa de flujo en la cámara de sellado</p>	<p>Verificar que el líquido que se inyecta a la chaqueta se encuentre a la temperatura adecuada y en condiciones convenientes.</p> <p>No se recomienda en bombas verticales.</p>

Tabla 6. Plan API 2

## PLAN API 21

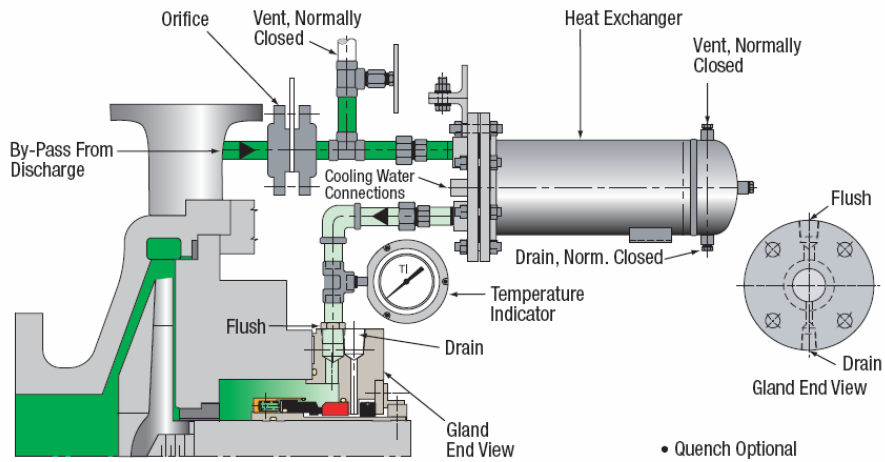


Figura 7. Esquema Plan API 21

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
<p>Circulación desde la descarga hasta la cavidad de sellado pasando por de una placa orificio y un intercambiador de calor.</p>	<p>Bombas horizontales.</p> <p>Líquidos limpios a altas temperaturas.</p> <p>Se utiliza para evitar la vaporización del fluido en las caras del sello.</p>	<p>Placa Orificio</p> <p>Intercambiador de Calor</p> <p>Termómetro Bimetálico</p>	<p>Verificar que tenga instalada la Placa Orificio de 1/8" mínimo.</p> <p>Verificar que el intercambiador no se encuentre obstruido</p> <p>Se debe considerar el diferencial de temperatura para la selección del intercambiador</p> <p>Verificar que la temperatura del líquido que sale del intercambiador se encuentre 50° F mínimo por debajo de la temperatura de vaporización del producto</p>

Tabla 7. Plan API 21

PLAN API 22

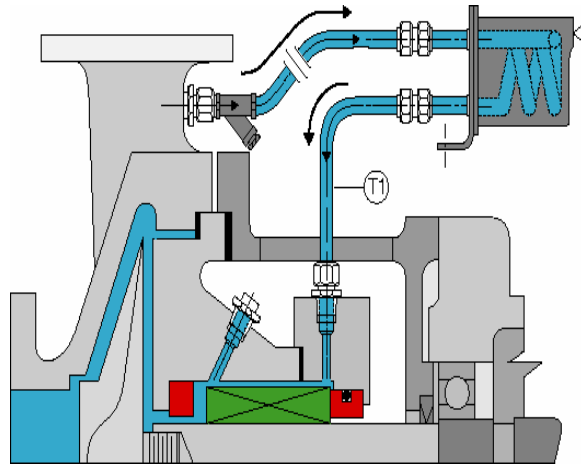


Figura 8. Esquema Plan API 22

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
Circulación desde la descarga hasta la cavidad de sellado pasando por de una placa orificio, un filtro y un intercambiador de calor.	<p>Bombas horizontales.</p> <p>Líquidos limpios a altas temperaturas con eventuales partículas.</p>	<p>Placa Orificio</p> <p>Filtro en "Y"</p> <p>Intercambiador de Calor</p> <p>Termómetro Bimetálico</p>	<p>Verificar que tenga instalada la Placa Orificio de 1/8" mínimo.</p> <p>Verificar la limpieza del filtro</p> <p>Verificar que el intercambiador no se encuentre obstruido</p> <p>Verificar que la temperatura del líquido que sale del intercambiador se encuentre 50°F mínimo por debajo de la temperatura de vaporización del producto</p>

