

**INVENTARIO GENERAL Y RUTINAS DE
MANTENIMIENTO PARA LAS VÁLVULAS DE
PROCESO DE LAS FACILIDADES DE PRODUCCIÓN
DEL CAMPO PETROLERO CAÑO LIMÓN**

ELKIN ALEXANDER GARZÓN GRANADOS



**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
BUCARAMANGA**

2006

**INVENTARIO GENERAL Y RUTINAS DE
MANTENIMIENTO PARA LAS VÁLVULAS DE
PROCESO DE LAS FACILIDADES DE PRODUCCIÓN
DEL CAMPO PETROLERO CAÑO LIMÓN**

ELKIN ALEXANDER GARZÓN GRANADOS

**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
BUCARAMANGA**

2006

**INVENTARIO GENERAL Y RUTINAS DE
MANTENIMIENTO PARA LAS VÁLVULAS DE
PROCESO DE LAS FACILIDADES DE PRODUCCIÓN
DEL CAMPO PETROLERO CAÑO LIMÓN**

ELKIN ALEXANDER GARZÓN GRANADOS

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

**Director
CARLOS RAMÓN GONZÁLEZ
Ingeniero Mecánico**

**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
BUCARAMANGA**

2006

A **Dios**,

A mis padres,

A mis hermanos,

A mis amigos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a **Dios**.

Agradezco a **mis Padres** por haberme apoyado y animado durante toda mi vida.

A mis hermanos y familiares quienes siempre han creído en mí.

A **Doña Ligia** por su apoyo, colaboración y gran amistad.

A mis **Maestros** por haberme compartido sus conocimientos.

A mis amigos.

Elkin Alexander Garzón Granados.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. TEORÍA DE VÁLVULAS, MANTENIMIENTO, LUBRICACIÓN Y RESEÑA DEL CAMPO CAÑO LIMÓN	2
1.1. RESEÑA DEL CAMPO CAÑO LIMÓN	2
1.1.1. Historia Del Campo Petrolero Caño Limón	2
1.1.2. Características del Yacimiento	3
1.1.3. Capacidad de Las Facilidades	3
1.1.4. Distribución de la Producción - Ingresos	3
1.1.5. Generalidades del Campo	4
1.2. TEORÍA DE VÁLVULAS	5
1.2.1. Definición de Válvula	5
1.2.2. Clasificación General y Descripción de Válvulas	5
1.2.3. Normas y Estándares de Referencia para las Válvulas y sus Accesorios	19
1.3. TEORÍA DE MANTENIMIENTO	20
1.3.1. Definición de Mantenimiento:	20
1.3.2. Filosofía del Mantenimiento:	21
1.3.3. Tipos de Mantenimiento:	21
1.4. TEORÍA DE LUBRICACIÓN	23
1.4.1. Definición de Lubricación	23
1.4.2. Reseña Histórica de la Lubricación	24
1.4.3. Reducción de la Fricción	25
1.4.4. Intercambio de Calor	25
1.4.5. Suspensión de contaminantes	25
1.4.6. Pérdida de lubricación	26
1.4.7. Viscosidad del lubricante	26
1.4.8. Tipos de Lubricación	28
1.4.9. Estabilidad de la lubricación. Curva de Stribeck	31
2. MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS	33
2.1. INSPECCIONES DE MANTENIMIENTO	33
2.2. PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO EN LAS RUTINAS DE VÁLVULAS	33
2.2.1. Procedimiento de Inspección y Mantenimiento de Válvulas de Accionamiento Manual del Sistema Contra incendio	33
2.2.2. Procedimiento General de Inspección y Mantenimiento de las Válvulas de Proceso	34
2.2.3. Procedimiento de Aislamiento o Bloqueo Positivo	36
2.3. TABLAS GUÍA PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS	37
2.3.1. Válvulas de Compuerta y Válvulas de Globo.	37
2.3.2. Válvulas de Retención o Cheque	41

2.3.3. Válvulas de Mariposa	44
2.3.4. Válvulas de Bola de Cuerpo Soldado	46
2.3.5. Válvulas de Bola con Entrada por Extremo	47
2.4. MANTENIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE UNA VÁLVULA	48
2.4.1. Prensa Estopas (Caja De Empaquetadura)	48
2.4.2. Ajuste de Empaquetaduras con Tuerca	49
2.4.3. Ajuste de Empaquetaduras con Perno	49
2.4.4. Ajuste de Empaquetaduras Tipo Linterna	49
2.4.5. Ajuste de Empaquetaduras Tipo Inyección	49
2.4.6. Empaquetaduras	50
2.4.7. Re-empaquetado de Válvulas	51
2.4.8. Cambio de Empaquetadura de una Válvula	51
2.4.9. Cambio del Empaque entre Partes	51
2.4.10. Desmontaje de una Tapa de Válvula	52
2.4.11. Cambio de Sello de Válvulas de Cheque	52
2.4.12. Cambio de Asientos	52
3. LUBRICACION DE VÁLVULAS	54
3.1. RECOMENDACIONES PARA LUBRICACIÓN DE VÁLVULAS	54
3.2. LUBRICANTES PARA VÁLVULAS Y CAJAS DE ENGRANAJES	54
3.2.1. Grasas Recomendadas para Válvulas	54
3.2.2. Tabla de Grasas Recomendadas para Actuadores de Válvulas	55
3.2.3. Las Grasas, sus Características y Usos	55
3.2.4. Selección del Lubricante	57
4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INVENTARIO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RUTINAS	58
4.1. PLANEACIÓN	58
4.2. ESTRUCTURACIÓN Y DISEÑO	59
4.2.2. Estructura del Código	59
4.3. TOMA Y PROCESAMIENTO DE DATOS	62
4.3.1. Inventario de Válvulas	62
4.3.2. Visualización de la Base de Datos de Inventario	63
4.4. MARCADO DE VÁLVULAS Y DEFINICIÓN DE ZONAS	63
4.4.1. Criterios para la definición de Zonas y Rutinas	64
4.4.2. Áreas definidas para Rutinas	65
4.5. DEFINICIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y LUBRICACIÓN	69
4.6. CREACIÓN DE RUTINAS Y FICHAS DE CHEQUEO Y CONTROL	69
4.6.1. Esquema de las fichas de chequeo y control	69
4.6.2. Diseño de las Fichas de Chequeo y Control	70
4.7. PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE RUTINAS EN EL MMS	71
4.7.1. Programación	71
4.7.2. Vista del archivo de Programación de Rutinas	71
4.8. RUTINAS DE MANTENIMIENTO Y LUBRICACIÓN DE VÁLVULAS CREADAS DURANTE EL PROYECTO	75
4.8.1. Rutinas de la Estación de Bombeo PS1	75

4.8.2	Tabla de Rutinas de la Facilidad de Producción PF1	75
4.8.2.	Tabla de Rutinas de la Facilidad de Producción PF2	76
4.8.3.	Frecuencia de las Rutinas de Mantenimiento y Lubricación	77
4.9.	SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA VÁLVULAS EN OXY	77
4.9.1.	Descripción de las Bases de Datos	77
4.9.2.	Campos	77
4.9.3.	Manejo de las Bases de Datos	79
4.9.4.	Definición del MMS	80
5.	GESTIÓN DE REPUESTOS PARA VÁLVULAS	83
5.1.	DEFINICIONES	83
5.1.1.	Válvulas en Stand-by	83
5.1.2.	Repuestos	83
5.1.3.	Control	83
5.2.	CLASIFICACIÓN DE REPUESTOS	84
5.3.	FLUJO DE REPUESTOS Y ADQUISICIONES	84
5.3.1.	Identificación de las Partes	85
5.3.2.	Identificación de una Válvula	85
	CONCLUSIONES	86
	BIBLIOGRAFÍA	88

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Guía de Mantenimiento para Válvulas de Compuerta y Globo	37
Tabla 2. Guía de Mantenimiento para Válvulas de Retención o Cheque	41
Tabla 3. Guía de Mantenimiento para Válvulas de Mariposa	44
Tabla 4. Guía de Mantenimiento para Válvulas de Bola de cuerpo Soldado	46
Tabla 5. Guía de Mantenimiento para Válvulas de Bola con entrada por Extremo	47
Tabla 6. Grasas Recomendadas para Válvulas	54
Tabla 7. Grasas Recomendadas para Actuadores	55
Tabla 8. Tabla de dureza o penetración de las Grasas (Grado NLGI)	56
Tabla 9. Rutinas establecidas para las válvulas de la Estación de Bombeo	75
Tabla 10. Rutinas establecidas para las válvulas de PF1	75
Tabla 11. Rutinas establecidas para las válvulas de PF2	76

LISTA DE FIGURAS E IMÁGENES

	Pág.
Figura 1. Vista aérea de las Facilidades de Producción PF2.	4
Figura 2. Válvula de Compuerta.	7
Figura 3. Válvula de Globo.	10
Figura 4. Válvula de Retención o Cheque	13
Figura 5. Válvula de Bola.	15
Figura 6. Efecto de la viscosidad en la lubricación. Curva de Stribeck.	31
Figura 7. Ilustración de Bloqueo Positivo para trabajos en Tubería y Válvulas.	36
Figura 8. Tag o etiqueta de identificación de Válvulas.	61
Figura 9. Tag o etiqueta de registro del Mantenimiento.	62
Figura 10. Visualización de la base de Datos de Inventario.	63
Figura 11. Diagrama de la división de áreas para la generación de rutinas en PS-1.	65
Figura 12. Diagrama de la división de áreas para la generación de rutinas en PF-1.	66
Figura 13. Diagrama de la división de áreas para la generación de rutinas en PF-2.	68
Figura 14. Ilustración de las fichas de chequeo y control.	70
Figura 15. Ilustración de la Programación de Rutinas.	72
Figura 16. Ilustración de la Programación de Rutinas (Detalle 1).	73
Figura 17. Ilustración de la Programación de Rutinas (Detalle 2).	74
Figura 18. Encabezado de las rutinas en el software MMS.	81
Figura 19. Completamiento de las rutinas en el software MMS.	82

GLOSARIO

FACILIDADES DE PRODUCCIÓN: Infraestructura necesaria para el tratamiento (separación de gas, agua y sólidos por medios físicos y químicos), almacenamiento y distribución del crudo.

GATHERING SYSTEM: Sistema Recolector. Es el conjunto de tuberías y dispositivos que conducen el crudo desde los pozos hasta las Facilidades de Producción.

HES: HEALTHY, ENVIRONMENT & SAFETY. Grupos de trabajo y políticas de Seguridad Industrial, Salud y cuidado del Medio Ambiente.

MMS: MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM. Sistema de Manejo de Mantenimiento. Software de la compañía para el control de Mantenimiento.

PF1 y PF2: Production Facilities 1 y 2 (Facilidades de Producción 1 y 2). Conjunto de equipos, tanques y tubería que permite el tratamiento y separación del crudo, agua, gas y sedimentos que viene de los pozos para su adecuada disposición.

PRM: PROCESS RISK MANAGEMENT. Manejo de Riesgos de Proceso. Programa de Seguridad Industrial de aplicación a todos los procesos que se realicen en el campo.

PS1: Pump Station 1 (Estación de Bombeo 1). Inicio del oleoducto Caño Limón – Coveñas, es la primera de seis estaciones de bombeo a lo largo de los 778 Km. de su recorrido.

SQC & Projects: Servicios, Control de Calidad y Proyectos. Grupo de Trabajo ó Unidad de Negocios responsable de toda instalación, modificación y/ó reparación que se realice en el campo en la parte mecánica, eléctrica y civil.

RESUMEN

TÍTULO:

INVENTARIO GENERAL Y RUTINAS DE MANTENIMIENTO PARA LAS VÁLVULAS DE PROCESO DE LAS FACILIDADES DE PRODUCCIÓN DEL CAMPO PETROLERO CAÑO LIMÓN. *

AUTOR:

Elkin Alexander Garzón Granados. **

PALABRAS CLAVES:

Mantenimiento, Lubricación, Rutinas, Válvulas, Campo petrolero.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo de este proyecto fue facilitar la ejecución y el control de las labores de mantenimiento que se deben realizar a las válvulas de proceso de las facilidades de producción del complejo petrolero, mediante la creación de una base de datos que contiene información de cada una de ellas, así como de un mecanismo de identificación en sitio mediante placas. Basados en este sistema de información e identificación y apoyados en el sistema informático de la empresa Occidental de Colombia Inc. operadora del campo, se creó un sistema de rutinas de mantenimiento, las cuales se automatizaron usando el software MMS.

Cuando una empresa cuenta con una gran cantidad de equipos, es necesario ser muy organizado para poder cumplir a cabalidad con el mantenimiento que ellos demandan. Es preciso realizar un inventario total, identificación, recopilación de información desde datos de fabricación y especificaciones técnicas hasta las intervenciones realizadas; además es necesario clasificarlos de acuerdo a tamaño, ubicación, sistema al que pertenecen, modo de operación, función que desempeñan, tipo de mantenimiento o cualquier otro criterio que resulte importante ó conveniente a la hora de establecer las rutinas de mantenimiento que los cubrirán.

Los resultados han sido excelentes, siendo de gran importancia para mantener el nivel de producción del campo, beneficiando no sólo a la empresa sino también al departamento de Arauca y al país que perciben altos ingresos por la explotación petrolera.

* Proyecto de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Carlos Ramón González.

SUMMARY

TITLE:

GENERAL INVENTORY AND MAINTENANCE ROUTINES FOR THE PRODUCTION FACILITIES PROCESS VALVES OF THE CAÑO LIMÓN OIL FIELD. *

AUTHOR:

Elkin Alexander Garzón Granados. **

KEY WORDS:

Maintenance, Lubrication, Routines, Valves, Oil field.

DESCRIPTION:

The objective of this project is to facilitate the execution and the control of the maintenance works that should be carried out to the production facilities process valves of the oil complex, by means of the creation of a database that contains information of each one of them, as well as an identification mechanism in place by means of badges (tags). Based on this information and identification system and supported in the computer system of the Occidental de Colombia Inc. company, operator of the field; a system of maintenance routines has been created, which were automated using the software MMS.

When a company has a great quantity of equipments, it is necessary to be very organized to be able to fulfill completely the maintenance that they demand. It is necessary to carry out a total inventory, identification, compilation of information from manufacturing data, operation and technical specifications to realized interventions; it is also necessary to classify them according to size, location, system to which belong, operation way, function that they carry out, maintenance type or any other criterion that it is important or convenient when settling the maintenance routines that will cover them.

The results have been excellent, being of great importance to maintain the field's production level, not only benefiting to the company but also to the department of Arauca and the country that perceive high revenues for the oil exploitation.

* Degree Project.

** Physical-Mechanical Engineerings Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Carlos Ramón González.

INTRODUCCIÓN

Dentro del campo petrolero Caño Limón se encuentran instaladas, y en operación una gran cantidad de válvulas de diferentes tipos, diámetros, accionamientos, etc.; las cuales son indispensables para el normal desarrollo de la producción de crudo, manejando fluidos que van desde aguas de diferentes clases, combustibles, gases, espumas contra incendio hasta el crudo mismo.

Debido a esta gran diversidad, número y localización de válvulas por toda la extensión del campo, a la falta de una plena identificación física y sistemática de éstas y al personal rotativo que ejecuta las labores de mantenimiento se hacia complicado el manejo de un programa preventivo que permitiera una precisa y efectiva intervención sobre cada una de ellas.

Por las anteriores razones, se desarrolló el proyecto “Inventario General y rutinas de mantenimiento para las válvulas de proceso de las Facilidades de producción del campo Caño Limón”; el cual fue concebido después de muchos estudios y análisis sobre cómo realizar una buena gestión de mantenimiento sobre éstas y al mismo tiempo contar con un inventario completo de todas las válvulas instaladas en campo. El objetivo de la empresa fue aprovechar su software de mantenimiento, así como sus amplios recursos informáticos en la implementación y facilitación de las labores de mantenimiento.

La implementación de dicho programa permitió generar rutinas periódicas, automáticas y precisas mediante el uso del software de mantenimiento de la empresa denominado MMS (Maintenance Management System), lo cual solucionó el problema de identificación de válvulas, periodicidad de mantenimiento y empezó a evitar que muchas de ellas se quedaran sin una adecuada intervención mecánica previniendo fallas que pudieran afectar los procesos continuos de producción del campo. Esto beneficia a la empresa reduciendo los costos por reparación o sustitución pero ante todo por la disminución del riesgo de un paro en la producción, así también al Departamento de Arauca y al país en general que tienen en el petróleo una de sus principales fuentes de ingresos.

1. TEORÍA DE VÁLVULAS, MANTENIMIENTO, LUBRICACIÓN Y RESEÑA DEL CAMPO CAÑO LIMÓN

1.1. RESEÑA DEL CAMPO CAÑO LIMÓN

1.1.1. Historia Del Campo Petrolero Caño Limón

El origen del campo Caño Limón se dio en Julio de 1980 con la firma del contrato de Asociación Cravo Norte, el cual permitió iniciar las exploraciones en suelo Araucano con el fin de encontrar un gran yacimiento petrolífero del cuál se tenían indicios por estudios preliminares realizados y características del terreno. Fue así como en abril de 1983 se inició la perforación del pozo denominado Caño Limón 1, por encontrarse a orillas de un ramal del Río Arauca que lleva este nombre y el cual mediante pruebas de producción continuadas confirma la productividad del yacimiento en julio de 1983. En noviembre de este mismo año se hizo la declaratoria de comercialidad y en diciembre de 1985 se inició la producción de crudo.

Durante los años siguientes se fueron poniendo en producción nuevos pozos por toda el área, la cual se encuentra ubicada entre los Municipios de Arauca y Arauquita en las márgenes del Río Arauca en plena frontera con Venezuela; con el inconveniente de que el crudo inicialmente debía transportarse por vía fluvial hasta Arauquita y desde allí en carro tanques hasta la refinería de Barrancabermeja. Rápidamente se empezó a construir la carretera Arauca – Arauquita la cual atraviesa el Campo y unos años más tarde el oleoducto Caño Limón – Coveñas que hasta la fecha conduce el crudo producido hasta este puerto en el Atlántico Colombiano. En la actualidad hay cerca de 280 pozos en producción.

Desde su inicio la explotación del hidrocarburo se ha venido realizando a través de concesiones y contratos de asociación con participación de las empresas Ecopetrol y Occidental de Colombia, llamándose así Asociación Cravo Norte (A.C.N.) por un Municipio Araucano que lleva este nombre.

El contrato anterior de explotación se vencía en el año 2008, lo que hacía parecer que se acercaba el fin de los trabajos allí; pero acaba de ser establecido (2004) un nuevo contrato de explotación de forma indefinida hasta que el Campo sea lo suficientemente productivo para mantenerse viable económicamente. Esto ha hecho que se reinicien las exploraciones con aplicación de sísmica tridimensional en las zonas adyacentes con buenos resultados hasta el momento.

1.1.2. Características del Yacimiento

Como principales características de este yacimiento tenemos:

Su empuje hidráulico activo, el cual varía dependiendo del tiempo de explotación de cada pozo y ayuda al fluido a salir a la superficie, no obstante; es necesario instalar bombas electro-sumergibles para garantizar el ascenso del fluido y la presión de producción.

La profundidad promedio de sus pozos es de 7600 pies (2317 m.), la temperatura promedio del crudo es 207 F (97 C) con una gravedad API de 29.4 y una baja relación Gas-Aceite de 5-8 pies cúbicos por barril.

Otras características del yacimiento son su bajo contenido de gases venenosos como el H₂S y la no salinidad del agua asociada al crudo, lo que facilita su explotación y disminuye la corrosión de equipos y tuberías.

1.1.3. Capacidad de Las Facilidades

Los procesos de separación y purificación mediante los cuales se separa el crudo, el agua, las arenas y el gas; se llevan a cabo dentro de 2 instalaciones llamadas Facilidades de Producción (PF1 y PF2) con la siguiente capacidad para manejar fluido por día:

PF1 trata 430 mil barriles de fluido que viene de pozos, de los cuales 15 mil son de crudo y el resto de agua.

PF2 trata 2 millones 200 mil barriles de fluido, de los cuales 82 mil son de crudo.

Esto da una producción total de 97 mil barriles de crudo por día.

Además dentro de las Facilidades existen generadores eléctricos que producen 12.3 MW en PF1 y 38.4 MW en PF2 para un total de 50.7 MW de 104 MW que consume el campo.

1.1.4. Distribución de la Producción - Ingresos

Los ingresos producidos por la explotación del campo son distribuidos de la siguiente manera:

Un 20% son regalías para los Municipios productores (12%) y el Fondo Nacional de Regalías (8%).

Un 40% para ECOPETROL como estatal petrolera, y el restante 40% para la compañía asociada, de los cuales esta invierte un 25% en impuestos y costos operacionales.

De esta manera un 85% se queda en el país y un 15% obtiene la empresa asociada.

1.1.5. Generalidades del Campo

El campo Caño Limón es un campo gigante de 1200 millones de barriles que se extiende a Venezuela 400 millones de barriles, el cual fue descubierto en 1983 y le permitió a Colombia recobrar su condición de exportador después de casi 10 años de importaciones.

Hasta el momento se han producido mas de 1.000 millones de barriles que tienen un valor superior a los US \$ 20.000 millones, generando más de US \$ 1.350 millones en regalías para Arauca y más de US \$ 1.000 millones para el Fondo nacional de Regalías.

El valor de la producción del campo ha sido entre 1 y 1.5% del PIB colombiano en los últimos 20 años.

A continuación una vista aérea de las Facilidades de Producción **PF2**.

Figura 1. Vista aérea de las Facilidades de Producción PF2.



1.2. TEORÍA DE VÁLVULAS

1.2.1. Definición de Válvula

Dispositivo mecánico empleado para controlar el flujo de un gas o un líquido, o en el caso de una válvula de retención para hacer que el flujo sólo se produzca en un sentido. El tamaño de estos mecanismos va desde las pequeñas válvulas de un neumático de auto o de bicicleta hasta las válvulas empleadas en esclusas y presas, que pueden tener diámetros superiores a los 5 metros. Las válvulas de baja presión suelen ser de latón, hierro fundido o plástico, mientras que las válvulas de alta presión son de acero fundido o forjado. En el caso de que el fluido sea corrosivo puede ser necesario emplear aleaciones, como acero inoxidable. Las válvulas pueden accionarse de forma manual, a través de un servomecanismo o mediante el flujo del propio fluido controlado.

1.2.2. Clasificación General y Descripción de Válvulas

- **Según Tipo de Obturador**

- **Válvulas de Compuerta**

- a. Descripción:**

Las válvulas de compuerta son accesorios de vueltas múltiples, en la cual se cierra el orificio con un disco o compuerta vertical de cara plana que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento. Están destinados a trabajar en dos posiciones:

- ❖ **Totalmente abierto:** En esta posición la compuerta está totalmente fuera de la corriente del fluido, dejándolo pasar libremente.
- ❖ **Totalmente cerrado:** Cuando la compuerta se apoya sobre los anillos situados en la parte inferior del cuerpo, interrumpe completamente el paso del fluido.

- b. Componentes** (Ver fig. 2)

Las válvulas de compuerta están compuestas en forma general por los siguientes elementos:

- ❖ **Cuerpo:** Tiene forma de T invertida y en su línea de acción horizontal tiene los extremos de conexión con la tubería. Estos extremos pueden ser

bridados, roscados o en forma de campanas para uniones soldadas. La rama vertical es la línea de acción del vástago, la cual consta de una brida especial contra la cual se fija la tapa.

- ❖ **Tapa** (cubierta o cuerpo superior): Este elemento está diseñado para alojar la compuerta, cuando la válvula está completamente abierta.
- ❖ **Compuerta o disco**: Es el elemento móvil que permite o impide el paso del fluido.
- ❖ **Vástago**: Elemento roscado y acoplado con una cuña a la compuerta, mediante una rueda de manejo y una tuerca de maniobra. Permite el desplazamiento de la compuerta a las posiciones de abierto o cerrado.
- ❖ **Juntas y empaques**: En los diferentes sitios de juntas y en la salida del vástago del cuerpo de la válvula, se colocan empaques y elementos de ajuste que garanticen la completa estanqueidad de la válvula.

c. Utilización

Las válvulas de compuerta generalmente llamadas registros, son utilizadas en tuberías que transportan líquidos a presión y a una temperatura ambiente que no exceda los 60 °C.

Las válvulas de compuerta no se deben emplear para regular flujo, pues esto implica tener la válvula parcialmente abierta, originando desgaste irregular en la superficie de asiento de la compuerta y de los anillos del cuerpo, perdiendo la condición de estanqueidad en la posición de cierre total.

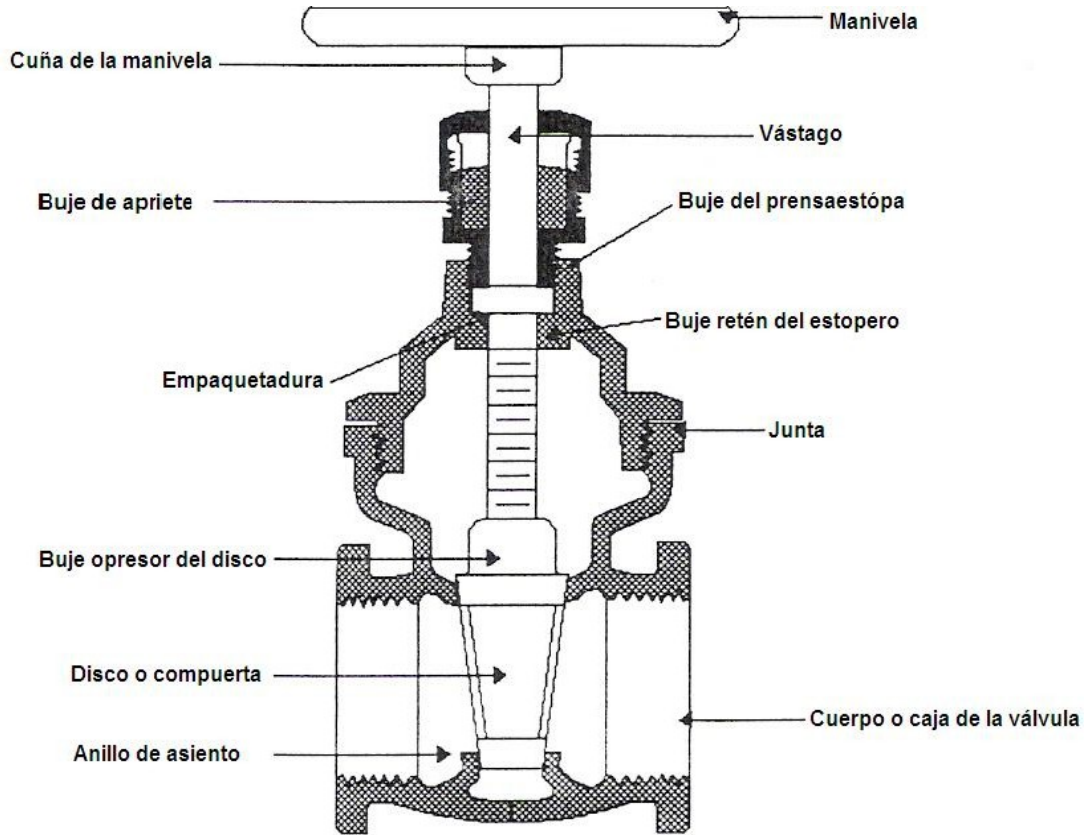
d. Características Constructivas

Las válvulas de compuerta para uso en servicio petrolero, cumplen con la Norma API-600, que remite a la Norma ANSI B-16.34, la cual indica el acero para fabricación del cuerpo, tapa estribo y rueda de manejo como el ASTM A.216 WC8. La compuerta (obturador) y los anillos de cierre se fabrican en acero ASTM A Grado 217 CA. El vástago se fabrica normalmente en acero AISI 410 con rosca de dos entradas.

Los espárragos de sujeción de cuerpo y tapa deben cumplir con la Norma ANSI B.18 2.2.

Los empaques, entre el cuerpo y la tapa del estribo, y del prensa estopa o del vástago, deben soportar temperaturas hasta de 500 °C. La empaquetadura entre bridas de cuerpo deben cumplir con la Norma ASTM-EB- 212 Y el cordón de la empaquetadura del vástago debe ser ASBERIT 14 o similar. Las dimensiones de bridas y cuerpo deben cumplir con las Normas ANSI B-16.5 y ANSI B-16.1 O.

Figura 2. Válvula de Compuerta.



e. Aplicaciones

Las válvulas de compuerta son aplicables en servicios generales, aceites, petróleo, gas, aire, pastas semilíquidas, líquidos espesos, vapor, gases, líquidos no condensables y líquidos corrosivos. Una propiedad importante de la válvula de compuerta es que dentro de ella la obstrucción y la turbulencia son menores que en otras válvulas, siendo por consiguiente menor la caída de presión que en ella se produce.

f. Instalación

En la instalación de las válvulas de compuerta se debe tener en cuenta la posición con respecto al piso y su posición con respecto a la tubería.

Con respecto al piso:

- ❖ **Aérea:** cuando se instale por encima del piso y no se coloquen soportes.
- ❖ **Superficial:** cuando se instala con soporte al piso.
- ❖ **Subterránea:** cuando se instale por debajo del nivel del piso, en cuyo caso la válvula debe estar en una caja de válvulas con las tapas y drenajes correspondientes.

Con respecto a la tubería tendremos las siguientes posiciones:

- ❖ **De pie:** Cuando la rama principal de la válvula está horizontal y el sistema de operación está por encima.
- ❖ **Invertida:** Cuando la rama principal de la válvula está horizontal y el sistema de operación está por debajo.
- ❖ **Acostado:** Cuando la rama principal de la válvula está horizontal y el sistema de operación está aliado.
- ❖ **De lado:** Cuando la rama principal de la válvula está vertical.

La posición de pie es la más aconsejable y en cuanto sea posible se deben evitar las otras posiciones.

En las posiciones respecto al piso y con relación a la tubería debe tenerse mucho cuidado en los espacios requeridos para el correcto y cómodo manejo de la válvula.

g. Accionamiento

- ❖ **Accionamiento directo con rueda de manejo:** Mediante una rueda de manejo colocada directamente sobre el vástago, un operario puede darle las vueltas requeridas para abrir o cerrar la compuerta. Este accionamiento se emplea cuando la válvula está colocada en un sitio donde la operación manual puede ser realizada, ya sea aérea o subterránea.
- ❖ **Accionamiento directo con llave T,** consiste en girar el vástago mediante una extensión que acopla con la punta del vástago mediante un dado de operación. Este método se emplea cuando las válvulas son de instalación subterránea y la tapa de la caja tiene el diseño adecuado para permitir el paso de la llave.
- ❖ **Accionamiento directo por cadena.** En instalaciones aéreas la válvula puede quedar localizada en sitios muy altos. Es en este caso cuando se emplea una rueda con periferia acanalada y operada desde el piso mediante una cadena.
- ❖ **Accionamiento por engranajes en válvulas grandes.** Se emplea una caja de engranajes-reductora que se pueda accionar con una rueda de

manejo. Tiene por objeto facilitar la operación y disminuir la fuerza aplicada por el operario.

- ❖ **Accionamiento motriz.** Sobre los mecanismos de reducción puede actuar un motor eléctrico, un cilindro hidráulico o neumático con mandos a distancia, pudiendo de esta forma manejar el sistema de apertura y cierre de manera eficiente.

h. Otros Tipos de Válvulas de Compuerta

Existen varios tipos de compuertas. Una de ellas de forma rectangular tiene una perforación de igual diámetro a la tubería. permitiendo el paso de fluido cuando dicha perforación se enfrenta con la línea de acción del fluido y cerrando el paso cuando la parte ciega de la compuerta se enfrenta a esta línea de acción.

o Válvulas de Globo

a. Descripción

Las válvulas de globo se emplean para regular el paso del fluido. Este se produce por estrangulamiento del fluido y en el momento en que el disco de la válvula de globo toca el asiento del cuerpo de la válvula, se produce el cierre.

Estas válvulas son recomendadas en los casos en donde la válvula se tiene que abrir y cerrar con frecuencia.

b. Componentes (Ver Figura 3).

Las válvulas de globo están generalmente compuestas por los siguientes elementos:

Cuerpo: Fabricado en fundición de acero, similar al de las válvulas de compuerta. En su interior tiene un elemento integral del cuerpo que hace que el asiento de las válvulas de globo, sin excepción, se encuentre directamente opuesto al orificio superior del cuerpo de la válvula.

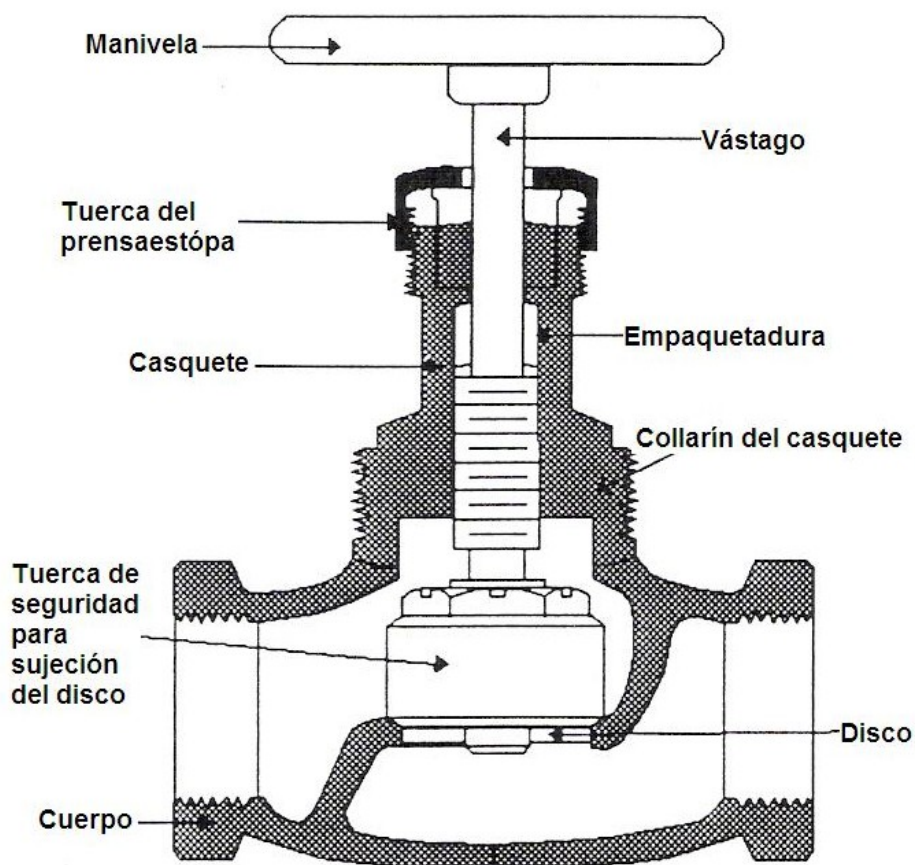
El cuerpo de estas válvulas tiene también en la rama horizontal de la T, los elementos (bridas) que le permiten acoplarse a la tubería. En el elemento vertical tienen la brida para ajustar la tapa de la válvula.

- ❖ **Tapa o cubierta del cuerpo:** Se fija al cuerpo mediante pernos y a través del cual pasa el vástago que acciona el disco de sello.

- ❖ **Disco de Sello:** Elemento que acoplado al vástago y enfrentado con el orificio de paso del fluido, permite el estrangulamiento del fluido en mayor o menor grado.
- ❖ **Vástago:** Es el elemento acoplado al disco de sello y operado mediante una tuerca de operación y una rueda de manejo, que permite la maniobra de cierre o apertura de la válvula.

En el sitio de acople del cuerpo con la tapa y en la salida del vástago se colocan empaques y sellos que garantizan la completa estanqueidad.

Figura 3. Válvula de Globo.



c. Utilización

La válvula de globo se emplea en servicios generales, líquidos, vapores, gases corrosivos, partes semilíquidas.

d. Características Constructivas

Las dimensiones de diseño, pruebas y materiales deben cumplir con las normas ANSI B.16, 34, ANSI B.16.1 O Y ANSI B.16.5. Las características en materiales son muy parecidas a las de las válvulas de compuerta, en las cuales el cuerpo, superior y volante, están fabricados de acero ASTM A-216 Grado WCB. El vástago, plato y otros elementos de empuje y sujeción son de acero AISI-SAE 410.

e. Instalación

Las válvulas de globo se deben instalar de modo que la presión esté por debajo del disco, excepto en servicios con vapor a alta temperatura. La carrera del disco es corta y son necesarias pocas vueltas para accionar la válvula.

f. Accionamiento

Siendo las válvulas de globo recomendadas para regular el flujo, deben accionarse con mucha frecuencia. Trabaja fácilmente en operación manual y también permite la instalación de actuadores eléctricos, hidráulicos o neumáticos. No se recomienda para servicio que requiera frecuente cierre y apertura de la misma.

o Válvulas de Retención o de Cheque

a. Tipos de Válvula de Retención

Hay dos tipos de válvula de retención:

- ❖ **Válvula de disco único** (tipo columpio): Es el tipo más popular y el que más se usa de todos los tipos de válvulas de retención. La válvula de columpio se emplea en aquellos casos en donde se requiere un flujo pleno.
- ❖ **Válvula de doble disco**: Se fabrican tipo wafer para instalarse entre bridas y su diseño está de conformidad con la norma API-594.

b. Descripción (Ver Figura 4.)

La válvula de retención tipo columpio está compuesta en forma general de los siguientes elementos:

- ❖ **Cuerpo:** En fundición de acero. Tiene forma de T invertida. y su línea de acción está en la rama horizontal, donde van las bridas para acople con la tubería. Sobre la rama vertical se acopla la tapa de la válvula para inspección de los elementos internos.
- ❖ **Pasador pivote del columpio:** (Pin de la compuerta).
- ❖ **Porta-discos:** (compuerta pivotada).
- ❖ **Disco de sello.**
- ❖ **Anillos de sello:** (metálicos o elásticos).
- ❖ **Cubierta:** (tapa) con pernos.

En los sitios de juntas y en las salidas del pin de la compuerta se colocan empaques y elementos de ajuste que garanticen la completa estanqueidad de la válvula.

c. Utilización

Las válvulas de retención están destinadas para la protección de instalaciones hidráulicas contra el desplazamiento de fluidos en sentido inverso o contra flujo. y para mantener una columna de presión en caso de paradas en los sistemas de bombeo.