Tabla 8. Plan API 22

## PLAN API 23

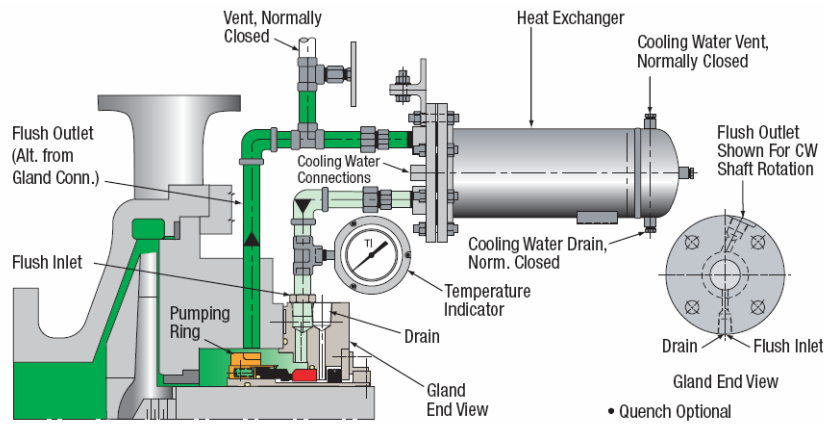


Figura 9. Esquema Plan API 23

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
<p><b>Circulación forzada por un anillo de bombeo desde la caja de sellado pasando por un intercambiador de calor y retornando a la caja del sello.</b></p>	<p><b>Bombas horizontales o verticales</b></p> <p><b>Líquidos limpios a altas temperaturas.</b></p> <p><b>Agua caliente, productos de alimentación de calderas . Aceites térmicos. Hidrocarburos a alta temperatura.</b></p>	<p><b>Anillo de Bombeo</b></p> <p><b>Intercambiador de Calor</b></p> <p><b>Termómetro Bimetálico</b></p>	<p><b>Verificar altura del intercambiador de 18" a 24" por encima del eje de la bomba</b></p> <p><b>Verificar que el intercambiador no se encuentre obstruido</b></p> <p><b>Verificar la temperatura del fluido a la salida del intercambiador de 50° F mínimo por debajo de la temperatura de vaporización del producto.</b></p> <p><b>No recomendado para fluidos altamente viscosos porque el anillo de bombeo no sería eficiente</b></p>

Tabla 9. Plan API 23

PLAN API 24

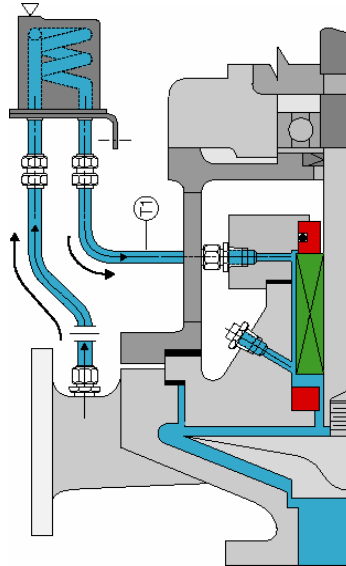


Figura 10. Esquema Plan API 24

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
<p>Circulación desde la descarga hasta la cavidad de sellado pasando por de una placa orificio y un intercambiador de calor, con un retorno a la succión.</p>	<p>Bombas horizontales o verticales.</p> <p>Líquidos limpios a altas temperaturas.</p> <p>Se utiliza para evitar la vaporización del fluido en las caras del sello.</p>	<p>Placa Orificio</p> <p>Intercambiador de Calor</p> <p>Termómetro Bimetálico</p>	<p>Verificar que tenga instalada la Placa Orificio de 1/8" mínimo.</p> <p>Verificar que el intercambiador no se encuentre obstruido</p> <p>Considerar diferencial de temperatura para selección del intercambiador</p> <p>Verificar temperatura de salida del intercambiador 50° F mínimo por debajo de temperatura de vaporización del producto</p> <p>Se recomienda cuando el buje restrinja el ingreso de fluido a la cavidad de sellado</p>

Tabla 10. Plan API 24

## PLAN API 31

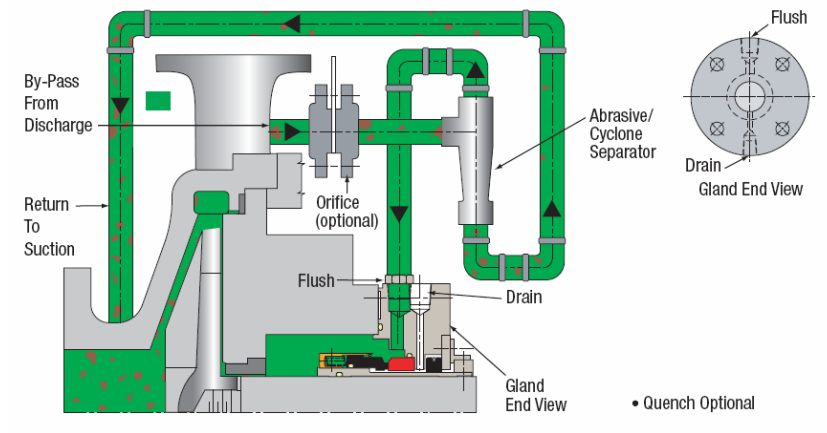


Figura 11. Esquema Plan API 31

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
<p>Circulación desde la descarga de la bomba hasta la caja de sellado pasando por un separador ciclónico, el fluido con sólidos es devuelto a la succión.</p>	<p><b>Bombas horizontales o verticales</b></p> <p>Líquidos con sólidos en suspensión con gravedad específica dos veces menor que la de los sólidos.</p> <p>En bombas verticales debe incluirse un buje al fondo de la cajera</p>	<p><b>Separador Ciclónico</b></p>	<p><b>Verificar que el separador ciclónico sea el adecuado para la concentración de sólidos y el tamaño de las partículas.</b></p> <p><b>Verificar las condiciones operativas de presión para la selección correcta del separador de abrasivos.</b></p> <p><b>Verificar la presión diferencial permitida para que el separador funcione. Diferencial de presión mínimo 15 psig, máxima 160-200 psig</b></p>