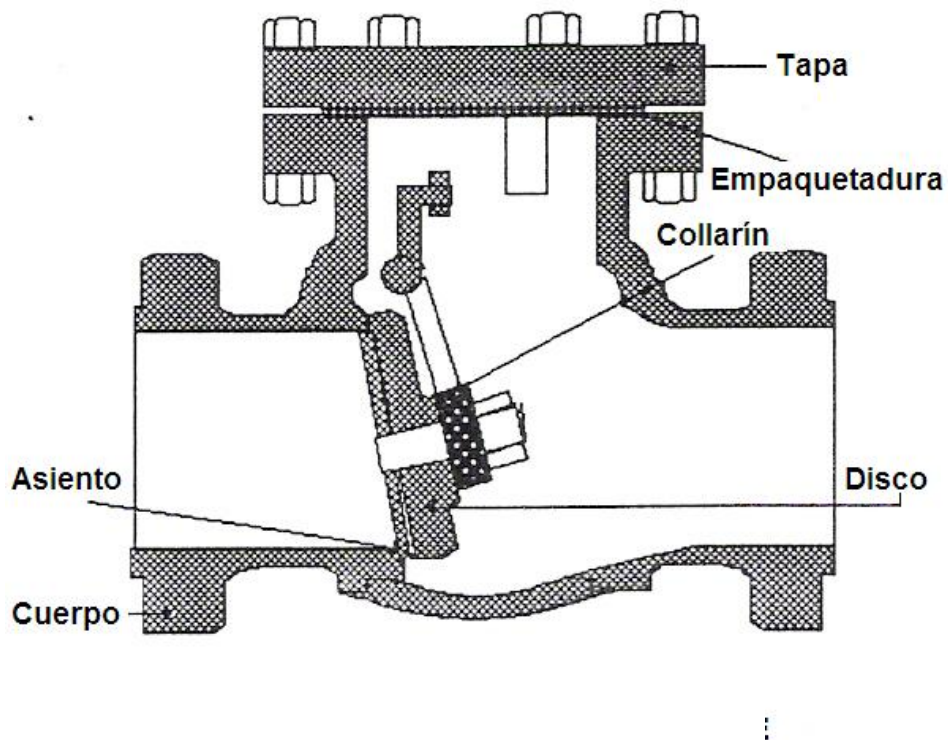
Las válvulas de retención tipo columpio, se emplean para servicios con líquidos a velocidad media de flujo y que no estén sujetas a flujo pulsante. Se utilizan generalmente junto con válvulas de compuerta. En tuberías verticales el sentido de flujo debe ser siempre ascendente. Las válvulas de retención también son instaladas a la salida de las bombas, facilitando las inspecciones de la bomba.

d. Características Constructivas

Las válvulas de retención o cheques, están fabricadas en acero ASTM A216 Gr WCB. Este acero se emplea en el cuerpo. brazo y tapa del accesorio. El asiento y el obturador son acero ASTM A217 CA 15. Los espárragos de ensamble tapa-cuerpo son de acero según ASTM A 193 Grado B7.

Las dimensiones de bridas y cuerpo deben cumplir con las normas ANSI B-16.5/ B-16.10.

Figura 4. Válvula de Retención o Cheque



e. Instalación

Las válvulas de retención deben instalarse de modo que el disco de sello abra en sentido del flujo. En el cuerpo de la válvula aparece fundida una flecha que indica el sentido de instalación (o de recorrido del fluido).

f. Accionamiento

Son válvulas de accionamiento automático, funcionan sin controles externos y dependen para su funcionamiento del sentido de circulación del flujo.

o Válvulas de Bola

a. Descripción (Ver Figura 5.)

Las válvulas de bola son consideradas de cierre rápido, debido a que el desplazamiento entre la posición abierta y cerrada equivale a solo $\frac{1}{4}$ de vuelta. Consta de una bola perforada, cuyo agujero tiene igual diámetro que el de la tubería, y gira entre asientos elásticos, permitiendo la circulación de fluido cuando este se encuentra posicionado en la línea de acción del flujo y cortándolo cuando se gira 90° .

Los dos diseños básicos de estas válvulas difieren entre sí en la forma como se introduce la bola en el interior del cuerpo. Uno de estos métodos es llamado "entrada superior" y permite flujo en cualquiera de los dos sentidos. El otro llamado "entrada al extremo" permite el flujo en un sólo sentido, pues la bola se encuentra centrada por un resorte. En el método de "entrada superior" la bola queda acojinada entre los dos asientos de teflón.

- ❖ **De cuerpo soldado:** prácticamente son irreparables, ya que las partes forjadas del cuerpo se deben cortar para sacar la bola y los asientos.
- ❖ **Desmontables:** en la que todos los componentes tienen fácil acceso para reparación, cambio o revisión.

b. Utilización

Las válvulas de bola se emplean en servicio general. con fluidos a temperaturas medias, viscosos cuyos depósitos semi-líquidos perjudicarían la operación de otros tipos de válvulas. Estos accesorios prestan el servicio de conducción y corte sin estrangular el fluido por ser válvulas de operación rápida lo cual significa que deben ser operadas en las posiciones "totalmente abierta" o "totalmente cerrada" únicamente. Dejar la válvula en una posición intermedia (semiabierta), puede ocasionar daños severos a los asientos y sellos de la misma dañándola rápidamente.

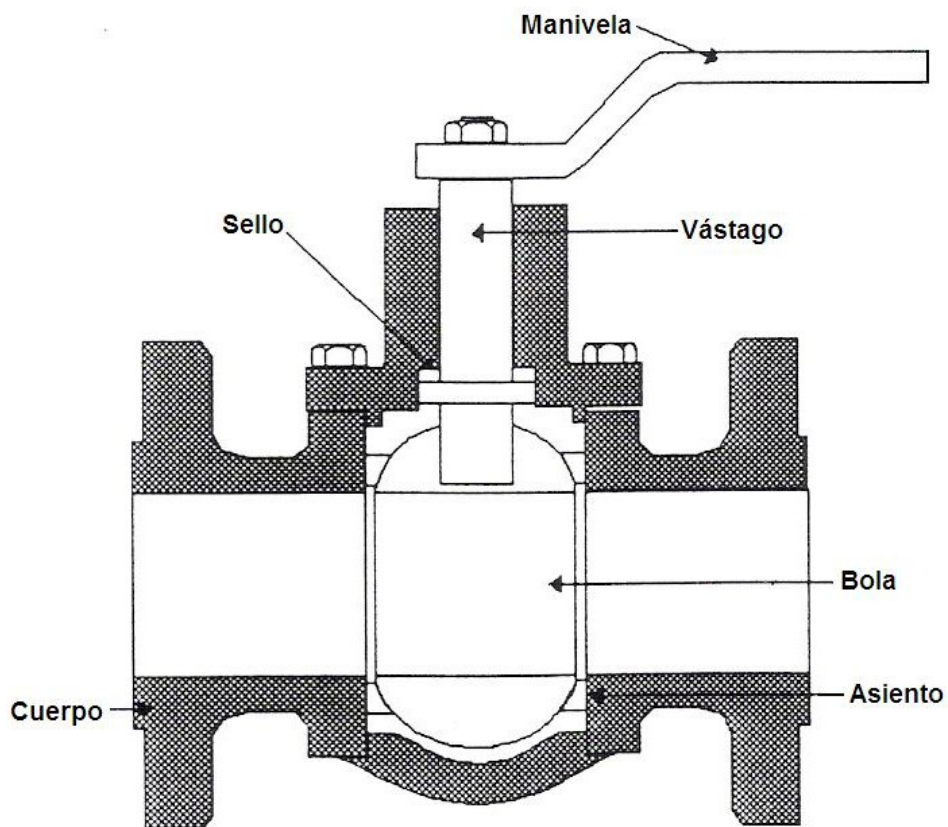
La válvula no debe permanecer inmovilizada por períodos de tiempo muy largos. Si es posible debe ser accionada a intervalos regulares para asegurar una operación correcta y continua.

c. Características Constructivas

Las válvulas de bola para las especificaciones de presión. rangos de temperatura y dimensiones, cumplen con las normas API-600, API-6D. ANSI 816.5 y MSS SP44.

El cuerpo de la válvula y las bridas de conexión están fabricadas en acero ASTM A350 Grado LF2 (M), mientras la bola se fabrica en acero AISI 4130 Gr PL. Los anillos y los sellos de estas válvulas son normalmente en teflón.

Figura 5. Válvula de Bola.



d. Instalación

Las válvulas de bola tienen condiciones de instalación casi iguales a las válvulas de compuerta. Se pueden instalar aéreas, al piso o subterráneas y la válvula y/o la tubería deben tener el soporte necesario para eliminar el esfuerzo y la fatiga de las conexiones. Cuando estas válvulas vienen provistas de caja de engranajes y rueda de manejo, se debe tener cuidado en la selección del espacio para operación de la rueda.

Las válvulas de bola deben ser levantadas de manera que el cuerpo sostenga todo el peso. Nunca deben ser levantadas por la palanca, el reductor o el actuador.

Durante la instalación la válvula debe estar en posición "abierta" (100%) para proteger la superficie de la bola.

e. Accionamiento

Según las condiciones de trabajo las válvulas de bola pueden ser equipadas con actuadores eléctricos, hidráulicos ó neumáticos.

o Válvulas de Mariposa (de Aleta)

a. Descripción

Las válvulas de mariposa son accesorios que tienen por función la regulación o bloqueo de un fluido en una tubería.

b. Componentes.

Las válvulas de mariposa en forma general están conformadas por los siguientes elementos:

- ❖ **Cuerpo:** anillo con bridas en fundición de acero. En el interior tiene los anillos de cierre desplazados con relación al centro del cuerpo.
- ❖ **Eje de accionamiento:** acopla con el disco permitiendo las posiciones de abierto, cerrado e intermedias para efectuar la regulación del flujo.
- ❖ **Disco de cierre (mariposa):** Disco con pivote a su espalda que en la posición de apertura desplaza su eje con respecto al eje del cuerpo, y regresa a su posición inicial cuando se cierra, haciendo sello contra los asientos del cuerpo.
- ❖ **Anillo de sello y anillo de ajuste:** Cuando se ejerce una compresión a este, se fija el anillo de sello al anillo de cierre.

En los sitios de salida del eje de accionamiento se colocan empaques y elementos de ajuste que garanticen la completa estanqueidad del accesorio.

c. Características Constructivas

Las características geométricas de la válvula mariposa y la calidad de los materiales empleados para la fabricación de cada uno de sus elementos,

está claramente establecida en las Normas API.609 y en las Normas ANSI y ASTM que respaldan dicha norma.

Para el cuerpo de estas válvulas se emplea fundición de acero ASTM A216 Gr WCB. La geometría de las bridas para acople con la tubería cumplen con ANSI B-16.1.

Los materiales y características de la compuerta, sellos y demás elementos de la válvula se rigen por la norma ANSI/AWWA C504 (American National Standard).

d. Aplicaciones

Las válvulas de mariposa se aplican en servicios generales con líquidos, gases, pastas semi-líquidas con sólidos en suspensión. Su empleo facilita apertura o cierre total, además de la regulación de fluido.

e. Instalación

Las válvulas de mariposa con bridas pueden instalarse aéreas o subterráneas. Cuando son subterráneas deben estar dentro de una cámara de válvulas con tapa. Las válvulas deben instalarse con el disco totalmente cerrado.

Otra recomendación para la instalación de válvulas de mariposa es la que tiene que ver con la posición del eje del disco cuando la válvula esté abierta. Estas válvulas son normalmente instaladas con el disco horizontal y se debe evitar en cuanto sea posible la instalación del eje de disco en posición vertical.

Si la posición vertical del eje del disco no se puede obviar, es absolutamente necesario que el operador de reducción de la válvula, quede en la parte alta del cuerpo, y nunca por debajo. En las válvulas de mariposa es normal el empleo de mecanismos de operación con rueda de manejo, pudiendo quedar instalada arriba, abajo o al lado del cuerpo. También puede quedar mirando aguas arriba o aguas abajo en la instalación.

f. Accionamiento

Como se indicó en el tema anterior, es normal que las válvulas mariposa estén dotadas de operador manual con rueda de manejo.

Según las necesidades de trabajo las válvulas pueden operarse mediante actuadores eléctricos hidráulicos o neumáticos.

g. Otros Tipos de Válvulas de Mariposa

Dentro de estos se encuentra la denominada tipo Wafer. Esta válvula está desprovista de bridas y debe ser colocada entre tubería bridada.

El diámetro externo del cuerpo de la válvula permite el paso de pernos tensores entre las bridas de normalización standard.

Las válvulas tipo Wafer suelen traer una palanca de accionamiento manual acoplada al eje del disco. En este tipo de válvulas es normal la instalación vertical del eje de disco. aunque esta posición puede originar acumulación de sedimentos contra el muñón del eje que está por la parte de abajo.

- **Según Tipo de Servicio**

- **Servicio de Apertura - Cierre**

Se emplean para dar o interrumpir el paso completo de un fluido. Son de uso poco frecuente. En este servicio se emplean preferencialmente válvulas de compuerta, de corredera, en algunos casos se emplean válvulas de bola o de cono, aunque no son las más aconsejables.

- **Servicio de Estrangulamiento**

Su acción es la de efectuar una estrecha regulación del flujo, la cual se logra con unas vueltas del volante. Son de uso común. Se utilizan válvulas de bola, de aguja, de mariposa y de cono.

- **Servicio de Contra-flujo**

Son aquellas que impiden el paso del flujo en sentido contrario al estipulado. Tienen gran importancia en líneas de bombeo, donde se requiere mantener la columna de succión ó impedir la entrada de flujo por la descarga de la bomba. Se utiliza principalmente la de retención o cheque que abre o cierra según la dirección del flujo. Son válvulas unidireccionales.

- **Servicio de Seguridad**

El objeto es proteger las instalaciones de sobre-presiones y daños generados por alteración de las condiciones normales de operación. Algunas válvulas como las de alivio y seguridad previenen golpes de ariete, lo cual puede generar graves problemas. Debido a la facilidad de operación automática, estas válvulas pueden responder a condiciones de funcionamiento preestablecidas.

1.2.3. Normas y Estándares de Referencia para las Válvulas y sus Accesorios

✓ MAB-IMEG

MW 8 E Painting specification
MW 9 E Wrapping specification for fittings and valves
MW 10 E Packing specification
MW 3.1 E Electric valve actuator specification

✓ API (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE)

598 Valve inspection test.
607 Fire test for soft seated valves.
600 Steel gate valves.
594 Wafer check valves.
6D Pipeline valves, enclosures, connectors and swivels.

✓ ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE)

B 1.1 Unified screw threads.
B 1.5 Acme screw threads.
B 1.8 Stub acme screw threads.
B 1.12 Class 5 interference - fit thread.
B 2.1 Tapered pipe threads.
B 3.1 Pipe threads general purpose.
B 16.5 Steel pipe flanges and flanged fittings.
B 16.10 Face to face and end to end dimensions for ferrous valves.
B 16.11 Forged steel fittings. socket welding and threaded.
B 16.20 Ring-joint gasket and grooves for steel pipe flanges.
B 16.25 Socket welding end for pipe. valves. Flanges and fittings.
B 16.34 Valves flanged end and butt weld.
B 18.2.2 Square and hex nuts.

B 31.3 Petroleum refinery piping.

B 31.4 Liquid petroleum transportation piping systems.

B 36.10 Wrought-steel and wrought-iron pipe.

✓ **MSS (MANUFACTURERS STANDARDIZATION SOCIETY)**

SP-6 Finishes for contact faces of pipe flanges and connection end flanges of valves and fittings.

SP-7 Spot-facing standards.

SP-25 Standard marking system for valves, Fittings, flanges and unions.

SP-45 Bypass and drain connection standard.

SP-55 Quality standard for steel casting.

SP-82 Valve pressure test methods.

SP-72 Ball valves with flanged or butt-welding ends for general service.

SP-84 Steel valves-socket welding and threaded ends.

✓ **NACE (NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS)**

MR-01-75 Sulfide stress cracking. Resistant metallic material for oilfield equipment.

1.3. TEORÍA DE MANTENIMIENTO

1.3.1. Definición de Mantenimiento:

Conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de sistemas, edificios, equipos y accesorios.

Las acciones más importantes de mantenimiento son: planificación, programación, ejecución, supervisión y control.

Para poder garantizar la disponibilidad operacional de sistemas, edificios, instalaciones, equipos y accesorios, el mantenimiento debe ser ejecutado de manera continua y permanente a través de planes que contengan fines, metas y objetivos precisos y claramente definidos.

Predecir significa: ver con anticipación. Conocer, conjeturar lo que ha de suceder. Con una buena planificación y programas oportunos de inspecciones rutinarias, el ingeniero de mantenimiento está en capacidad de

detectar los síntomas que nos indican, muchas veces con bastante anticipación, que los equipos están próximos a fallar y que, en consecuencia, debe abocarse a corregir las desviaciones antes que se conviertan en problemas de mayor trascendencia.

1.3.2. Filosofía del Mantenimiento:

Disponer de un grupo mínimo de recursos humanos capaz de garantizar optimización de producción, disponibilidad de equipos, y la seguridad en la planta industrial.

El principal principio del mantenimiento es asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas con el objetivo de mantener la competitividad de la empresa por medio de: Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de equipos, satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa, cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente, y maximizar el beneficio global.

El mantenimiento es aplicable a todo sistema o empresa que desee aumentar la confiabilidad o la vida útil de sus activos materiales, uno de los aspectos más importantes del mantenimiento de los equipos, maquinarias e instalaciones, es aplicar un adecuado plan que aumente la vida útil de éstos reduciendo la necesidad de repuestos, reparaciones y minimizando el costo de producción. El mantenimiento es un proceso donde se aplica un conjunto de acciones y operaciones orientadas a la conservación de un bien material y que nace desde el momento mismo que se concibe el proyecto para luego prolongar su vida útil. El mantenimiento se lleva a cabo a través de Programas que corresponde al establecimiento de frecuencias y la fijación de fechas para realizarse cualquier actividad.

1.3.3. Tipos de Mantenimiento:

Dentro de los principales tipos de mantenimiento y haciendo énfasis en el de tipo preventivo por ser el aplicado a las válvulas; tenemos los siguientes:

❖ Mantenimiento Preventivo:

Servicios de inspección, control, conservación y restauración de un ítem con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar fallas. Este mantenimiento se realiza con una frecuencia dependiendo de la criticidad del equipo.

Dicho de otra manera, es la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

Ventajas del Mantenimiento Preventivo:

- ✓ Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya
- ✓ que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- ✓ Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- ✓ Mayor duración, de los equipos e instalaciones.

- ✓ Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto sus costos, puesto
- ✓ que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.

- ✓ Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento
- ✓ debido a una programación de actividades.

Menor costo de las reparaciones.

Fases del Mantenimiento Preventivo:

- ✓ Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- ✓ Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- ✓ Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- ✓ Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

❖ **Mantenimiento Correctivo:**

Servicios de reparación en ítems con falla; es decir este mantenimiento se realiza cuando se detecta la falla o cuando ya ocurrió.

❖ **Mantenimiento Predictivo:**

Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio.

El mantenimiento Predictivo basado en la confiabilidad es la forma sistemática de como preservar el rendimiento requerido basándose en las características físicas, la forma como se utiliza, especialmente de como puede fallar y evaluando sus consecuencias para así aplicar las tareas adecuadas de mantenimiento (preventivas o correctivas).

❖ **Mantenimiento Mejorativo o Rediseños:**

Consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación.

No es tarea de mantenimiento propiamente dicho, aunque lo puede hacer el grupo de mantenimiento dependiendo de la organización de funciones en la empresa.

❖ **Mantenimiento Selectivo:**

Servicios de cambio de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, de acuerdo con recomendaciones de fabricantes o entidades de investigación.

1.4. TEORÍA DE LUBRICACIÓN

1.4.1. Definición de Lubricación

Acción de disminuir las fuerzas de rozamiento entre dos superficies que están en contacto y tienen deslizamiento relativo entre sí, mediante el uso de alguna sustancia resbalosa o untuosa. En mecánica se entiende como la práctica necesaria para disminuir el rozamiento entre los elementos de un mecanismo, con el objetivo de minimizar el desgaste y la energía necesaria para su funcionamiento; haciendo uso de lubricantes tales como grasas y aceites de diferentes orígenes y composiciones. Dichos lubricantes son elegidos de acuerdo a los materiales en contacto, condiciones de trabajo

como carga, presión, temperatura, ambiente, etc. Brindando además otros beneficios de acuerdo a su composición como protección contra la corrosión.

Las funciones básicas de un lubricante son: reducción de la fricción y por ende del desgaste, disipación del calor y dispersión de los contaminantes; aunque se debe saber que también pueden transmitir potencia, proteger contra la oxidación y servir como aislantes eléctricos. El diseño de un lubricante para realizar estas funciones es una tarea compleja, que involucra un cuidadoso balance de propiedades, tanto del aceite de base como de los aditivos.

Existen lubricantes sólidos, líquidos y gaseosos. Aunque el lubricante en la mayoría de los casos es aceite o grasa mineral, los cuales son derivados del petróleo; también pueden ser de origen natural, bien sea animal o vegetal; existiendo también lubricantes de origen sintético, que pueden o no ser derivados del petróleo. En algunos casos se utiliza agua, aire, grafito, talco, gases o líquidos a presión, aleaciones o pulverizados cuando hay condiciones especiales.

El estudio de la lubricación está basado en:

- Mecánica de fluidos.
- Termodinámica y transmisión de calor.
- Mecánica de sólidos, materiales.

1.4.2. Reseña Histórica de la Lubricación

Históricamente es interesante señalar que únicamente con la mejora de los procesos de fabricación de elementos metálicos (a partir de la revolución industrial) y el aumento de las velocidades de giro de ejes (por encima de las habituales de un carro o un molino) la lubricación hidrodinámica se convierte en el tipo normal de lubricación y empieza a ser estudiada.

La lubricación con grasas (lubricación límite) recibió una atención especial desde hace ya muchos años. Un gran número de famosos investigadores realizó experimentos sobre lubricación: Leonardo da Vinci (1508), Amontons (1699), Euler (1748), Coulomb (1809). Amontons y Coulomb hallaron que la fuerza de fricción F que hay que vencer para mover un cuerpo respecto a otro es proporcional a la carga normal aplicada P : es decir existe una constancia del cociente P/F , llamado coeficiente de fricción.

Los primeros trabajos sobre un eje con cojinetes trabajando en condiciones hidrodinámicas fueron realizados por Pauli (1849) y Hirn (1854). Estos

trabajos fueron analizados por el científico ruso Petroff en 1883. Tower entre 1883 y 1885 demostró que se generaban en este tipo de cojinetes unas presiones elevadas: este hecho fue explicado en 1886 por Reynolds que demostró que era necesaria una forma convergente en la película para que se generara un aumento de presión.

1.4.3. Reducción de la Fricción

La reducción de la fricción se realiza manteniendo una película de lubricante entre las superficies que se mueven una con respecto de la otra, previniendo que entren en contacto y causen un daño superficial.

La cantidad de resistencia al movimiento debido a la fricción se puede expresar en términos del coeficiente de fricción:

$$\text{Coeficiente de Fricción} = \frac{\text{Fuerza de fricción que se opone al movimiento}}{\text{Carga perpendicular a la superficie}}$$

Este coeficiente es casi constante para cualquier par de superficies. Para metales limpios, con una terminación superficial ordinaria, expuestos a la atmósfera, el valor es aproximadamente 1. Para el mismo metal, contaminado por el manipuleo, el valor cae a alrededor de 0,3. Para sistemas bien diseñados y lubricados, el coeficiente puede ser tan bajo como 0,005. Bajo condiciones muy especiales, se pueden obtener valores tan bajos como 0,000005. En contraste, los coeficientes para superficies metálicas limpias en el vacío, pueden ser tan altos como 200 o más, y la soldadura en frío debido a la adhesión puede ocurrir.

1.4.4. Intercambio de Calor

Otra importante función de un lubricante es actuar como un enfriador, removiendo el calor generado por la fricción o por otras fuentes tales como la combustión o el contacto con sustancias a alta temperatura. Para realizar esta función, el lubricante debe permanecer relativamente sin cambios. Los cambios en la estabilidad térmica y estabilidad a la oxidación harán disminuir la eficiencia del lubricante. Para resolver estos problemas es que generalmente se agregan los aditivos.

1.4.5. Suspensión de contaminantes

La habilidad de un lubricante para permanecer efectivo en la presencia de contaminantes es bastante importante. Entre estos contaminantes se

cuentan agua, productos ácidos de la combustión y materia particulada. Los aditivos son generalmente la respuesta para minimizar los efectos adversos de los contaminantes.

1.4.6. Pérdida de lubricación

Bajo ciertas condiciones tales como carga repentina, alta carga durante largo tiempo, alta temperatura, baja velocidad, o baja viscosidad; el sistema de lubricación no se mantiene en régimen hidrodinámico. Se llega a una situación en la cual existe un contacto intermitente entre las superficies metálicas, resultando en un aumento significativo de la temperatura, y una posterior destrucción de las superficies en contacto. Bajo estas circunstancias, la capa fluida no es capaz de proteger las superficies, y se deben emplear otras técnicas, como ser el agregado de aditivos formantes de capas protectoras sobre las superficies móviles.

1.4.7. Viscosidad del lubricante

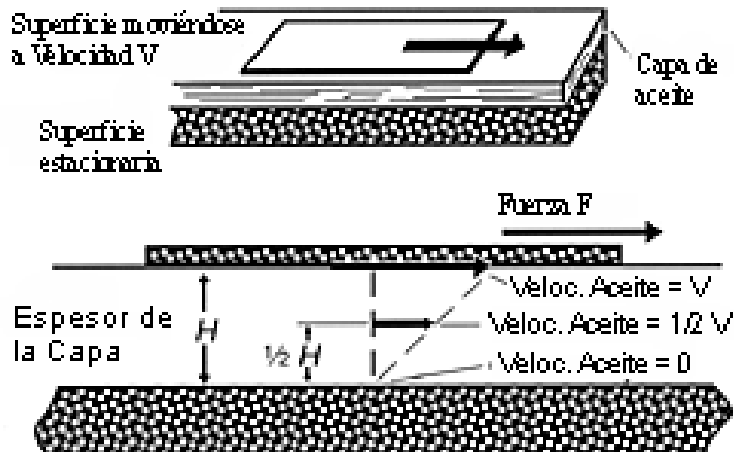
❖ Viscosidad:

Es la resistencia interna del fluido al desplazamiento. (Ley de Newton).

La viscosidad es una de las propiedades más importantes de un aceite lubricante. Es uno de los factores responsables de la formación de la capa de lubricación, bajo distintas condiciones de espesor de esta capa. La viscosidad afecta la generación de calor en rodamientos, cilindros y engranajes debido a la fricción interna del aceite. Esto afecta las propiedades sellantes del aceite y la velocidad de su consumo. Determina la facilidad con la que las máquinas se pueden poner en funcionamiento a varias temperaturas, especialmente a las bajas. La operación satisfactoria de una dada pieza de un equipo depende fundamentalmente del uso de un aceite con la viscosidad adecuada a las condiciones de operación esperadas.

El concepto básico de la viscosidad se muestra en la figura, donde una placa se mueve a una velocidad constante V sobre una capa de aceite. El aceite se adhiere a ambas caras de las placas, la móvil y la estacionaria.

Concepto de Viscosidad Dinámica



El aceite en contacto con la cara de la placa móvil viaja a la misma velocidad que ésta, mientras que el aceite en contacto con la placa estacionaria tiene velocidad nula. Entre ambas placas, se puede visualizar al aceite como si estuviera compuesto por muchas capas, cada una de ellas siendo arrastrada por la superior a una fracción de la velocidad V , proporcional a su distancia de la placa estacionaria. Una fuerza F debe ser aplicada a la placa móvil para vencer a la fricción entre las capas fluidas. Dado que esta fricción está relacionada con la viscosidad, la fuerza necesaria para mover la placa es proporcional a la viscosidad. La viscosidad se puede determinar midiendo la fuerza necesaria para vencer la resistencia a la fricción del fluido en una capa de dimensiones conocidas. La viscosidad determinada de esta manera se llama dinámica o absoluta.

La viscosidad dinámica normalmente se expresa en poise (P) o centipoise (cP, donde $1 \text{ cP} = 0,01 \text{ P}$), o en unidades del Sistema Internacional como pascuales-segundo (Pa-s, donde $1 \text{ Pa-s} = 10 \text{ P}$). La viscosidad dinámica, la cual es función sólo de la fricción interna del fluido, es la cantidad usada más frecuentemente en el diseño de cojinetes y el cálculo de flujo de aceites. Debido a que es más conveniente medir la viscosidad de manera tal que tenga en cuenta la densidad del aceite, para caracterizar a los lubricantes normalmente se utiliza la viscosidad cinemática.

La viscosidad cinemática de un fluido es su viscosidad dinámica dividida por su densidad, ambos medidos a la misma temperatura, y expresada en unidades consistentes. Las unidades más comunes que se utilizan para expresar la viscosidad cinemática son: stokes (St) o centistokes (cSt, donde $1 \text{ cSt} = 0,01 \text{ St}$), o en unidades del SI como milímetros cuadrados por segundo (mm^2/s , donde $1 \text{ mm}^2/\text{s} = 1 \text{ cSt}$).

La viscosidad dinámica en centipoise se puede convertir en viscosidad cinemática en centistokes dividiéndola por la densidad del fluido en gramos por centímetro cúbico (g/cm^3) a la misma temperatura. La viscosidad cinemática en milímetros cuadrados por segundo se puede convertir en viscosidad dinámica en pascal-segundos multiplicando por la densidad en gramos por centímetro cúbico y dividiendo el resultado por 1000. Resumiendo:

$$\text{Esfuerzo de corte} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}} = \frac{\text{dinas}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Velocidad de corte} = \frac{\text{Velocidad del fluido}}{\text{Distancia entre las superficies}} = \frac{\text{cm/s}}{\text{cm}} = \text{s}^{-1}$$

$$\text{Viscosidad absoluta} = \frac{\text{Esfuerzo de corte}}{\text{Velocidad de corte}} = \frac{\text{dinas/cm}^2}{\text{s}^{-1}} = 1 \text{ P}$$

$$\text{Viscosidad cinemática} = \frac{\text{Viscosidad absoluta}}{\text{Densidad}} = 1 \text{ Stoke}$$

Se han utilizado otros sistemas de medida, incluyendo Saybolt, Redwood y Engler, debido a su familiaridad para muchas personas, pero son raros los instrumentos desarrollados para realizar las mediciones en estas unidades. La mayoría de las determinaciones de viscosidad se realizan en centistokes y se convierten a valores de otros sistemas. La viscosidad de cualquier fluido cambia con la temperatura, incrementándose a medida que baja la temperatura, y disminuyendo a medida que ésta aumenta. La viscosidad también puede cambiar con un cambio en el esfuerzo o velocidad de corte.

1.4.8. Tipos de Lubricación

❖ Lubricación Límite:

Es la formación de una capa que se adhiere a las superficies metálicas e impide que cuando estas deslicen la una sobre la otra se presente el contacto metal-metal y por consiguiente el desgaste adhesivo. La lubricación por película límite se presenta siempre que un mecanismo arranque ó se detenga.

Generalmente este es el tipo de lubricación que se hace usando grasas y se presenta en máquinas o elementos mecánicos de baja velocidad o grandes cargas.

En conclusión sus principales características son:

- la película de lubricante es tan fina que existe un contacto parcial metal-metal. La acción resultante no se explica por la hidrodinámica.
- Puede pasarse de lubricación hidrodinámica a límite por caída de la velocidad, aumento de la carga o disminución del caudal de aceite.
- En este tipo de lubricación (de película delgada, imperfecta o parcial) más que la viscosidad del lubricante es más importante la composición química.
- Al proyectar un cojinete hidrodinámico hay que tener en cuenta que en el arranque puede funcionar en condiciones de lubricación límite.

❖ **Lubricación Mixta:**

Es una condición intermedia entre las películas límite e hidrodinámica, en la cual un buen porcentaje de las crestas de las dos superficies interactúan presentándose la película límite y otras ya están separadas en las cuales la película límite no desempeña ninguna labor. En lubricación mixta el desgaste y el consumo de energía dependen tanto de las características de la película límite como de la resistencia a la cizalladura de la película fluida y de su estabilidad.

❖ **Lubricación Hidrodinámica:**

Se presenta cuando las dos superficies metálicas están completamente separadas y la película límite ya no desempeña ninguna labor. El consumo de energía depende de la resistencia a la cizalladura de la película fluida y el desgaste de la estabilidad de ésta con los cambios de temperatura. En general:

- Las superficies están separadas por una película de lubricante que proporciona estabilidad.
- No se basa en introducir lubricante a presión (puede hacerse), exige un caudal de aceite, la presión se genera por movimiento relativo.
- Se habla también de lubricación de película gruesa, fluida, completa o perfecta.

❖ **Lubricación Elastohidrodinámica (EHL):**

La lubricación EHL se presenta en mecanismos sometidos a condiciones de altas cargas y bajas velocidades en los cuales las rugosidades de las superficies de fricción trabajan siempre entrelazadas y nunca llegan a separarse. En este caso las crestas permanentemente se están deformando elásticamente y el control del desgaste y el consumo de energía depende de la película adherida a las rugosidades. Se podría denominar esta película como límite pero de unas características de soporte de carga y de resistencia al desgaste mucho más elevadas que las que forma la película límite propiamente dicha. En la lubricación EHL la lubricación límite es permanente, ó sea que no hay mucha diferencia entre las condiciones de lubricación en el momento de la puesta en marcha del mecanismo y una vez que este alcanza la velocidad nominal de operación.

A medida que la presión o la carga se incrementan, la viscosidad del aceite también aumenta. Cuando el lubricante converge hacia la zona de contacto, las dos superficies se deforman elásticamente debido a la presión del lubricante. En la zona de contacto, la presión hidrodinámica desarrollada en el lubricante causa un incremento adicional en la viscosidad que es suficiente para separar las superficies en el borde de ataque del área de contacto. Debido a esta alta viscosidad y al corto tiempo requerido para que el lubricante atraviese la zona de contacto, hacen que el aceite no pueda escapar, y las superficies permanecerán separadas.

La carga tiene un pequeño efecto en el espesor de la capa, debido a que a estas presiones, la capa de aceite es más rígida que las superficies metálicas. Por lo tanto, el efecto principal de un incremento en la carga es deformar las superficies metálicas e incrementar el área de contacto, antes que disminuir el espesor de la capa de lubricante.

❖ **Lubricación Hidrostática:**

Se obtiene introduciendo a presión el lubricante en la zona de carga para crear una película de lubricante. En este tipo de Lubricación no es necesario el movimiento relativo entre las superficies.

Generalmente se emplea en cojinetes lentos con grandes cargas, en donde puede emplearse aire o agua como lubricante.

1.4.9. Estabilidad de la lubricación. Curva de Stribeck

Entre 1900 y 1902 Stribeck realiza experimentos sistemáticos para medir f en cojinetes en función de la velocidad de giro (N), de la carga por unidad de área proyectada $-P-$ y de la viscosidad. Son la base de la teoría de Sommerfeld.

La curva de Stribeck (aunque hay algunas dudas de que Stribeck la usara exactamente en la forma que se presenta aquí), representa las características generales de superficies lubricadas en movimiento relativo entre sí. La expresión es conocida como el número de Sommerfeld. En la Fig se mantienen constantes N y P para representar la relación existente entre la viscosidad del fluido, μ , y el coeficiente de rozamiento, f .

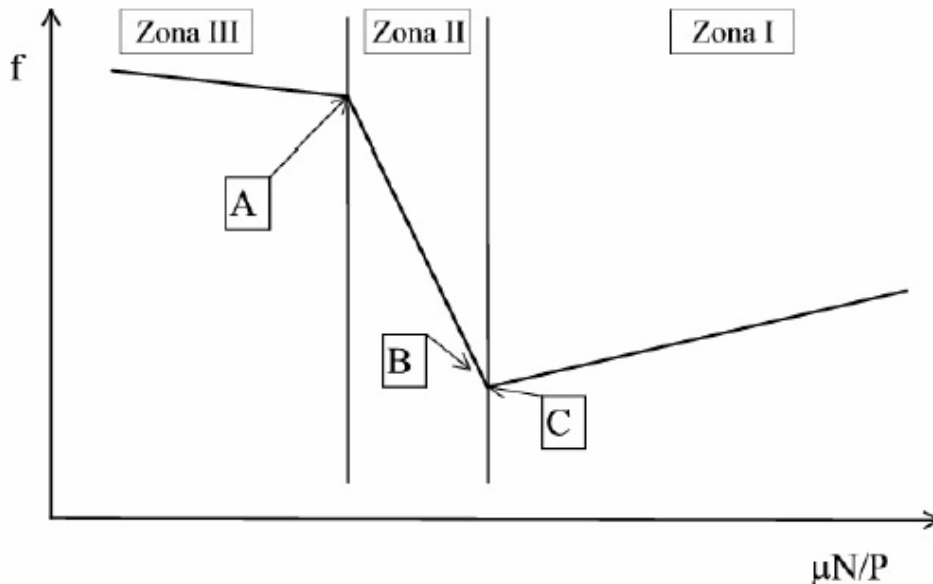
El gráfico puede dividirse en tres zonas:

zona I: lubricación hidrodinámica y elastohidrodinámica. Las superficies del cojinete están perfectamente separadas con una película gruesa de fluido: no hay contacto directo entre las superficies que deslizan y por tanto prácticamente no hay desgaste. A medida que la viscosidad disminuye, decrece la película hasta el punto C.

zona II: lubricación mixta o elastohidrodinámica parcial.

zona III: lubricación límite.

Figura 6. Efecto de la viscosidad en la lubricación. Curva de Stribeck.



De la gráfica se puede deducir:

✓ Estando en la zona I, a medida que la viscosidad disminuye también decrece el espesor de la película hasta el punto C. Una mayor disminución de la viscosidad hace que pasemos al punto B en el que se produce contacto ocasional entre las dos superficies debido a que la película es de muy pequeño espesor: el rozamiento en B y C es prácticamente igual, aunque en B la viscosidad del fluido es menor la resistencia al desplazamiento se debe en este caso al contacto entre las aspersiones.