Tabla 11. Plan API 31

## PLAN API 32

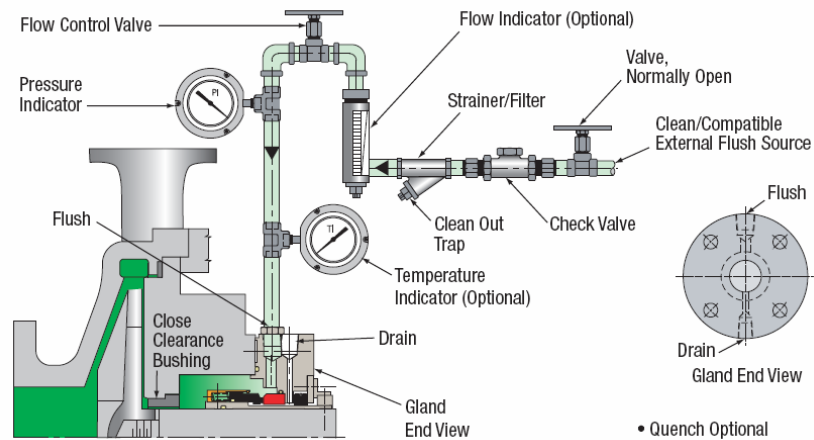


Figura 12. Esquema Plan API 32

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
<p><b>Inyección de fuente externa de líquido limpio compatible con el producto bombeado a una presión de 30 psi (2 bar) por encima de la presión en la cavidad de sellado. Se utiliza generalmente con buje de restricción en la caja para mantener la presión. El líquido inyectado se incorpora al bombeo.</b></p>	<p><b>Bombas horizontales o verticales</b></p>	<p><b>Válvula reguladora de presión.</b></p>	<p><b>Verificar presión a 30 psi (2 bar) por encima de la presión en la cavidad de sellado.</b></p>
	<p><b>Líquidos abrasivos.</b></p>	<p><b>Válvula check.</b></p>	<p><b>Verificar válvula check y la válvula de bloqueo en correcta operación</b></p>
	<p><b>Se utiliza en aplicaciones donde pueda haber cristalización o formación de coque.</b></p>	<p><b>Filtro en "Y".</b></p>	<p><b>Verificar rango y materiales de manómetro y flujómetro sean apropiados al servicio.</b></p>
	<p><b>El líquido a inyectar debe ser compatible con el producto bombeado</b></p>	<p><b>Válvula de bloqueo.</b></p> <p><b>Manómetro.</b></p> <p><b>Flujómetro</b></p>	<p><b>Mantener la inyección presurizada al parar el equipo para evitar contaminación del sello.</b></p>

Tabla 12. Plan API 32

## PLAN API 41

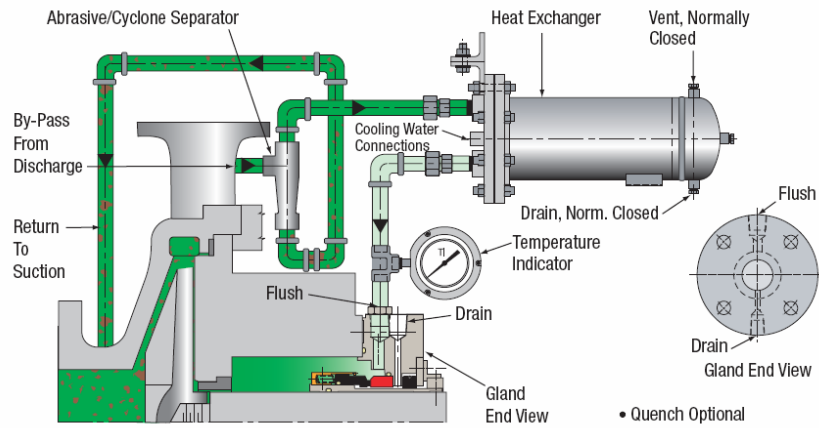


Figura 13. Esquema Plan API 41

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
Circulación desde la descarga de la bomba hasta la caja de sellado pasando por un separador ciclónico y un intercambiador de calor.	<p>Bombas horizontales o verticales</p> <p>Líquidos con contenido de sólidos abrasivos a altas temperaturas.</p>	<p>Separador Ciclónico</p> <p>Intercambiador de Calor</p> <p>Termómetro Bimetálico</p>	<p>Verificar selección del separador ciclónico según concentración de sólidos y tamaño de partículas.</p> <p>Verificar que el intercambiador no se encuentre obstruido</p> <p>Verificar la temperatura a la salida del intercambiador de 50° F mínimo por debajo de la temperatura de vaporización del producto</p> <p>Considerar las limitaciones de los planes 21 y 31</p>

Tabla 13. Plan API 41

PLAN API 51

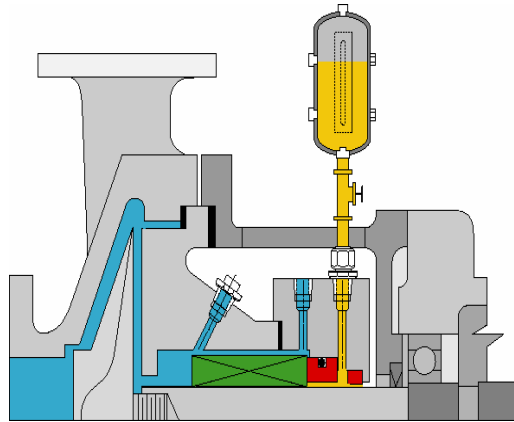


Figura 14. Esquema Plan API 51

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
Columna estática de líquido no presurizado a través de la conexión de sofoque (quench) de la brida en arreglo de sello sencillo.	<p>Bombas horizontales o verticales</p> <p>Líquidos que cristalizan al contacto atmosférico.</p> <p>Líquidos peligrosos de baja concentración</p>	<p>Reservorio</p> <p>Placa Orificio</p> <p>Manómetro</p> <p>Switch de Nivel</p> <p>Switch de Presión</p> <p>La brida del sello mecánico requiere un sistema auxiliar de sellado que pueden ser empaquetaduras o buje segmentado.</p>	<p>Verificar que el manómetro tenga el rango apropiado para el servicio.</p> <p>Verificar que el switch de presión se encuentre calibrado para punto de disparo entre 10 y 20 psi subiendo.</p> <p>Verificar que el switch de presión se active cuando no se observe nivel de líquido en la mirilla del reservorio.</p>

Tabla 14. Plan API 51

## PLAN API 52

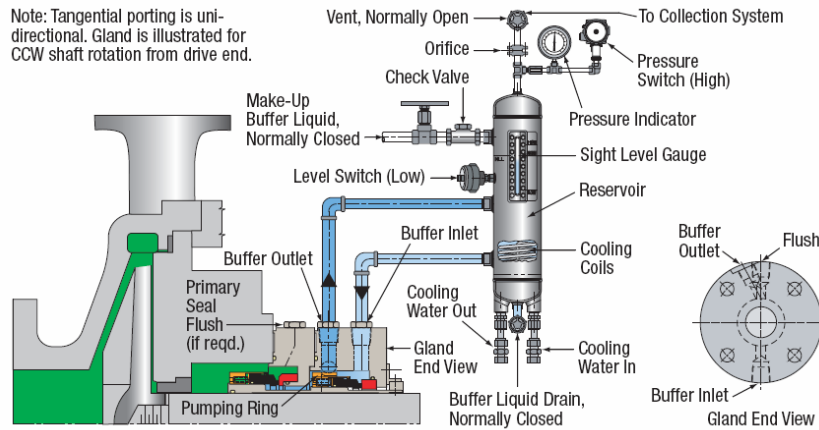


Figura 15. Esquema Plan API 52

Descripción	Usos	Elementos el Plan	Verificaciones
Circulación forzada a través de un anillo de bombeo o por efecto termosifónico de líquido amortiguador no presurizado contenido en un reservorio.	Bombas horizontales o verticales.	Reservorio	Verificar rango del manómetro apropiado para el servicio.
	Arreglo de sellos duales no presurizados (Tandem)	Placa Orificio	Verificar calibración del switch de presión entre 10 y 20 psi subiendo. El sistema debe estar venteado con válvula de venteo abierta y placa orificio.
	Líquidos que cristalizan o vaporizan al contacto atmosférico.	Manómetro	
	Líquidos peligrosos de baja concentración.	Switch de Nivel (Opcional)	Verificar que líquido circule correctamente. Entrada al sello por la parte inferior y salida por la parte superior. La tubería de salida debe estar mas caliente que la tubería de entrada
Líquidos explosivos o inflamables		Switch de Presión	
		Válvulas de bloqueo para Venteo y Drenaje	

Tabla 15. Plan API 52

## PLAN API 53A

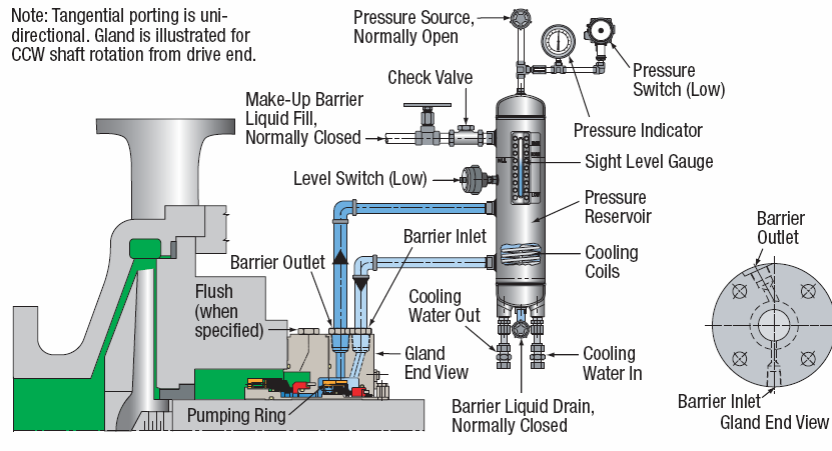


Figura 16. Esquema Plan API 53A

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
Circulación forzada a través de un anillo de bombeo o por efecto termosifónico de líquido de barrera presurizado contenido en un reservorio.	Bombas horizontales o verticales.	Reservorio	Verificar rango del manómetro apropiado para el servicio.
	Arreglo de sellos duales presurizados (dobles)	Manómetro	Verificar calibración del switch de presión por caída, a 5 psi por encima de la presión del líquido de barrera. Presión del líquido de barrera a 30 psi (2 bar) por encima de la presión en la cavidad de sellado.
	Líquidos que cristalizan o vaporizan al contacto atmosférico.	Switch de Nivel	
	Líquidos peligrosos de alta concentración.	Switch de Presión	Verificar que el switch de nivel se active cuando no se observe líquido en la mirilla del reservorio.
	Líquidos explosivos o inflamables	Válvulas de bloqueo para Venteo y Drenaje	Sistema de presurización con Nitrogeno