✓ El punto C es el punto ideal de funcionamiento -delimita además la zona estable de la inestable- puesto que proporciona un rozamiento mínimo con prácticamente desgaste nulo. En la práctica se prefiere trabajar ligeramente a la derecha de C para tener un margen de seguridad.

✓ Si en el punto B reducimos ligeramente la viscosidad rápidamente crece el coeficiente de rozamiento hasta el punto A. A partir de este punto la mayor parte de la carga es soportada por las aspersiones y por tanto una reducción mayor de la viscosidad tiene muy poca influencia en el coeficiente de rozamiento.

2. MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS

2.1. INSPECCIONES DE MANTENIMIENTO

El objetivo de estas inspecciones es determinar el estado y funcionamiento de las válvulas y actuadores y son realizadas en Caño Limón por el grupo de operadores y técnicos mecánicos, quienes tienen un mayor contacto con estos elementos.

2.2. PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO EN LAS RUTINAS DE VÁLVULAS

El objetivo de los siguientes procedimientos es ofrecer una guía para realizar una detallada y completa revisión de los principales elementos de las válvulas así como la manera de corregir cualquier deficiencia encontrada o simplemente realizar mantenimiento preventivo.

2.2.1. Procedimiento de Inspección y Mantenimiento de Válvulas de Accionamiento Manual del Sistema Contra incendio

- Inspeccionar el mecanismo de ajuste entre rueda de mando y vástago. Apretarlo si está suelto.
- Inspeccionar el estado de la rosca y cuerpo del vástago. Si es necesario repare los hilos de la rosca del vástago con una lima pequeña. Limpiar y engrasar.
- Inspeccionar la tuerca de la rueda de operación. Limpiar y engrasar.
- Inspeccionar los bujes y engranajes realizando la lubricación de las cajas reductoras para accionamiento manual. Engrasar y ajustar tapa.
- Inspeccionar visualmente el estado del prensaestopas y del empaque del vástago. Si gotea o hay fuga, ajuste el prensaestopas. Si persiste, informar al superior inmediato para realizar el cambio del empaque.

- Inspeccionar uniones en el cuerpo de la válvula. Si hay fugas apretar tornillos. Si persisten, reportar daño para cambio de empaques.
- Inspeccionar el cuerpo de la válvula. Si hay daños, reportarlos para tomar el correctivo pertinente.
- Inspeccionar los acoples válvula-tubo para verificar si hay goteo. Si existe apriete los espárragos; si persiste, cambiar los empaques.
- Inspeccione con ultrasonido el sello de los asientos de la válvula en posición cerrada. Si hay paso informe de los daños apreciados. En lo posible realizar este tipo de inspecciones acompañado del personal de operaciones.
- Inspeccione el estado del recubrimiento protector contra corrosión de la válvula. Si hay deterioro repintar.

2.2.2. Procedimiento General de Inspección y Mantenimiento de las Válvulas de Proceso

El siguiente proceso abarca todas las válvulas de proceso, siga solamente los pasos que apliquen a la válvula intervenida.

- Inspección del ajuste del mecanismo rueda y manejo de vástago. Apriete si esta suelto.
- Inspeccione la tuerca de la rueda de mando.
- Inspección del estado de la rosca y el cuerpo del vástago. Si observa golpes o hilos torcidos repárelos con una lima pequeña, limpie y engrase.
- Inspección del estado de lubricación del vástago y la tuerca de operación. Limpiar el lubricante existente y aplicar el lubricante nuevo Alvania EP2.
- En el caso de las válvulas de bola aplicar grasa de maní en los puntos de engrase.
- Inspeccionar el estado del prensaestopas del empaque del vástago. Si hay goteo o fugas, ajuste el prensaestopas o cambie los empaques.

- Inspeccionar uniones en el cuerpo de la válvula. Si hay fugas ajustar los tornillos o cambiar los empaques si persiste el escape.
- Verificar estado de graseras.
- Inspeccionar el cuerpo de la válvula, si hay golpes, abolladuras o fisuras reportarlos para hacer el correctivo correspondiente.
- Inspeccionar los acoples válvula-tubería. Si hay goteo apretar las juntas de las bridas, o cambiar el empaque entre las bridas.
- Solo cuando se requiera inspeccione con ultrasonido el sellado de los asientos en la válvula cuando se encuentra en posición cerrada. Si sospecha paso de fluido informe para programar el correctivo correspondiente. Coordine siempre este tipo de mediciones con el personal de operaciones.
- En el caso de las válvulas de cheque o las neumáticas, realice una inspección visual del cuerpo y revise en caso de fugas como lo mencionan los puntos anteriores.

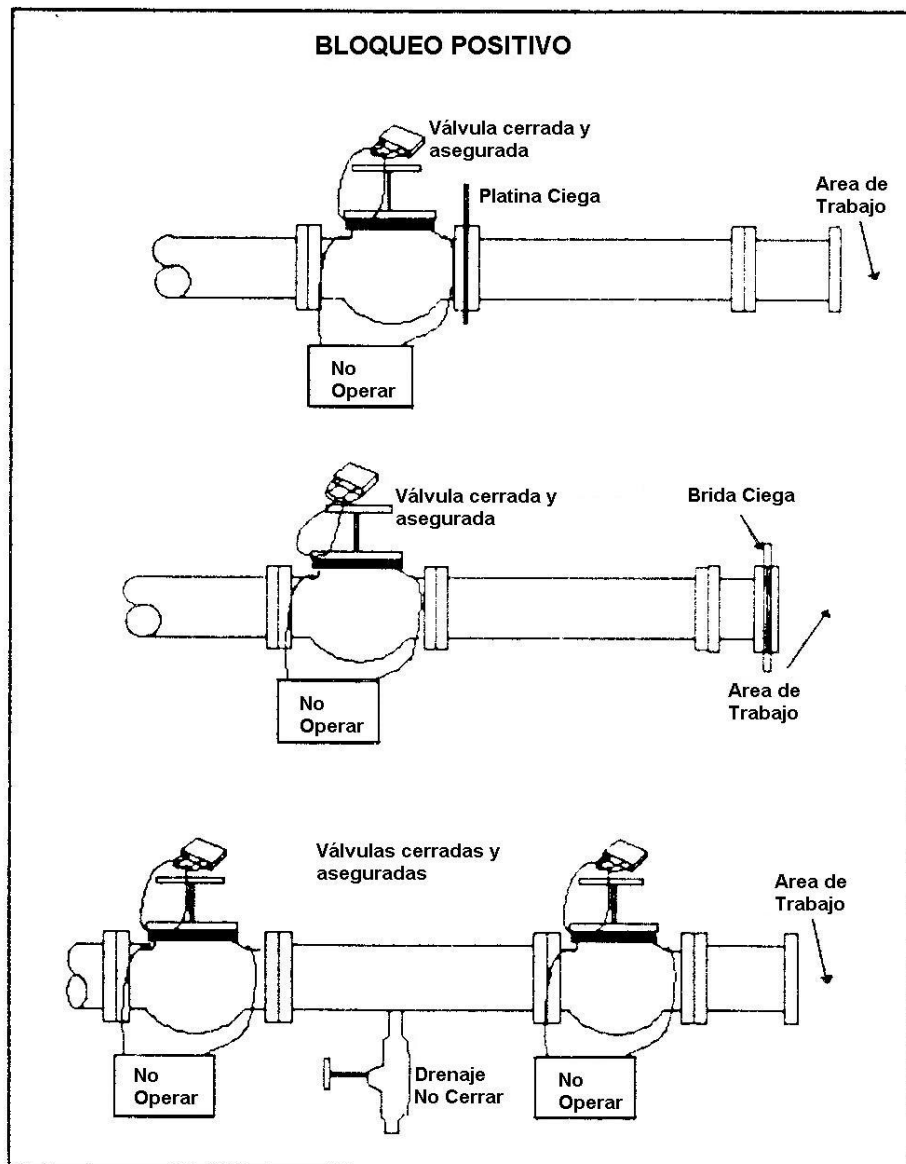
❖ Para las válvulas con Cajas reductoras:

- Inspeccionar los bujes, rodamientos y lubricación en las cajas reductoras cuando estas se encuentren instaladas en válvulas de accionamiento manual.
- Retire la grasa de la zona del engrane entre sinfín y corona y efectúe limpieza total de esta área.
- Inspeccione los elementos internos de la caja de engranajes para detectar solturas, dientes rotos o desgastes anormales. Si es posible opere la válvula para poder inspeccionar mejor los componentes.
- Aplique grasa Alvania EP2 y tape.
- Verifique que la tornillería de la caja este completa y debidamente apretada.
- Revise la calibración de los topes de calibración en las posiciones de abierto y cerrado para las válvulas de bola y de mariposa.
- Verificar el estado del O-ring o retenedor y cambiarlo si se encuentra en mal estado.

2.2.3. Procedimiento de Aislamiento o Bloqueo Positivo

Este procedimiento de seguridad aplica para retiro de válvulas y elementos de tubería con el fin de evitar accidentes y/o derrames de los fluidos de la línea o líneas adyacentes y consiste en garantizar un doble aislamiento aguas arriba del lugar de trabajo donde va a ser removido el elemento y también aguas abajo si hay fluido o presión remanente en el sistema. (Ver ilustración Figura 7).

Figura 7. Ilustración de Bloqueo Positivo para trabajos en Tubería y Válvulas.



Puede realizarse cerrando una válvula, bloqueándola con candado e instalando después de ésta una platina ciega. De esta manera es imposible que se presenten fugas por la manipulación voluntaria o involuntaria de las válvulas durante la realización del trabajo.

Dos válvulas consecutivas cerradas con su respectivo candado sobre la línea antes del sitio de trabajo, pueden constituir un aislamiento positivo siempre y cuando exista una línea de drenaje o venteo entre ellas.

2.3. TABLAS GUÍA PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS

Las siguientes tablas ofrecen una forma rápida de consulta para identificar problemas, las posibles causas y las acciones a tomar durante el mantenimiento de válvulas.

2.3.1. Válvulas de Compuerta y Válvulas de Globo.

Tabla 1. Guía de Mantenimiento para Válvulas de Compuerta y Globo

PROBLEMA	CAUSAS	ACCIÓN A TOMAR
<ul style="list-style-type: none"> Vástago torcido. 	<ul style="list-style-type: none"> Golpes 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de vástago.
<ul style="list-style-type: none"> Daños en el perfil de los filetes de rosca. 	<ul style="list-style-type: none"> Golpes Manejo forzado 	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar el vástago si presenta desgarres o daños mayores. Limarlos y emparejar los filetes si los daños son menores. Aplicar grasa sobre el vástago arreglado y limpio.
<ul style="list-style-type: none"> Pintura y/o suciedad sobre los hilos de la rosca. 	<ul style="list-style-type: none"> No se protegieron durante los procesos de pintura, de mantenimiento o trabajos en las proximidades. 	<ul style="list-style-type: none"> Eliminar la pintura con disolventes y gratas de alambre blando. Aplicar grasa de protección sobre el vástago limpio.

		<ul style="list-style-type: none"> Mediante grateado con cepillo de alambre blando eliminar la suciedad y aplicar grasa de protección sobre el vástago limpio.
<ul style="list-style-type: none"> Accionamiento de la rueda de manejo muy dura. 	<ul style="list-style-type: none"> Vástago torcido. Daños en perfil de la rosca de vástago. Falta de lubricación en la tuerca de accionamiento. Prensaestopas muy ajustado. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de vástago. Reparar los hilos dañados. Aplicar grasa en los hilos del vástago contra la tuerca y operar. Aflojar prensaestopas y chequear que quedó fijo, se puede cambiar el empaque del prensaestopas.
<ul style="list-style-type: none"> Goteo en el prensaestopas. 	<ul style="list-style-type: none"> Desajuste del prensaestopas. La empaquetadura envejecida. Empaquetadura seca. 	<ul style="list-style-type: none"> Apretar el prensaestopas, teniendo cuidado de no ajustar demasiado la tuerca y de esta forma aumentar el torque de operación de la válvula. Cambiar la empaquetadura teniendo en cuenta la clase y el diámetro de la válvula. Aplicar el elemento sellante, esta operación se debe efectuar con la válvula funcionando.
<ul style="list-style-type: none"> Fugas por la unión entre cuerpo principal y 	<ul style="list-style-type: none"> Flojos los pernos de unión. 	<ul style="list-style-type: none"> Apretar pernos de unión, Cambiar pernos si hay dañados.

superior (Bonete).	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en el empaque. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de empaque de unión cuerpo/bonete.
<ul style="list-style-type: none"> • Fuga por el cuerpo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perforación del cuerpo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de la válvula.
<ul style="list-style-type: none"> • Goteo o fugas por los acoples bridados válvula-tubería 	<ul style="list-style-type: none"> • Suelos o dañados los pernos de unión. • Daños en el empaque entre bridas. • Daño en las cajas de las bridas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apretar los pernos. Cambiar los pernos que se encuentren dañados. • Cambio del empaque entre bridas. • Cambio de válvula o cambio de brida en la tubería.
<ul style="list-style-type: none"> • Ruido en la válvula 	<ul style="list-style-type: none"> • Desajuste entre obturador (compuerta) y anillos de asiento. • Compuerta colocada en posición distinta de abierta o cerrarla. • Velocidad muy alta en la válvula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontar el sistema de cierre de la válvula y ajustar por lapeado o relleno y ajuste las dimensiones de los anillos y la compuerta. • Colocar elementos nuevos en el sistema de cierre de la válvula. • Si el sistema hidráulico no permite una parada larga, se cambia la válvula por una de stock y la averiada pasa a taller y posteriormente a stock. • Colocar la compuerta abierta completamente. Las válvulas de compuerta no son para estrangular flujo.

	<ul style="list-style-type: none"> • Turbulencia del fluido dentro de la válvula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Chequeo con Ultrasonido y/o vibraciones.
<ul style="list-style-type: none"> • Paso de fluido con válvula cerrada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desajuste entre obturador y sellos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontar el sistema de cierre y ajustarlo por medios mecánicos. • Si los elementos de cierre están muy desgastados cambiarlos por juegos nuevos. • Si el sistema hidráulico no permite una parada de varios días, se usa una de stock y la averiada pasa a taller para su reparación y posterior entrega a stock.
<ul style="list-style-type: none"> • Vibración en la válvula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en soportería de la tubería o de la válvula, Por proximidad de una máquina rotativa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modificar o reparar el Sistema de soportería de la tubería y la válvula. • Si la válvula está conectada y próxima a una máquina rotativa se debe informar a inspecciones para un chequeo de alineamiento y rodamientos.
<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro en recubrimiento exterior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Daños por intemperie, tiempo de aplicación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Remover la pintura vieja, aplicar manualmente un recubrimiento adecuado.

<ul style="list-style-type: none"> Faltan elementos de accionamiento de las válvulas. 	<ul style="list-style-type: none"> No los instalaron, los quitaron, se han dejado en Otros sitios, se perdieron. 	<ul style="list-style-type: none"> Es necesario que cada válvula tenga un elemento de accionamiento correspondiente, se deben restituir todos los que faltan.
<ul style="list-style-type: none"> Falta lubricación en mecanismos de reducción, caja de engranajes u operadores mecánicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Destapar las cajas, colocar grasa limpia y ajustar nuevamente la tapa.

2.3.2. Válvulas de Retención o Cheque

Tabla 2. Guía de Mantenimiento para Válvulas de Retención o Cheque

PROBLEMAS	CAUSAS	ACCION A TOMAR
<ul style="list-style-type: none"> Goteo del prensa-estopas del pasador. 	<ul style="list-style-type: none"> Falta ajuste del prensaestopas. Envejecimiento de la empaquetadura. 	<ul style="list-style-type: none"> Apretar el prensaestopas. Cambio de la empaquetadura.
<ul style="list-style-type: none"> Fugas por la unión del cuerpo de la tapa. 	<ul style="list-style-type: none"> Pernos dañados o flojos, Daño en el empaque de la unión cuerpo tapa. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar los pernos en mal estado y apretar el conjunto en forma pareja. Cambio del empaque por uno nuevo que corresponda a las condiciones de clase y diámetro.

	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en las caras de las bridas de la unión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontar la válvula y refrentar en torno, sin salirse de los rangos de espesor según la clase de válvula. • Reapriete los pernos de ensamble.
<ul style="list-style-type: none"> • Goteo o fugas por los acoples bridados válvula-tubería. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pernos de unión dañados o flojos. • Daño en el empaque de la unión. • Daño en las caras de las bridas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar los pernos en mal estado y apretar en forma pareja todo el conjunto. • Cambio de empaque teniendo cuidado en el tipo de brida que prensa el empaque, • Limpiar las caras de las bridas, colocar empaques nuevos y cerrar apretando los tornillos cruzados. • Cambio de la válvula, cambio de la brida del tubo o cambio de los dos si el daño es de lado y lado del empaque. Las caras de la bridas para acople con tubería no se ajustan después de un daño, se cambian.
<ul style="list-style-type: none"> • Fuga por el cuerpo de la válvula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perforación del cuerpo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de la válvula.
<ul style="list-style-type: none"> • Ruido en la válvula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desajuste entre pasador, gozne y disco. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontar la tapa de la válvula y hacer los ajustes correspondientes en el conjunto de elementos que forman el columpio.

	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de flujo muy alta. • Turbulencia del fluido dentro de la válvula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Chequeo con Ultrasonido y/o vibraciones.
<ul style="list-style-type: none"> • Vibración en la válvula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en soportería de tubería o de la válvula. Por proximidad de una máquina rotativa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar y/o modificar el sistema de soportería de la tubería y de las válvulas. • Efectuar un estudio de vibraciones sobre la máquina rotativa que puede ser la causante del problema.
<ul style="list-style-type: none"> • Paso de fluido con válvula cerrada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desajuste entre disco de cierre y anillo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontar la tapa de la válvula y el sistema de columpio para ajustarlo por medios mecánicos (lapeado). • Si los elementos de sello están muy gastados, cambiarlos por un juego nuevo. • Si el sistema hidráulico no permite una parada de varios días, se debe cambiar la válvula por una nueva y la averiada pasa a taller y luego a stock.
<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro en el recubrimiento exterior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Daños por intemperie y/o tiempo de aplicación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Remover por medios mecánicos la pintura vieja y aplicar manualmente una pintura adecuada.

2.3.3. Válvulas de Mariposa

Tabla 3. Guía de Mantenimiento para Válvulas de Mariposa

PROBLEMA	CAUSAS	ACCION A TOMAR
<ul style="list-style-type: none"> Goteo en prensa-estopas de los ejes. 	<ul style="list-style-type: none"> Desajuste del prensaestopas del eje. Desgaste de la empaquetadura del eje. 	<ul style="list-style-type: none"> Apretar el prensaestopas. Cambiar la empaquetadura de la válvula.
<ul style="list-style-type: none"> Accionamiento de la rueda de manejo muy pesado. 	<ul style="list-style-type: none"> Sedimentos atrapados entre el eje de accionamiento y la tuerca de maniobra. Muy apretados los empaques de los ejes de la mariposa. 	<ul style="list-style-type: none"> Destapar el mecanismo de reducción, eliminar la grasa sucia, limpiar los componentes y aplicar grasa limpia. Aflojar las tapas de los empaques. Cambiar los empaques si presentan daño.
<ul style="list-style-type: none"> Goteo o fugas por la unión válvula-brida tubería (tipo wafer). 	<ul style="list-style-type: none"> Desajuste en los espárragos que sujetan las bridas de la tubería. Daños en los empaques de unión bridas-válvula. Daños en la cara de ajuste de las bridas o en los bordes de la válvula. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar y/o apretar los espárragos que sujetan las bridas de tubería. Cambio de los empaques que se encuentren en mal estado. Cambio de la válvula y/o de la brida o bridas dañadas.