Tabla 16. Plan API 53A

## PLAN API 53B

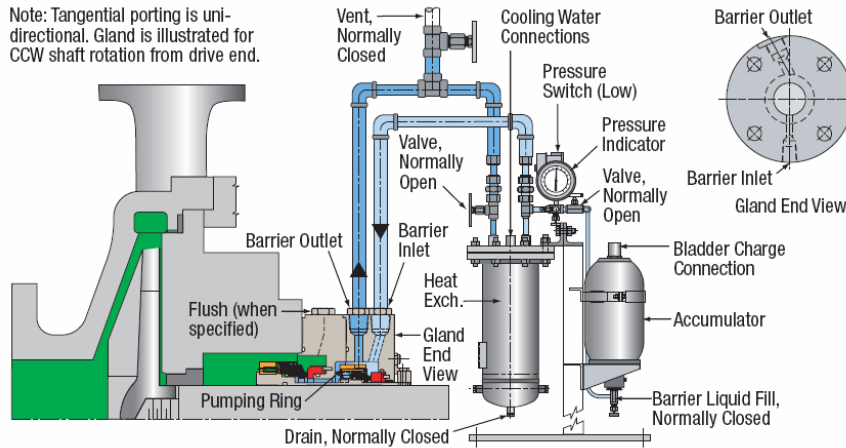


Figura 17. Esquema Plan API 53B

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
Circulación forzada a través de un anillo de bombeo de líquido de barrera presurizado por un acumulador de Vejiga.	Bombas horizontales o verticales.	Acumulador de Vejiga	Verificar rango de manómetro apropiado para el servicio.
	Arreglo de sellos duales presurizados (dobles)	Manómetro	Verificar calibración del switch de presión por caída, a 5 psi por encima de la presión del líquido de barrera. La presión del líquido de barrera debe estar 30 psi (2 bar) por encima de la presión en la cavidad de sellado.
	Líquidos que cristalizan o vaporizan al contacto atmosférico.	Switch de Presión	Entrada al sello por la parte inferior y salida por la parte superior. La tubería de salida debe estar mas caliente que la tubería de entrada
	Líquidos peligrosos de alta concentración.	Válvulas de bloqueo para Venteo y Drenaje	
Líquidos explosivos o inflamables		Intercambiador de Calor	

Tabla 17. Plan API 53B

## PLAN API 53C

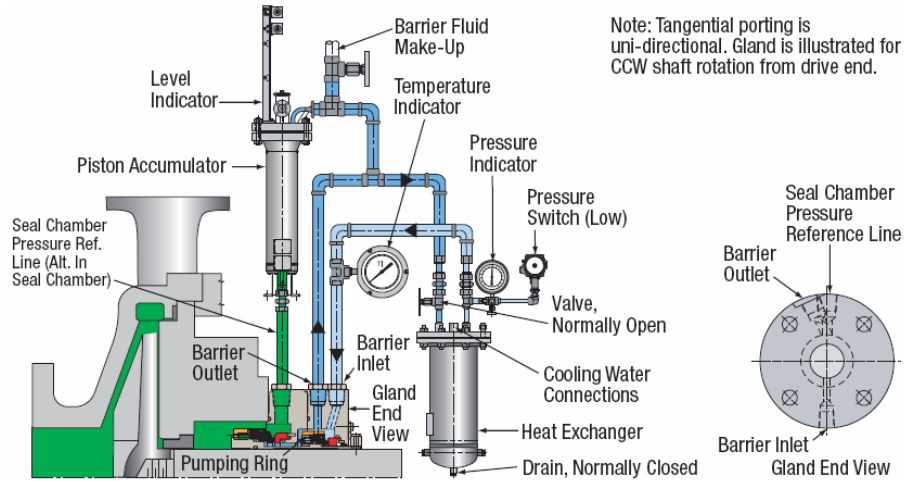


Figura 18. Esquema Plan API 53C

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
Circulación forzada a través de un anillo de bombeo de un líquido de barrera presurizado por un acumulador de Pistón.	Bombas horizontales o verticales.	Acumulador de Pistón	Verificar rango del manómetro apropiado para el servicio.
	Arreglo de sellos duales presurizados (dobles)	Manómetro	Verificar calibración del switch de presión por caída, a 5 psi por encima de la presión del líquido de barrera. La presión del líquido de barrera debe estar 30 psi (2 bar) por encima de la presión en la cavidad de sellado.
	Líquidos que cristalizan o vaporizan al contacto atmosférico.	Switch de Presión	
	Líquidos peligrosos de alta concentración.	Válvulas de bloqueo para Venteo y Drenaje	
Líquidos explosivos o inflamables		Intercambiador de Calor	Entrada al sello por la parte inferior y salida por la parte superior. La tubería de salida debe estar mas caliente que la tubería de entrada