<ul style="list-style-type: none"> • Ruido en la válvula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desajuste entre ejes y disco (mariposa). • Suelto anillo de apriete de empaque de sello sobre la mariposa. • Velocidad muy alta en la válvula. • Turbulencia en el flujo dentro de la válvula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontar la válvula y ajustar empaques y cuñas de la mariposa y los ejes. • Desmontar la válvula, ajustar el anillo de apriete, cambiando o apretando los tornillos que unen el anillo a la mariposa. • Chequé con Ultrasonido y/o vibraciones.
<ul style="list-style-type: none"> • Paso de fluido con válvula cerrada. • Faltan elementos de accionamiento de las válvulas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desajuste entre sellos del disco y el cuerpo de la válvula. • No los instalaron, los quitaron, se han dejado en otros sitios, se perdieron. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontar la válvula y cambiar los sellos eléctricos en la mariposa y asentar con esmeril los anillos del cuerpo. • Es indispensable que cada válvula tenga su elemento de accionamiento correspondiente, se deben restituir los elementos faltantes.

2.3.4. Válvulas de Bola de Cuerpo Soldado

Tabla 4. Guía de Mantenimiento para Válvulas de Bola de cuerpo Soldado

PROBLEMA	CAUSAS	ACCIÓN A TOMAR
<ul style="list-style-type: none"> • Goteo por el sello. 	<ul style="list-style-type: none"> • La bola no esta cerrada completamente. • El elemento de maniobra está ajustado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pase la bola a la posición de cierre completo. • Lleve la válvula a completamente abierta y luego a completamente cerrada. Verifique su estado posterior. • Se reajusta abriendo y cerrando completamente la válvula. • Verifique que no gotee llevando la válvula a completamente abierta y luego a completamente cerrada.
<ul style="list-style-type: none"> • Goteo en el eje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los tornillos y las tuercas de la tapa del prensaestopas están sueltos. • El eje de sellos presenta daños. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apretar uniformemente los tornillos y tuercas, teniendo cuidado de no ajustar demasiado, porque no se puede forzar el empaque en la caja pues dificulta la operación del eje. • Instalar nuevo eje.

<ul style="list-style-type: none"> • Problemas en el mecanismo de operación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los tornillos y tuercas de la caja de empaques están muy apretados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aflojar los tornillos y tuercas de la caja de empaques poco a poco hasta lograr un funcionamiento suave sin goteos.
---	---	---

2.3.5. Válvulas de Bola con Entrada por Extremo

El mantenimiento de las válvulas de bola fija es sumamente sencillo, ya que cuando llegan a perder su hermeticidad, algunas de sus piezas internas pueden ser reemplazadas con lo que las válvulas quedan prácticamente nuevas.

Tabla 5. Guía de Mantenimiento para Válvulas de Bola con entrada por Extremo

PROBLEMA	CAUSAS	ACCIÓN A TOMAR
<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad de operación (Válvulas Grove serie B5) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se presenta líquido entre el cuerpo y la bola. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lleve la válvula a posición de cierre completo. • Remueva la válvula de venteo que se encuentra sobre el cuerpo en posición al volante. • Remueva la válvula que se encuentra en el cuerpo cerca al volante (1/2" NPT). • Espere que se remueva el líquido atrapado entre cuerpo y bola. • Instale los elementos que se removieron.

<ul style="list-style-type: none"> • Goteo en el eje del mecanismo de operación (Grove serie B5). 	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en los empaques primario o secundario o en los dos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar la empaquetadura tal como se indica en la sección de mantenimiento de válvulas de este documento.
<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad en la operación de la válvula (Serie B-4B). 	<ul style="list-style-type: none"> • Líquido atrapado entre el cuerpo y la bola. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cerrar la válvula. • Remover el elemento de venteo de la parte inferior del cuerpo de la válvula. • Espere que salga todo el líquido atrapado.
<ul style="list-style-type: none"> • Goteo por el eje de mecanismo de operación (Serie B-4B). 	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en la empaquetadura del eje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambie el empaque siguiendo las instrucciones de mantenimiento de este documento.

2.4. MANTENIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE UNA VÁLVULA

2.4.1. Prensa Estopas (Caja De Empaquetadura)

Las cajas de empaquetaduras están diseñadas para sellar las posibles fugas a través del vástago. Los prensaestopas convencionales usan una variedad de materiales para realizar el sellado. Los más comunes están formados de trenzas de asbesto, que contienen un lubricante adecuado. La empaquetadura tiene la función de realizar un sello hermético sin pegarse al vástago. Conforme la empaquetadura se gasta, el prensaestopas debe comprimirse a través del ajuste del seguidor o la tuerca de posicionamiento, para reducir cualquier fuga.

Eventualmente se requerirá su reemplazo.

2.4.2. Ajuste de Empaquetaduras con Tuerca

Constituyen los tipos convencionales de tuercas para empaquetaduras con ajuste móvil. El ajusta empaquetaduras tiene un pequeño labio en el filo superior, de tal manera que puede ser sacado con la punta de un destornillador si se queda aprisionado en el fondo.

2.4.3. Ajuste de Empaquetaduras con Perno

Este es el sistema más representativo y convencional para realizar el ajuste de prensaestopas. Para mantener la empaquetadura bajo una presión constante, dos pernos roscados accionan el seguidor del ajusta empaquetadura. Las fugas por el prensaestopas se presentan, cuando el ajuste de los tornillos se empieza a perder. Para corregirla se comprime más la empaquetadura, con el ajuste de los tornillos. Se debe tener cuidado con el ajuste excesivo, porque podría generar un atascamiento del vástago. La empaquetadura requiere reemplazo cuando se observe muy deteriorada o cuando el ajuste de los tornillos no corrija la fuga.

2.4.4. Ajuste de Empaquetaduras Tipo Linterna

El área de linterna es una sección entubada para circular un fluido de enfriamiento, si la válvula trabaja en servicio caliente o para eliminar cualquier exceso de líquido que pase a través de la primera parte del empaque, si la válvula trabaja en servicio de alta presión.

En los servicios denominados de fluidos sucios o lodosos, se utiliza un líquido para el lavado del vástago, en el espacio de linterna, manteniéndolo limpio y lubricado. Además este líquido pasa a la última sección de la empaquetadura efectuando un mejor cierre y reduciendo el desgaste, por el rozamiento con el vástago.

2.4.5. Ajuste de Empaquetaduras Tipo Inyección

En este tipo de ajuste, la inyección de un compuesto sellante puede ser llevado a cabo mientras la válvula está en operación. Hay una válvula de retención de bola en el ajusta empaquetaduras, aunque por seguridad, se sitúa otra válvula normalmente entre esta y el punto de inyección. Para añadir compuesto sellante, se saca el tornillo y ajuste hasta que la fuga cese. Cierre la válvula pequeña. El compuesto sellante adicional puede ser entonces añadido al depósito de reserva.

2.4.6. Empaquetaduras

El mantenimiento apropiado de las empaquetaduras y el ajuste correcto de las tuercas prensaestopas son esenciales para lograr, una vida útil satisfactoria del vástago y un trabajo eficiente de las válvulas. Los empaques nuevos están impregnados de grafito, el cual lubrica la superficie del vástago; pero una vez que éste lubricante ha desaparecido, aumenta el grado de fricción entre el vástago y la empaquetadura. Cuando la tuerca de ajuste del empaque se aprieta tanto que dificulta la rotación del vástago, la empaquetadura puede estar reseca, endurecida o simplemente no es la adecuada para este servicio. En cualquiera de estas causas, deberá ser reemplazada, ya que impone una carga adicional que acortará con rapidez la vida de las cuerdas del vástago. La presión excesiva de la empaquetadura crea la incertidumbre de si la válvula asienta o no correctamente, generando en muchos casos un excesivo apriete por parte del operador.

La empaquetadura de un vástago que ha sido sometida a altas temperaturas de vapor para luego dejarla enfriar, goteara un poco al ponerlo nuevamente en servicio. La expansión y la construcción de la tapa de la válvula del vástago de la prensa estopas y de las tuercas de presión del empaque son los elementos causantes de las fugas en este caso. Esto no necesariamente requiere un apriete de la tuerca de presión o del prensaestopa. En la mayoría de los casos este goteo cesa una vez que la válvula alcanza su temperatura de trabajo. El mantenimiento de las empaquetaduras es especialmente importante para las válvulas de operación automática ya que la presión excesiva causa un movimiento inseguro. Si la válvula viene dotada de lubricadores, manténganse correctamente lubricados el vástago y la empaquetadura.

Un vástago en buenas condiciones y una cantidad suficiente de empaquetadura del tipo adecuado serán elementos suficientes para soportar presiones moderadas. Para presiones más altas, se requiere una empaquetadura más apretada evitando que la presión del sistema pase por debajo del empaque.

Muchos tipos de válvulas llevan un asiento posterior que cierra el prensa estopas aislándolo de la presión cuando la válvula está abierta. Este dispositivo permite reempacar el estopero (caja de empaquetadura) estando la válvula bajo presión. Para reempacar una válvula bajo presión hay que asegurarse antes de que efectivamente tenga este dispositivo.

El mantenimiento y la inspección exigen frecuentemente el desmantelamiento y cambio del empaque de las válvulas. El conocimiento de la mejor manera de efectuar estos trabajos simplifica las tareas y evita que las válvulas sufran daños por manipulaciones inadecuadas.

2.4.7. Re-empaquetado de Válvulas

Aunque algunos fabricantes sostienen que sus válvulas sellan con respecto a la empaquetadura cuando están totalmente abiertas, no hay un suficiente margen de seguridad en esta práctica. Por esta razón es recomendable que cualquier válvula deba ser re-empaquetada sólo cuando la línea está despresurizada al 100% en ambos lados de la válvula.

Algunas veces sin embargo, hay circunstancias que obligan al re-empaquetado de una válvula mientras está en servicio. Estas cosas deben ser consideradas individualmente y el Supervisor de campo tiene que especificar las precauciones especiales de seguridad que deben seguirse.

2.4.8. Cambio de Empaquetadura de una Válvula

Para cambiar la empaquetadura de la válvula se procede en la siguiente forma:

- ❖ Abrir completamente la válvula para aflojar el empaque sobre el cuerpo superior.
- ❖ Desajustar la tuerca del prensa-estopa.
- ❖ Levantar la tapa del prensa-estopa.
- ❖ Con una herramienta de punta retirar todo el empaque de la caja y limpiar.
- ❖ Instalar con mucho cuidado el nuevo empaque.
- ❖ Colocar la tapa del prensa estopa.
- ❖ Apretar los tornillos del prensa estopa teniendo cuidado de no dañar el nuevo empaque.

2.4.9. Cambio del Empaque entre Partes

Para cambiar el empaque se tiene en cuenta lo siguiente:

- ❖ Abrir la válvula completamente.
- ❖ Aflojar y retirar las tuercas y tornillos de brida de acople.
- ❖ Levantar el conjunto de prensa estopa y eje.
- ❖ Limpiar las caras de contacto de las bridas de acople y colocar el empaque nuevo.

- ❖ Colocar en el sitio adecuado y el conjunto superior del cuerpo, retirado anteriormente. Chequear que todo haya quedado en su posición correcta dentro del cuerpo de la válvula.
- ❖ Colocar los tornillos y las tuercas de cierre, apretándolas alternativamente hasta obtener el apriete y sello adecuado. Verificar la condición de la tornillería. Si se observa defectuosa, cambiarla.

2.4.10. Desmontaje de una Tapa de Válvula

Antes de iniciar el desmontaje de una tapa de válvula, se debe abrir para que el esfuerzo de flexión sea soportado por el vástago durante el desmontaje. De la misma manera se debe tener la válvula en posición de “abierto” antes de colocar nuevamente la tapa. Los cuerpos de las válvulas de compuerta se abren en forma de cuña.

2.4.11. Cambio de Sello de Válvulas de Cheque

Como el sello de estas válvulas se presenta por el contrario flujo, se debe tener cuidado en el tratamiento de este problema.

Es necesario retirar la tapa de la válvula y sacar el brazo y el disco de cierre para inspeccionar disco y asientos, y poder detectar la causa del problema. Si el daño del disco es por desgaste y éste pasa de 1/16”, es decir que hay una luz entre asiento y disco de 1/16” o más, se requiere un disco nuevo. Este debe ser aceitado con un abrasivo sobre los asientos del cuerpo de la válvula.

Si la luz es menor de 1/16”, tanto al disco como a los asientos, se les da un tratamiento con pasta abrasiva hasta que se logre el contacto correcto entre las superficies y se garantice el sello de la válvula cuando tenga que funcionar a contra-flujo.

2.4.12. Cambio de Asientos

Para realizar este trabajo se debe seguir la siguiente secuencia:

- ❖ Abrir la válvula completamente.
- ❖ Aflojar y retirar todos los tornillos de ajuste entre el cuerpo principal y el cuerpo superior de la válvula.
- ❖ Retirar el conjunto superior y desmontar la compuerta del eje.
- ❖ Chequear las caras de la compuerta y determinar si se puede ajustar con una pasta abrasiva o si es necesario maquinar.

- ❖ Chequear si los asientos del cuerpo presentan desajuste. Si lo presenta hacer lo siguiente:
- ❖ Hacer un disco metálico con un diámetro unos 5 mm. más pequeño que la compuerta. Marcar el punto superior como referencia. Coloque sobre el asiento el disco sin forzarlo y marque los sitios de mal asentamiento.
- ❖ Coloque sobre el disco marcado grasa y pasta abrasiva y frótelo con movimientos excéntricos sobre el asiento hasta obtener un asiento plano.
- ❖ Ensamble la válvula siguiendo el proceso inverso que utilizó para desensamblar.

3. LUBRICACION DE VÁLVULAS

3.1. RECOMENDACIONES PARA LUBRICACIÓN DE VÁLVULAS

- Cuando la válvula es operada manualmente, no se debe aplicar grasa en la graseira que se encuentra en el cubo de alojamiento de la tuerca de accionamiento instalada debajo de la rueda de manejo.
- Cuando la válvula es de vástago ascendente y debe permanecer abierta, es necesario verificar la limpieza y el estado de los hilos en la rosca. Con el vástago limpio y revisada la rosca, se debe aplicar grasa a base de jabón de litio que la protege contra la humedad y la corrosión, cuando la superficie está expuesta a la intemperie.
- La grasa debe ser aplicada en cantidad conveniente.

3.2. LUBRICANTES PARA VÁLVULAS Y CAJAS DE ENGRANAJES

Para una lubricación adecuada de estos elementos, se necesita emplear grasas de buena estabilidad, resistentes a temperaturas medias y que sean resistentes al lavado con agua. Tales grasas son:

3.2.1. Grasas Recomendadas para Válvulas

Tabla 6. Grasas Recomendadas para Válvulas

GRASAS RECOMENDADAS PARA LA LUBRICACION DE VALVULAS				
GRASA	MARCA	NLGI	T. GOTEÓ (°C)	COLOR
BALINA	SHELL	2	190	AZUL
MULTIUSO	TERPEL	2	190	GRIS
MUL TIFAK	TEXACO	2	180	VERDE OSCURO
MOBILUX	MOBIL	2	195	MARRON
ALVANIA EP-2	SHELL	2	196.11	AMARILLO VERDOSO

3.2.2. Tabla de Grasas Recomendadas para Actuadores de Válvulas

Tabla 7. Grasas Recomendadas para Actuadores

GRASAS RECOMENDADAS PARA LA LUBRICACION DE ACTUADORES				
GRASA	MARCA	NLGI	T. GOTEO (°C)	COLOR
AEROSHELL5	SHELL	2	260	AMARILLO
THERMA TEX	TEXACO	2	260	
MOBIL TEMP	MOBIL	2	220	PARDO VERDOSO
UNIREX N	ESSO	2	304	VERDE

3.2.3. Las Grasas, sus Características y Usos

Las grasas pueden considerarse como mezclas o soluciones, por lo tanto pueden ser sólidas, blandas o líquidas espesas.

Las grasas se fabrican con un aceite lubricante y un jabón o aglutinante.

1. Donde usar grasas:

- Cuando las máquinas están diseñadas de tal manera que no pueden retener aceite en las partes que se deben lubricar.
- Cuando el lubricante debe actuar como un sello, para prevenir la entrada de la suciedad a los cojinetes.
- Cuando se tienen cojinetes prelubricados.
- Cuando las velocidades son bajas y las cargas o presiones son altas.

2. Métodos de Aplicación:

- A mano
- Operando a mano algunos aparatos mecánicos para lubricar un solo punto.
- Por sistemas centralizados con los que se pueden lubricar varios puntos al mismo tiempo desde un mismo recipiente central.

3. Características de las Grasas:

- Dureza o penetración
- Bombeabilidad

- Punto de goteo
- Resistencia al agua
- Estabilidad mecánica
- Dispersión
- Extrema presión timken

4. Penetración al Cono:

La penetración al cono de una grasa lubricante es la profundidad (medida en 1/10 de ml) que un cono estándar penetra en una muestra de grasa, bajo condiciones preescritas de peso, tiempo y temperatura.

La penetración es una medida de la consistencia o dureza de una grasa.

Resultados típicos de penetración:

Tabla 8. Tabla de dureza o penetración de las Grasas (Grado NLGI)

GRADO NLGI	PENETRACIÓN ASTM
0	365 - 385
1	310 - 340
2	285 - 295
3	220 - 250
4	175 - 205
5	130 - 160
6	85 - 115

5. Estabilidad mecánica de una grasa:

Es la habilidad que tiene una grasa para soportar el trabajo con un cambio mínimo en su estructura o consistencia.

La prueba consiste en aplicar trabajo a una grasa para evaluar el cambio en su consistencia usando el formador de grasas.

La penetración se mide antes y después de aplicarse 10,000 emboladas, para poder calcular el cambio en consistencia, expresado en por ciento.

6. Punto de goteo:

El punto de goteo de una grasa de acuerdo con la ASTM es la temperatura a la cual una grasa pasa de un estado sólido blando a un estado líquido, bajo las condiciones de prueba.

El punto de goteo es una indicación cualitativa de la resistencia al calor de una grasa, en aplicaciones donde esta se requiera como lubricante.

7. Medida de Extrema Presión Timken:

Esta prueba simula cargas para rodamientos y engranajes mas allá de los límites de los lubricantes sin aditivos de extrema presión y mide esta propiedad en términos de carga o peso aplicado al brazo de palanca del aparato.

la prueba es conocida para determinar la máxima carga que el lubricante soportará.

✓ Procedimiento:

la prueba es corrida por 10 min. con cargas sucesivamente incrementadas hasta que la carga de falla y la carga máxima O.K. sean determinadas.

La carga O.K. es el máximo peso que puede ser aplicado sin que se produzca rayado o escoriado sobre el bloque de prueba.