Tabla 18. Plan API 53C

## PLAN API 54

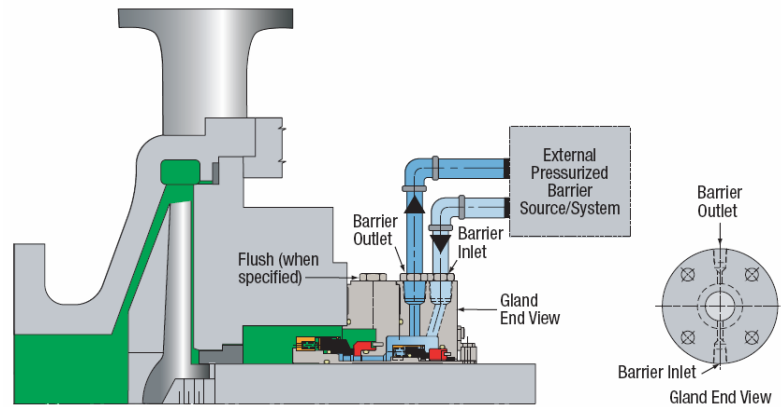
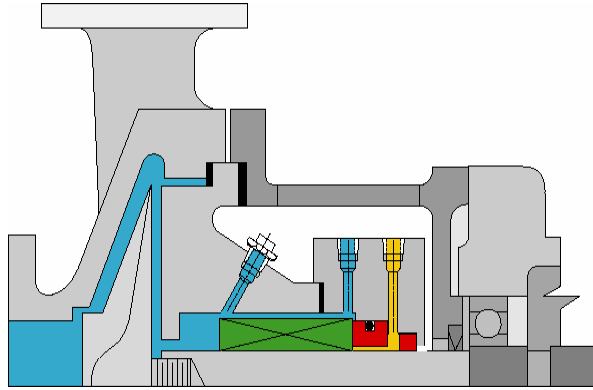


Figura 19. Esquema Plan API 54

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
Inyección de fuente externa de líquido de barrera presurizado.	<p>Bombas horizontales o verticales.</p> <p>Arreglo de sellos duales presurizados a alta presión (dobles)</p> <p>Líquidos que cristalizan o vaporizan al contacto atmosférico.</p> <p>Líquidos peligrosos de alta concentración y Líquidos explosivos o inflamables</p>	Sistema de presurización externa.	<p>Verificar que la presión del líquido de barrera se encuentre a 30 psi (2 bar) por encima de la presión en la cavidad de sellado.</p> <p>Verificar que líquido circule correctamente. Entrada al sello por la parte inferior y salida por la parte superior.</p>

Tabla 19. Plan API 54

**PLAN API 61**



**Figura 20. Esquema Plan API 61**

<b>Descripción</b>	<b>Usos</b>	<b>Elementos del Plan</b>	<b>Verificaciones</b>
<p><b>Conexiones para Venteo y Drenaje taponados para ser utilizadas cuando el cliente lo requiera.</b></p>	<p><b>Bombas horizontales o verticales.</b></p> <p><b>Arreglo de sellos sencillos.</b></p>	<p><b>La Brida tiene conexiones para Venteo y Drenaje con un Buje de restricción de Bronce.</b></p>	<p><b>Ninguna</b></p>

**Tabla 20. Plan API 61**

## PLAN API 62

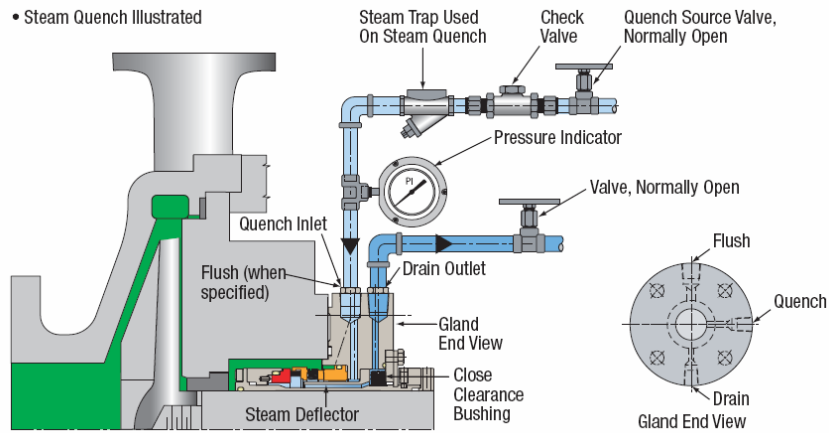


Figura 21. Esquema Plan API 62

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
<p>Conexiones para Lavado y Drenaje para efectuar lavado con fluido externo (vapor, agua, etc.)</p>	<p><b>Bombas horizontales o verticales.</b></p> <p><b>Arreglo de sellos sencillos.</b></p> <p><b>Fluidos que cristalizan al contacto atmosférico o produce depósitos sólidos que atasquen o peguen las caras del sello</b></p>	<p><b>Válvula Check</b></p> <p><b>Válvula de Bloqueo</b></p> <p><b>Manómetro.</b></p> <p><b>Nota: La brida del sello mecánico puede usar un sistema de restricción como empaquetaduras , buje segmentado o buje fijo.</b></p>	<p><b>Verificar que la válvula Check opere correctamente.</b></p> <p><b>Verificar que cuando el fluido a inyectar sea vapor este deber seco.</b></p> <p><b>Verificar que se tenga instalado en el sistema un trampa de vapor.</b></p> <p><b>La presión del vapor seco inyectado debe estar entre 3 y5 psi.</b></p> <p><b>Verificar rango del Manómetro de 0 a 50 psi.</b></p>

Tabla 21. Plan API 62

PLAN API 65

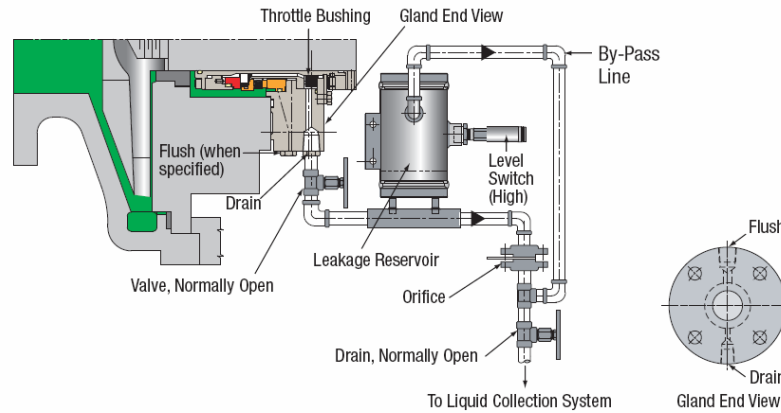
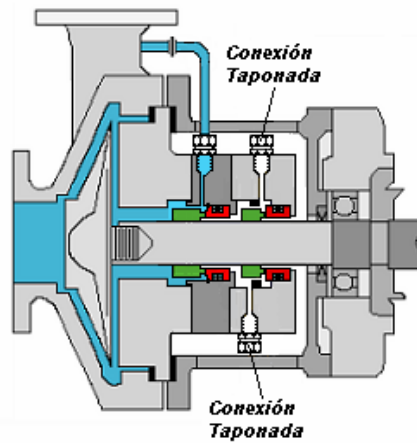


Figura 22. Esquema Plan API 65

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
<p><b>Recolector de fugas para sellos sencillos en aplicaciones donde la fuga del sello se encuentra en estado líquido.</b></p>	<p><b>Bombas horizontales o verticales.</b></p> <p><b>Arreglo de sellos sencillos.</b></p> <p><b>Sistemas donde se requiera un indicativo de fuga excesiva sin necesidad de inspección física.</b></p> <p><b>Sistemas en los que es necesario parar automáticamente el equipo en caso de fuga masiva</b></p>	<p><b>Reservorio recolector de fugas</b></p> <p><b>Switch de alto nivel</b></p> <p><b>Placa orificio.</b></p> <p><b>Manómetro.</b></p> <p><b>Nota: Se recomienda el uso de buje segmentado o flotante como elemento de restricción en la brida</b></p>	<p><b>Verificar que el switch de alto nivel funcione correctamente al contacto con líquido.</b></p> <p><b>Verificar que la válvula de drenaje se encuentre abierta y que las líneas del plan no estén obstruidas.</b></p>

Tabla 22. Plan API 65

**PLAN API 71**



**Figura 23. Esquema Plan API 71**

Descripción	Usos	Elementos del Plan	Verificaciones
<p><b>Conexiones dispuestas para para futura barrera de gas.</b></p>	<p><b>Bombas horizontales o verticales.</b></p> <p><b>Arreglo dual no presurizado con sello contenedor de gas.</b></p>	<p><b>La Brida tiene conexiones para barrera de gas.</b></p>	<p><b>Ninguna</b></p>

**Tabla 23. Plan API 71**

## PLAN API 72

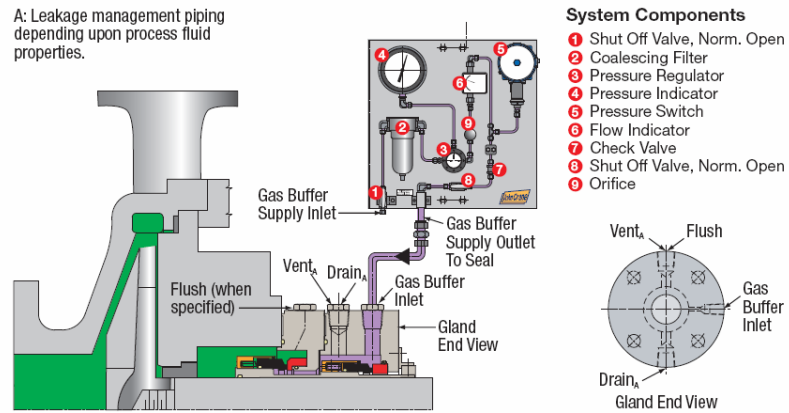


Figura 24. Esquema Plan API 72

Descripción	Usos	Elementos el Plan	Verificaciones
Inyección de fuente externa de Barrera de Gas No presurizada al sello Auxiliar	<p>Bombas horizontales o verticales.</p> <p>Arreglo dual no presurizado con sello contenedor de gas.</p> <p>Líquidos que cristalizan o vaporizan al contacto atmosférico.</p> <p>Líquidos peligrosos de baja concentración.</p> <p>Líquidos explosivos o inflamables</p>	Panel de control	<p>Verificar rango del manómetro apropiado para el servicio.</p> <p>Verificar calibración del switch de presión entre 10 y 20 psi subiendo.</p> <p>Verificar que el gas esté limpio y seco.</p> <p>Puede combinarse con planes 75 o 76.</p>