Las cargas se aplican entre un bloque de prueba y una taza de prueba, que gira a 800 rpm por medio de un sistema de palancas.

La apreciación de escoriado, rayado o puntos de soldado o calentamiento sobre la huella dejada en el bloque de pruebas, es indicativo que la carga excedió los esfuerzos de la película del lubricante.

3.2.4. Selección del Lubricante

Al leer la sección de Características y Usos de las grasas nos damos cuenta que éstas son las indicadas para nuestras condiciones de trabajo en válvulas, ya que tenemos por lo general muy bajas velocidades, medianas y grandes cargas, imposibilidad de retener aceite, necesidad de que el lubricante actúe como sello para impedir entrada de impurezas y evite reacciones provocadas por la intemperie o la inmersión en agua.

Muchas de las grasas que se ofrecen en el mercado como las expuestas en una sección anterior, poseen propiedades similares; luego la diferencia generalmente la hace el precio, tradición y confianza en un producto o empresa, facilidad de adquisición, asistencia y capacitación, etc.

Por una mezcla de todos estos factores, en el campo actualmente se usa la grasa ALVANIA EP-2 de la compañía SHELL; la cual es de grado NLGI 2 y tiene un Punto o Temperatura de Goteo de 196 °C.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INVENTARIO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RUTINAS

4.1. PLANEACIÓN

Como en todo proyecto inicialmente se hizo un análisis completo de la situación o necesidad, se plantearon diversas soluciones para poder escoger la mejor o combinar sus características. Fue necesario hacer una serie de estimaciones para prever o calcular las situaciones que se pudieran presentar o simplemente establecer, definir y cuantificar sus etapas o fases de desarrollo. Se plantearon alcances y objetivos, se estimaron costos y beneficios e identificaron recursos y fuentes de información, se analizaron riesgos económicos, industriales (técnicos y de salud), ambientales o de cualquier otro tipo que se pudieran presentar; definiendo con esto procedimientos seguros para la realización del proyecto. Con este estudio se pudo definir la viabilidad del proyecto.

4.1.1. Objetivo General:

Hacer un inventario general de las válvulas del campo petrolero Caño Limón que permitiera identificar las válvulas instaladas en campo de manera rápida y precisa con el fin de facilitar su registro, ubicación y control para trabajos de mantenimiento y definición de procedimientos operativos implementando un programa preventivo con rutinas de mantenimiento basado en un sistema de codificación y marcado en sitio.

4.1.2. Beneficios del Proyecto:

La realización del inventario, marcado en sitio de válvulas y la implementación del programa preventivo permitió generar rutinas periódicas, automáticas y precisas mediante el uso del software de mantenimiento de la empresa denominado MMS (Maintenance Management System), lo cual solucionó el problema de identificación de válvulas, periodicidad de mantenimiento y está evitando y evitará que muchas de ellas se queden sin una adecuada intervención mecánica previniendo fallas que puedan afectar los procesos continuos de producción del campo. Esto beneficia a la empresa reduciendo los costos por reparación o sustitución pero ante todo por la disminución del riesgo de un paro en la producción, así también al Departamento de Arauca y al país en general que tienen en el petróleo una de sus principales fuentes de ingresos.

La empresa cuenta con los recursos humanos, tecnológicos y económicos suficientes para mantener, actualizar y mejorar este programa.

4.2. ESTRUCTURACIÓN Y DISEÑO

Para esta etapa se decidió realizar el proyecto y se procedió a recopilar y analizar información, definir cronograma de actividades, seleccionar y adquirir materiales y recursos necesarios, estructurar y diseñar los diferentes elementos que sustentarán el proyecto.

Fue entonces en esta etapa donde se le dio forma y estructura a las bases de datos, teniendo en cuenta las ya existentes, mejorando algunos factores e introduciendo nuevos de acuerdo a la experiencia. Para ver detalles de la información contenida en ellas, remitirse a la sección 4.9.

Se determinó también el alcance del inventario y que la estructura del código alfanumérico de identificación de cada válvula, obedecería al usado anteriormente para las válvulas de la estación de bombeo PS-1.

4.2.1. Alcance y Criterios para Inventario y Codificación

En la realización del inventario fueron incluidas todas las válvulas con diámetro mayor o igual a 2 pulgadas. Además todas las válvulas de seguridad y alivio independientemente del diámetro.

Las válvulas motorizadas y las de seguridad llevan las letras MOV y PSV respectivamente, sin importar el tipo o configuración física que tengan.

Cuando la válvula esté ubicada entre dos equipos se utiliza el código del equipo más cercano y si la diferencia entre distancias no es evidente, se utiliza el código del equipo que se encuentre aguas arriba.

El número consecutivo (XXX) dentro del código se asigna a las válvulas que están asociadas a un mismo equipo; este consecutivo se incrementa en la dirección del fluido en sistemas unidireccionales y en cualquiera de las direcciones en sistemas bi-direccionales. Solamente se utiliza el guión que separa el diámetro nominal del número consecutivo.

4.2.2. Estructura del Código

Este código utiliza caracteres alfanuméricos dispuestos de la siguiente manera:

ZYEEEEEEELLXXX-N.N

Donde:

- **Z = Ubicación de la válvula en el campo Caño Limón**

0	Gathering System
1	PF1
2	PF2
3	PS1
4	Pozos

- **Y = Servicio o fluido transportado**

A	Agua potable	J	Gas producido
B	Agua Industrial	K	Condensado
C	Agua contra-incendio	L	Aire
D	Concentrado - Espuma contra-incendio	M	Diesel
E	Agua Aceitosa (Sale de tanques FWCO)	N	Fuel Oil
F	Agua Residual (hacia las piscinas de desecho)	O	Aceite
G	Aguas negras	P	CDR
H	Drenaje de aguas lluvias	Q	Crudo
I	Fluido (Agua - Aceite proveniente de los pozos)		

- **EEEE = Código del equipo al que esta asociada la válvula.**
Ejemplo: 1P101, TK202A, etc.

- **LLL = Tipo de Válvula**

MOV	Válvulas motorizadas
PSV	Válvulas de seguridad
BAL	Válvula de bola
BUT	Válvula de mariposa
CHK	Válvula de cheque
GAT	Válvula de compuerta
GLB	Válvula de globo
NDL	Válvula de aguja

- **XXX = Consecutivo asociado a cada grupo de válvulas pertenecientes a un equipo, es decir, el consecutivo comienza y termina en cada equipo.**

- **N.N = Diámetro nominal de la válvula. Ejemplo: 2, 2.5, 3, 6, 16, etc.**

4.2.3. Medios de Identificación y Control de Mantenimiento

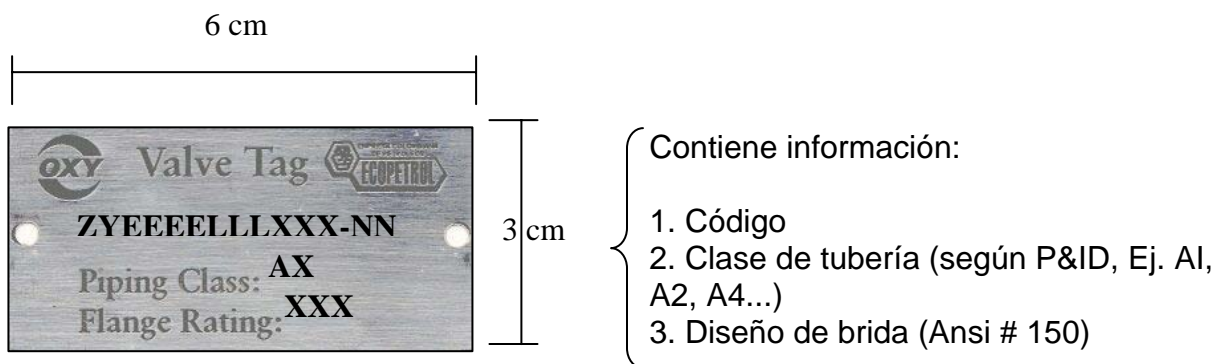
Además en esta fase se decidió que tipo de sistema de identificación y control se usaría para marcar las válvulas en sitio, siendo las placas metálicas las escogidas obedeciendo al siguiente diseño:

En cada válvula se instalaron dos tipos de TAG, uno de identificación y Otro de mantenimiento:

8. Tag de identificación:

Permite establecer / identificar rápidamente, la ubicación de la válvula y demás información contenida en el código. Manufacturadas en acero inoxidable.

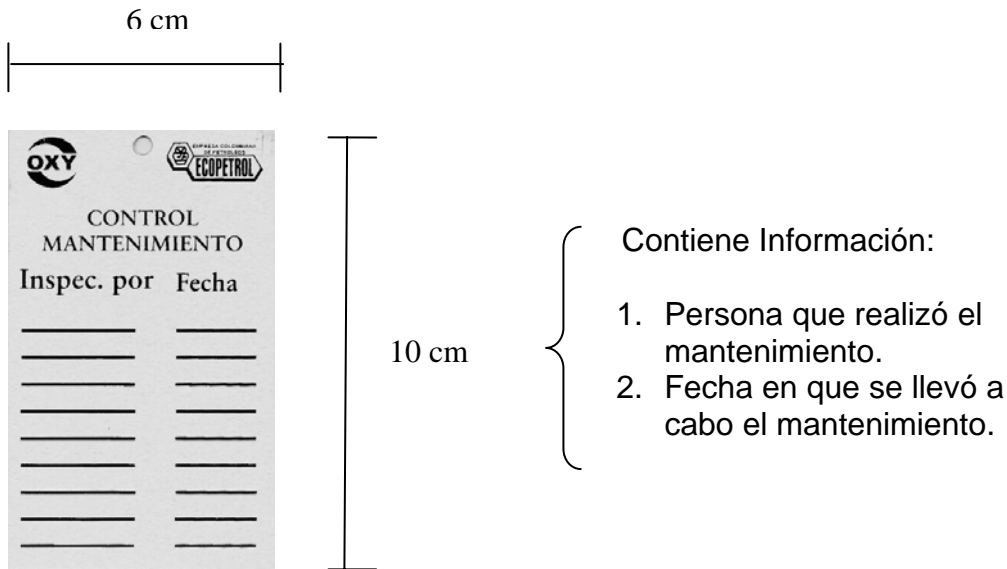
Figura 8. Tag o etiqueta de identificación de Válvulas.



9. Tag de mantenimiento:

Permite implementar un control a los trabajos de mantenimiento de manera organizada mediante marcación en sitio. Manufacturada en aluminio (permite marcación o escritura sobre la placa de la fecha y quien realizó el mantenimiento).

Figura 9. Tag o etiqueta de registro del Mantenimiento.



4.3. TOMA Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Habiendo fijado ya los parámetros necesarios para la toma, manejo y distribución de información, se procedió a tomar datos de placa de válvula en las Facilidades, a completar los archivos informáticos y generar códigos de identificación; obteniendo como resultado el Inventario General de Válvulas de Proceso de Facilidades.

4.3.1. Inventario de Válvulas

El archivo resultante de este proceso de inventario fue un registro en Excel con la totalidad de las válvulas mayores de 2 pulgadas dentro de las Facilidades de Producción del campo PF-1, PF-2 y de la Estación de Bombeo PS-1 con todos los campos de información descritos en la sección 4.3.2 del cual se hace una muestra parcial a continuación.

Se totalizaron 3392 válvulas en la Estación de Bombeo y las 2 Facilidades de las cuales 425 son de PS-1, 1033 de PF-1 y 1934 de PF-2. De ellas las de contra incendio son 78 en PS-1, en PF-1 93 y en PF-2 son 224.

4.3.2. Visualización de la Base de Datos de Inventario

En la siguiente imagen se puede apreciar un pantallazo del archivo de Excel donde se registraron cada una de las válvulas con su código de marcación en sitio, equipo al que pertenece, diámetro, fluido que maneja, ubicación y características de fabricación.

Figura 10. Visualización de la base de Datos de Inventario.

	B	C	K	L	M	N
	Tag (Código)	Equipo	Diam. (")	Tipo Val.	Fluido	Servicio
1						
2	3M1D201CHK002-2	1D-201	2	Cheque	Diesel	Entrada al 1D-201
3	3M1D201GAT003-2	1D-201	2	Compuerta	Diesel	Entrada al 1D-201
4	3M1D201GAT001-2	1D-201	2	Compuerta	Diesel	Entrada al 1D-201
5	3M1D201GAT004-2	1D-201	2	Compuerta	Diesel	Salida del 1D-201
6	3M1D201GAT005-2	1D-201	2	Compuerta	Diesel	Salida del 1D-201
7	3JD201PSV202-3	1D-201	2	PSV	Gas producido	Ventoeo del tanque 1D-201
8	3JD201PSV201-2	1D-201	2	PSV	Gas producido	Ventoeo del tanque 1D-201
9	3O1D401CHK001-2	1D-401	2	Cheque	Aceite	Entrada 1D-401
10	3O1D401GAT002-2	1D-401	2	Compuerta	Aceite	Entrada 1D-401
11	3O1D401GAT004-2	1D-401	2	Compuerta	Aceite	Salida tanque 1D-401
12	3O1D401GAT003-2	1D-401	2	Compuerta	Aceite	Salida tanque 1D-401
13	3O1D401PSV401-10	1D-401	10	PSV	Gas producido	Salida tanque 1D-401
14	3O1D401APSV777-10	1D-401	10	PSV	Gas producido	Salida tanque 1D-401
15	3O1D401PSV401-3	1D-401	3	PSV	Gas producido	Ventoeo tanque 1D-401
16	3O1D401APSV666-3	1D-401	3	PSV	Gas producido	Ventoeo tanque 1D-401
17	3Q1E101CHK005-4	1E-101	4	Cheque	Agua industrial	Entrada de agua del intercambiador 1E-101
18	3Q1E101GAT006-10	1E-101	10	Compuerta	Crudo	Entrada de crudo al intercambiador 1E-101
19	3Q1E101GAT007-10	1E-101	10	Compuerta	Crudo	Salida de crudo del intercambiador 1E-101
20	3Q1E101GAT003-4	1E-101	4	Compuerta	Agua industrial	Salida de agua del intercambiador 1E-101
21	3Q1E101GAT004-4	1E-101	4	Compuerta	Agua industrial	Entrada de agua del intercambiador 1E-101
22	3Q1E101PSV130-1	1E-101	1	PSV	Crudo	Válvula de seguridad en línea de salida de agua del 1E-101
23	3Q1E101PSV147-1	1E-101	1	PSV	Crudo	Válvula de seguridad en línea de entrada de crudo del 1E-101
24	3Q1E101GAT002-20	1E-101	20	Compuerta	Crudo	By-pass línea crudo de los intercambiadores 1E-101/2/3
25	3Q1E101GAT001-8	1E-101	8	Compuerta	Agua industrial	Válvula en línea común de entrada de agua a intercambiadores 1E-101/2/3
26	3Q1E101GAT008-8	1E-101	8	Compuerta	Agua industrial	Válvula en línea común de salida de agua de intercambiadores 1E-101/2/3
27	3Q1E102CHK005-4	1E-102	4	Cheque	Agua industrial	Entrada de agua al intercambiador 1E-102
28	3Q1E102GAT007-10	1E-102	10	Compuerta	Crudo	Salida de crudo del intercambiador 1E-102
29	3Q1E102GAT006-10	1E-102	10	Compuerta	Crudo	Entrada de crudo al intercambiador 1E-102
30	3Q1E102GAT003-4	1E-102	4	Compuerta	Agua industrial	Salida de agua del intercambiador 1E-102
31	3Q1E102GAT004-4	1E-102	4	Compuerta	Agua industrial	Entrada de agua al intercambiador 1E-102
32	3Q1E102PSV148-1	1E-102	1	PSV	Crudo	Válvula de seguridad en línea de entrada de crudo del 1E-102
33	3Q1E102PSV131-1	1E-102	1	PSV	Agua industrial	Válvula de seguridad en línea de salida de agua del 1E-102
34	3Q1E103CHK005-4	1E-103	4	Cheque	Agua industrial	Entrada de agua al intercambiador 1E-103
35	3Q1E103GAT006-10	1E-103	10	Compuerta	Crudo	Entrada de crudo al intercambiador 1E-103
36	3Q1E103GAT007-10	1E-103	10	Compuerta	Crudo	Salida de crudo del intercambiador 1E-103
37	3Q1E103GAT003-4	1E-103	4	Compuerta	Agua industrial	Salida de agua del intercambiador 1E-103
38	3Q1E103GAT004-4	1E-103	4	Compuerta	Agua industrial	Entrada de agua al intercambiador 1E-103
39	3Q1E103PSV149-1	1E-103	1	PSV	Crudo	Válvula de seguridad en línea de entrada de crudo del 1E-103
40	3Q1E103PSV144-1	1E-103	1	PSV	Crudo	Válvula de seguridad en línea de salida de agua del 1E-103
41	3Q1E104CHK005-4	1E-104	4	Cheque	Crudo	

4.4. MARCADO DE VÁLVULAS Y DEFINICIÓN DE ZONAS

Tendiendo los códigos para identificar las válvulas y el resto de información necesaria, se procedió a gestionar la manufactura de las placas o tags para su inmediata instalación.

Al mismo tiempo se empezó la determinación de zonas en las cuales se agruparían las válvulas para ligarlas a una rutina particular. Por lo general son válvulas asociadas a uno o varios equipos que están en un área determinada que por condiciones de ubicación, manejo de tiempos y

movimientos a la hora de realizar el mantenimiento y teniendo en cuenta la cantidad y por consiguiente el tiempo de intervención; se hicieron precisas para este tipo de distribución.