Tabla 24. Plan API 72

## PLAN API 74

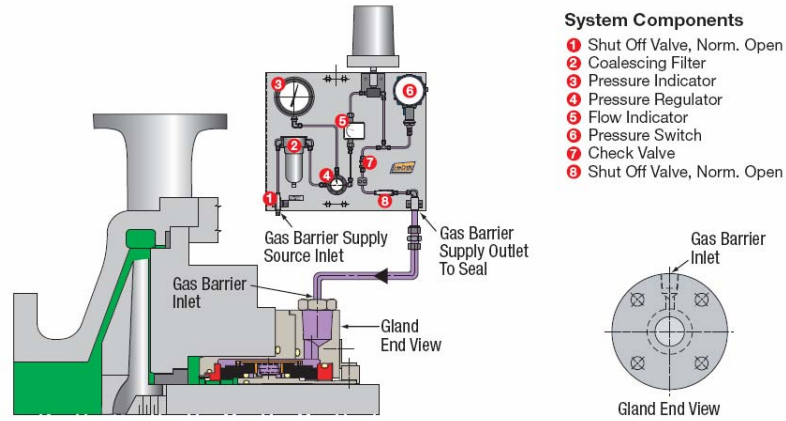


Figura 25. Esquema Plan API 74

Descripción	Usos	Elementos el Plan	Verificaciones
<p><b>Inyección de fuente externa de Barrera de Gas presurizada A los sellos</b></p>	<p><b>Bombas horizontales o verticales.</b></p> <p><b>Arreglo dual presurizado de sellos secos.</b></p> <p><b>Líquidos que cristalizan o vaporizan al contacto atmosférico.</b></p> <p><b>Líquidos peligrosos a alta concentración.</b></p> <p><b>Líquidos explosivos o inflamables</b></p>	<p><b>Panel de control</b></p>	<p><b>Verificar rango del manómetro apropiado para el servicio.</b></p> <p><b>Verificar calibración del switch de presión por caída, a 30 psi por encima de la presión en la caja de sellado.</b></p> <p><b>Verificar que el gas esté limpio y seco.</b></p> <p><b>El gas de barrera debe ser compatible con el fluido de proceso.</b></p>

Tabla 25. Plan API 74

## PLAN API 75

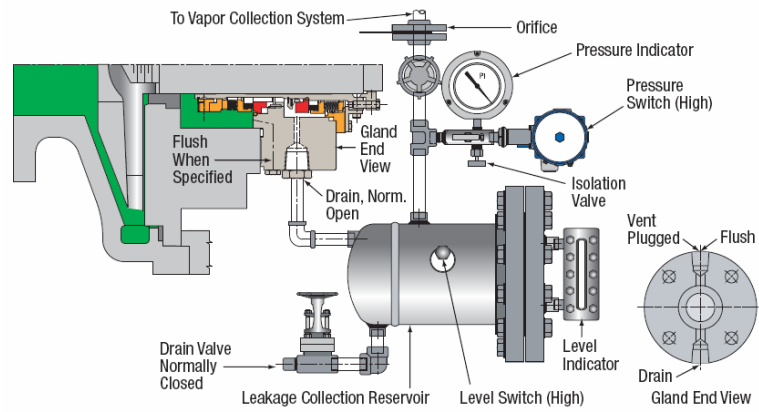


Figura 26. Esquema Plan API 75

Descripción	Usos	Elementos el Plan	Verificaciones
<b>Sistema de Recolección de Fuga condensada</b>	<b>Bombas horizontales o verticales.</b>	<b>Reservorio</b>	<b>Verificar rango del manómetro apropiado para el servicio.</b>
	<b>Arreglo dual no presurizado con sello contenedor de gas.</b>	<b>Manómetro</b>	<b>Verificar calibración del switch de presión entre 10 y 20 psi subiendo.</b>
	<b>Líquidos que cristalizan o vaporizan al contacto atmosférico.</b>	<b>Switch de Presión</b>	<b>Puede combinarse con plan 72.</b>
	<b>Líquidos peligrosos de baja concentración.</b>	<b>Indicador de Nivel</b>	
<b>Líquidos explosivos o inflamables</b>	<b>Válvulas de bloqueo para Venteo y Drenaje</b>	<b>Placa Orificio</b>	

Tabla 26. Plan API 75

## PLAN API 76

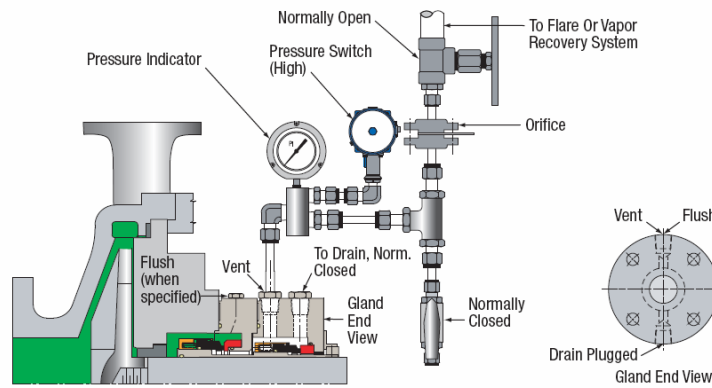


Figura 27. Esquema Plan API 76

Descripción	Usos	Elementos el Plan	Verificaciones
<b>Sistema de Venteo de Fuga No condensada</b>	<b>Bombas horizontales o verticales.</b>  <b>Arreglo dual no presurizado con sello contenedor de gas.</b>  <b>Líquidos que cristalizan o vaporizan al contacto atmosférico.</b>  <b>Líquidos peligrosos de baja concentración.</b>  <b>Líquidos explosivos o inflamables</b>	<b>Manómetro</b>  <b>Switch de Presión</b>  <b>Válvulas de bloqueo para Venteo y Drenaje</b>  <b>Placa Orificio</b>	<b>Verificar rango del manómetro apropiado para el servicio.</b>  <b>Verificar calibración del switch de presión entre 10 y 20 psi subiendo.</b>  <b>Puede combinarse con plan 72.</b>

Tabla 27. Plan API 76