4.4.1. Criterios para la definición de Zonas y Rutinas

Para crear los grupos de válvulas de cada rutina se tuvo en cuenta lo siguiente:

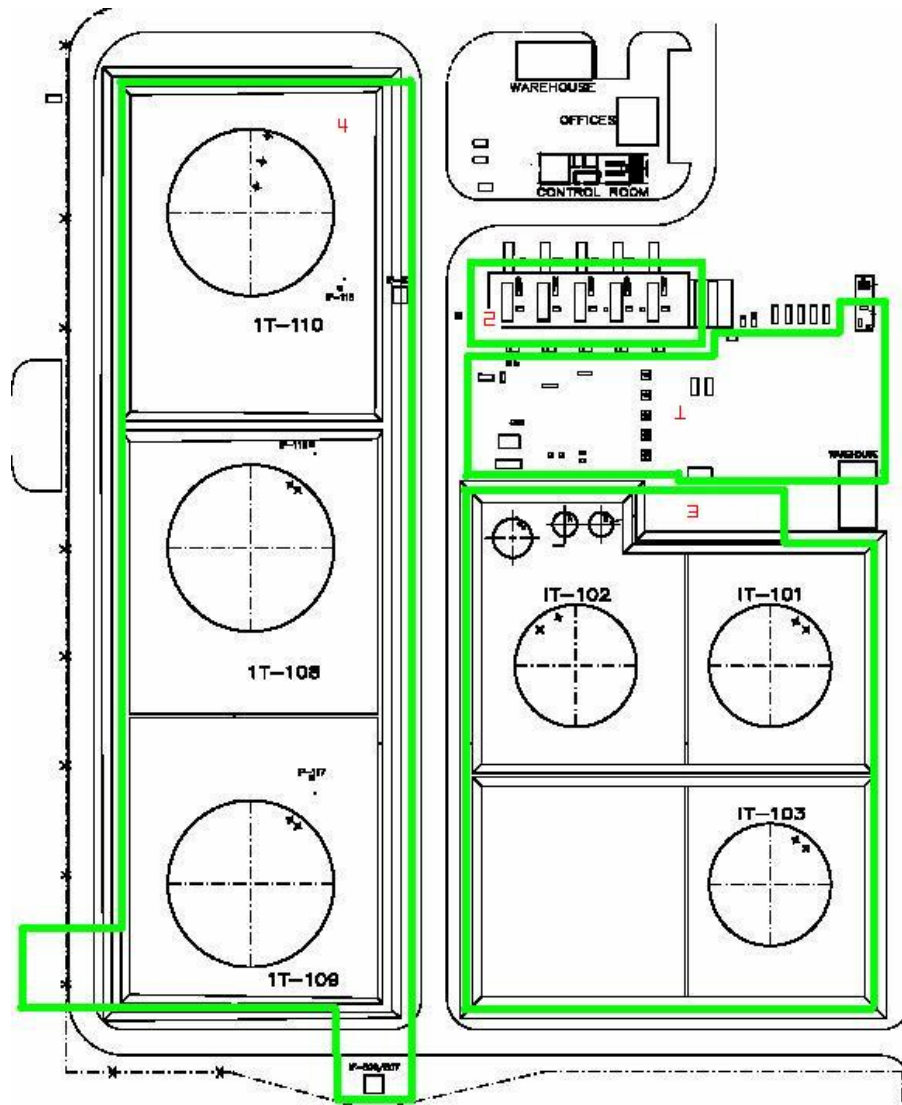
- Se tomaron grupos de válvulas que se encontraran dentro de una misma zona con el fin de agilizar la labor del técnico.
- Se generaron rutinas no muy extensas que no tomaran más de 6 días. Los tiempos de duración de las rutinas se calcularon midiendo en sitio el tiempo que se requiere para realizar el mantenimiento a cada válvula. Se identificaron las válvulas con caja reductora.
- En PF-1 se habían identificado las válvulas de proceso críticas, estas fueron ubicadas e incluidas dentro de las rutinas, garantizando que se les realizará el mantenimiento periódico.
- Dentro de las rutinas se incluyeron todas las válvulas inclusive las válvulas de cheque, las neumáticas y las crash valves. Todas estas están diferenciadas en el listado de cada rutina y en los procedimientos.
- En PS-1 no se tuvieron en cuenta las MOV's por lo que estas ya tienen una rutina establecida en donde igualmente se realiza el mantenimiento
- Se conservaron rutinas independientes para los Monitores Hidrantes y las válvulas del anillo contra-incendio, ya que estas tienen una frecuencia distinta a las válvulas de proceso.
- Se dejó una rutina aparte para las válvulas de drenaje, debido a que necesitan un procedimiento un poco diferente.
- Se creó una rutina aparte para las válvulas de 2 pulgadas.

4.4.2. Áreas definidas para Rutinas

Estas son las áreas en que se dividieron las válvulas para generar los Equipos Ficticios (grupo de válvulas por área) que se crearon en MMS con el nombre que se muestra a continuación en las listas para cada Facilidad:

❖ Estación de Bombeo PS-1

Figura 11. Diagrama de la división de áreas para la generación de rutinas en PS-1.

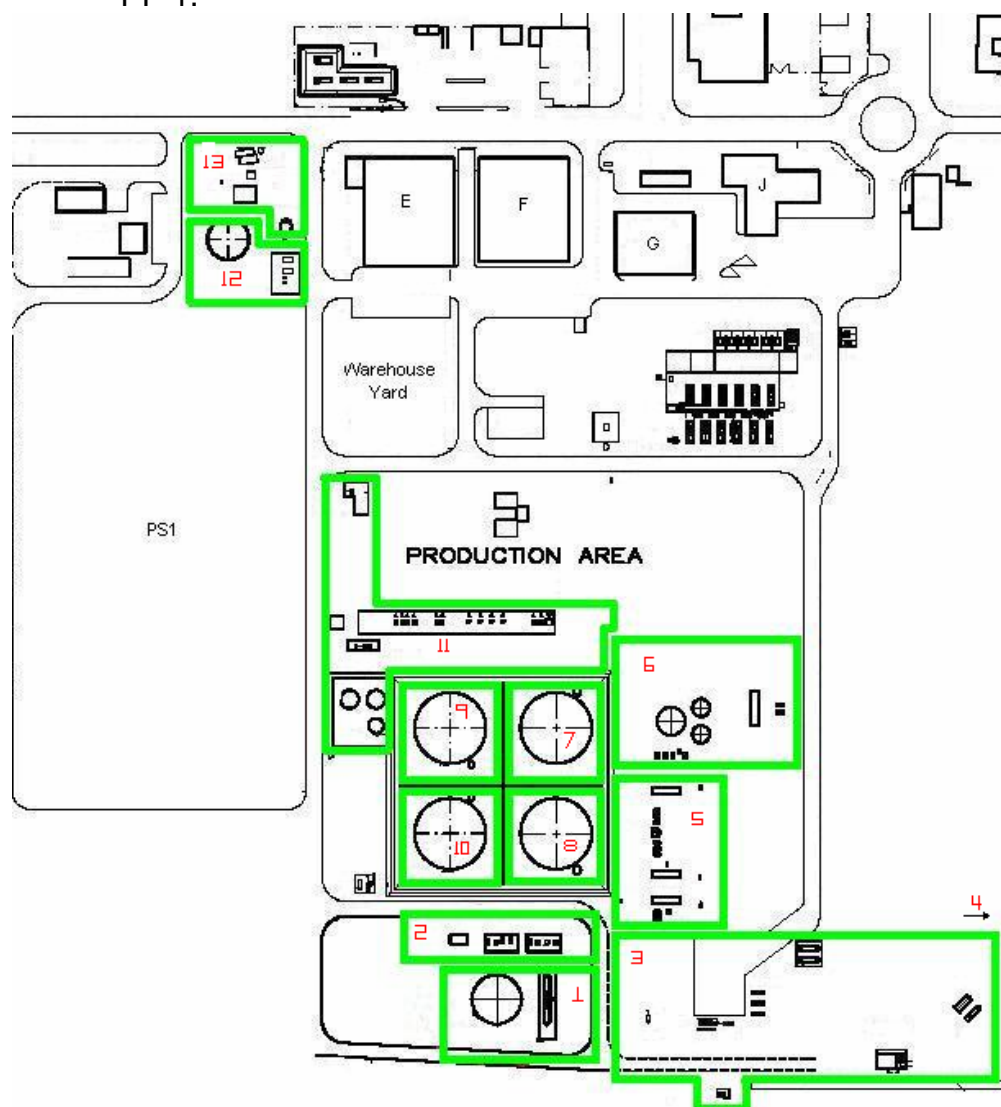


Las siguientes son las áreas de rutinas para PS-1:

1. Válvulas Área Bombas Booster PS-1.
2. Válvulas Bombas 1P 106-10 PS-1.
3. Válvulas Área Tanques T 101/2/3/5/6/7 PS-1.
4. Válvulas Área Tanques T 108/9/10 PS-1.
5. Válvulas Monitores Hidrantes PS-1.
6. Válvulas Anillo Contra incendio VALCI PS-1.
7. Válvulas de Drenajes PS-1.
8. Válvulas de 2 pulgadas PS-1.

❖ **Facilidades de Producción PF-1**

Figura 12. Diagrama de la división de áreas para la generación de rutinas en PF-1.



Las siguientes son las áreas de rutinas para PF-1:

1. Válvulas Área Tanque T 223A y Wemco S 201E PF-1.
2. Válvulas Área Bombas Ampliación PF-1.
3. Válvulas Área Marraneras.
4. Válvulas Área Piscinas y Teas PF-1.
5. Válvulas Área Wemcos S 201A-C PF-1.
6. Válvulas Área Wemco S 201D PF-1.
7. Válvulas Área Tanque T 202A.
8. Válvulas Área Tanque T 202B.
9. Válvulas Área Tanque T 203A.
10. Válvulas Área Tanque T 203B.
11. Válvulas Área Nave de Bombas y Tanques T 204/5.
12. Válvulas Área P 215, Tanque T 206 y Gavanés.
13. Válvulas Área Tanque T 207 PF-1.
14. Válvulas Monitores Hidrantes PF-1.
15. Válvulas Anillo Contra incendio VALCI PF-1.
16. Válvulas de Drenajes PF-1.
17. Válvulas de 2 pulgadas PF-1.

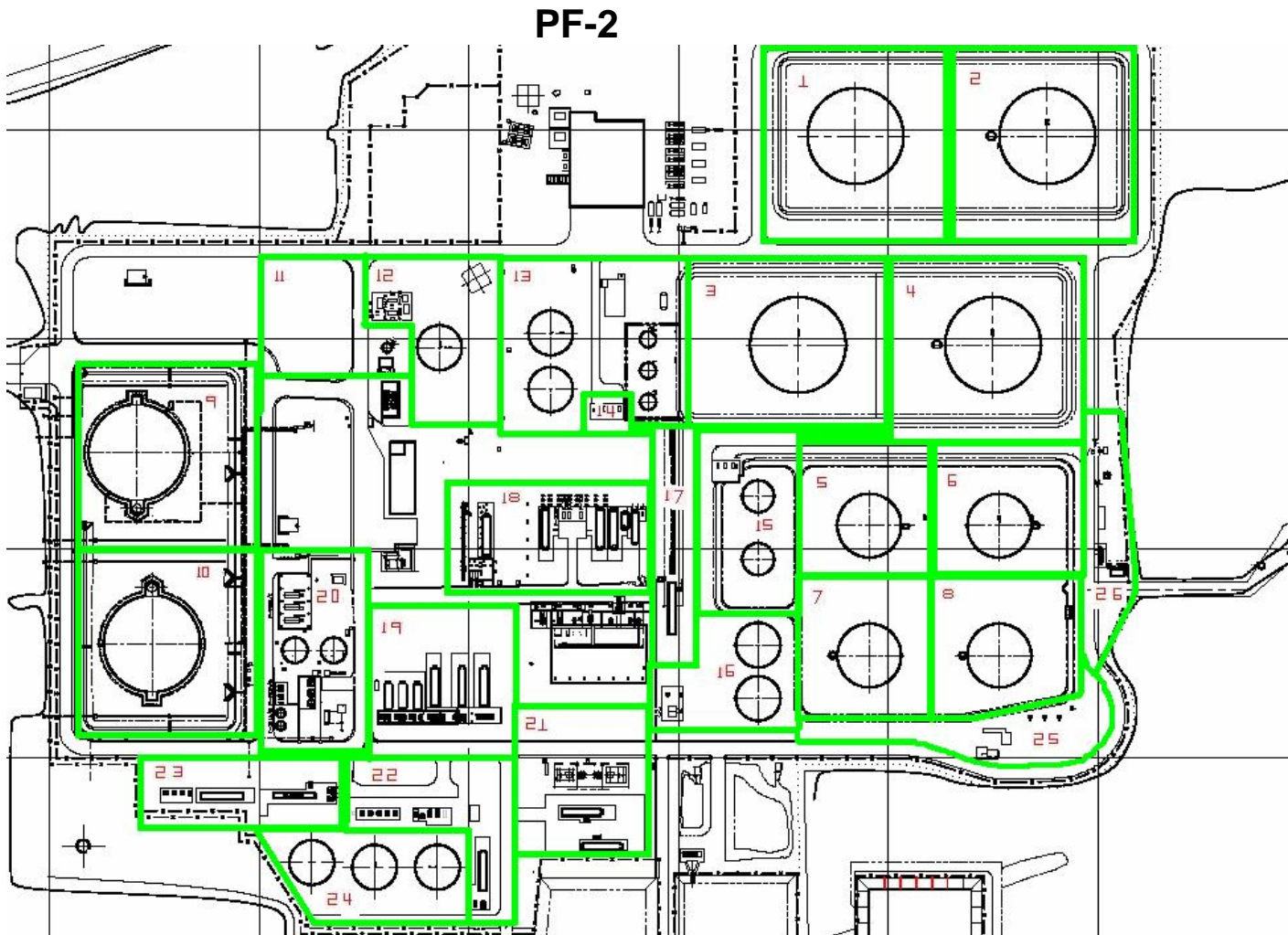
❖ **Facilidades de Producción PF-2**

Las siguientes son las áreas de rutinas para PF-2:

1. Válvulas Área Tanque 703D
2. Válvulas Área Tanque 703C.
3. Válvulas Área Tanque 703A.
4. Válvulas Área Tanque 703B.
5. Válvulas Área Tanque 702C.
6. Válvulas Área Tanque 702D.
7. Válvulas Área Tanque 702B.
8. Válvulas Área Tanque 702A.
9. Válvulas Área Tanque 702E.
10. Válvulas Área Tanque 702F.
11. Válvulas Área Tanques de agua potable PF-2.
12. Válvulas Sistema contraincendios PF-2.
13. Válvulas Área recibo de diesel PF-2.
14. Válvulas Área Bombas P-724 G/H/I/K PF-2.
15. Válvulas Área Tanques 721 PF-2.
16. Válvulas Área Tanques 722 y compresores PF-2.
17. Válvulas Área nave de bombas PF-2.
18. Válvulas Área Wemcos S-701 F/G/I/J PF-2.
19. Válvulas Área Wemcos S-701ABCDEH PF-2.
20. Válvulas Área planta de Inyección PF-2.
21. Válvulas Área Wemcos S-701L/K PF-2.

- 22. Válvulas Area Wemco S-701M PF-2.
- 23. Válvulas Area Wemco S-701N/P PF-2.
- 24. Válvulas Área Tanques 724 PF-2.
- 25. Válvulas Área marraneras PF-2.
- 26. Válvulas Área condensado PF-2.
- 27. Válvulas Monitores hidrantes PF-2.
- 28. Válvulas Área piscinas PF-2.
- 29. Válvulas Anillo contra incendio VALCI PF-2.
- 30. Válvulas de Drenajes PF-2.
- 31. Válvulas De 2 pulgadas PF-2.

Figura 13. Diagrama de la división de áreas para la generación de rutinas en PF-2.



4.5. DEFINICIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y

LUBRICACIÓN

Después de haber definido las zonas o áreas que contienen los grupos de válvulas para cada rutina y antes de crear propiamente las rutinas, es necesario tener muy claro cuales son los procedimientos exactos que se deben seguir para realizar una excelente intervención de lubricación o mantenimiento. Estos procedimientos son una descripción paso a paso de los procesos de inspección, desmonte, sustitución de piezas, lubricación y montaje nuevamente de la válvula. Los procedimientos para el mantenimiento y lubricación de válvulas están muy bien definidos en Oxy. Ver Capítulos 2 y 3.

En esta etapa se hace imprescindible documentarse sobre mantenimiento, lubricación y válvulas haciendo un análisis de lubricantes y condiciones de trabajo. Ver Capítulo 1.

Con este estudio e incluyendo un análisis de criticidad se pueden determinar las frecuencias de las rutinas. Para las válvulas de Facilidades se trata en lo posible de unificar frecuencias para evitar complicaciones en la programación. Ver sección 4.8.3.

4.6. CREACIÓN DE RUTINAS Y FICHAS DE CHEQUEO Y CONTROL

Cuando ya tuvimos los grupos, los procedimientos, la selección del lubricante (Ver sección 3.2) y un inventario de respaldo; pudimos entonces crear las rutinas propiamente dichas, cada una de las cuales tiene un nombre particular y un listado de válvulas que le pertenecen con su respectivo procedimiento a aplicar. Todo esto aparece en una ficha junto a unas casillas de verificación o confirmación (check list) de la intervención realizada a cada válvula y un espacio para anotar observaciones particulares del desarrollo de la rutina. Dentro del inventario y las rutinas aparecen resaltadas en rojo las válvulas que han sido clasificadas como críticas.

4.6.1. Esquema de las fichas de chequeo y control

A continuación se muestra el esquema o diseño que tienen las fichas de control, las cuales se emiten en el momento en que el software de mantenimiento y de acuerdo a la programación, anuncia la ejecución de cada rutina. Estas fichas especifican al técnico que realiza el mantenimiento y/o lubricación que válvulas debe intervenir específicamente y junto con los procedimientos unificados indican los pasos a seguir y ofrecen la opción de ir

marcando la labor realizada. Al término de la rutina los supervisores recogen las fichas, constatan su cumplimiento y se enteran de las novedades especiales que se hayan encontrado.

4.6.2. Diseño de las Fichas de Chequeo y Control

A continuación se muestra la forma que tienen las fichas de chequeo y control que sirven de guía en la ejecución de las rutinas y como medio de verificación del trabajo realizado.

Figura 14. Ilustración de las fichas de chequeo y control.

Válvulas Área Tanque 223A y Wemco S-201E

Seguir el procedimiento general de las válvulas de proceso.

S-201E	1ES201EBAL01-12	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
S-201E	1ES201EBAL03-18	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
S-201E	1ES201EBAL05-18	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
S-201E	1ES201EGLB06-12	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
S-201E	1ES201EBAL07-4	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
S-201E	1ES201EBAL08-4	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
S-201E	1ES201EBAL09-18	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
FCV201E	1ES201EBUT02-18	Inspección Visual	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
P-209L/N	1EP209NBAL004-12	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
P-209L/N	1EP209NBAL006-12	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
P-209L/N	1EP209NGLB007-12	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
LCV213E	1EP209NBUT005-12	Inspección Visual	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
UV201E1	1EUV201E1BAL001-18	Inspección Visual	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
T-223A	1ET223ABAL001-24	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
T-223A	1ET223ABAL002-18	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
T-223A	1ET223ABAL003-18	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
T-223A	1ET223ABAL004-6	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]
T-223A	1ET223ABAL005-4	Lubricación	[si] [no]	Mantenimiento [si] [no]

Observaciones y Anotaciones del proceso realizado:

4.7. PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE RUTINAS EN EL MMS

Al haber creado las rutinas con todos sus detalles, se procedió a programar el orden y las fechas en que estas se ejecutarán creando así el Programa de Mantenimiento Preventivo de Válvulas de las Facilidades de Caño Limón. Este programa fue pasado al personal de la compañía encargado de las modificaciones en el MMS con el fin de hacer que dicho software maneje la periodicidad de las rutinas y demás elementos asociados a su ejecución.

4.7.1. Programación

Para la programación de las nuevas rutinas se revisó en el MMS las fechas en que fueron realizados los últimos mantenimientos a las válvulas de cada zona creada, esto para poder asignar las nuevas fechas en que se debe realizar cada rutina.

En cuanto a las rutinas de las válvulas de contra incendio y drenajes de diques que se encuentran en cajas a nivel del suelo, se tuvo en cuenta la época del año para evitar pérdidas de tiempo durante el invierno cuando las cajas permanecen llenas de agua y es necesario el uso de motobombas o camión de vacío para drenarlas e intervenir las válvulas.

4.7.2. Vista del archivo de Programación de Rutinas

En la imagen siguiente se puede ver el cuadro con la programación de las rutinas y la fecha del último mantenimiento y en los cuadros subsecuentes se visualizan algunos detalles.

Figura 15. Ilustración de la Programación de Rutinas.

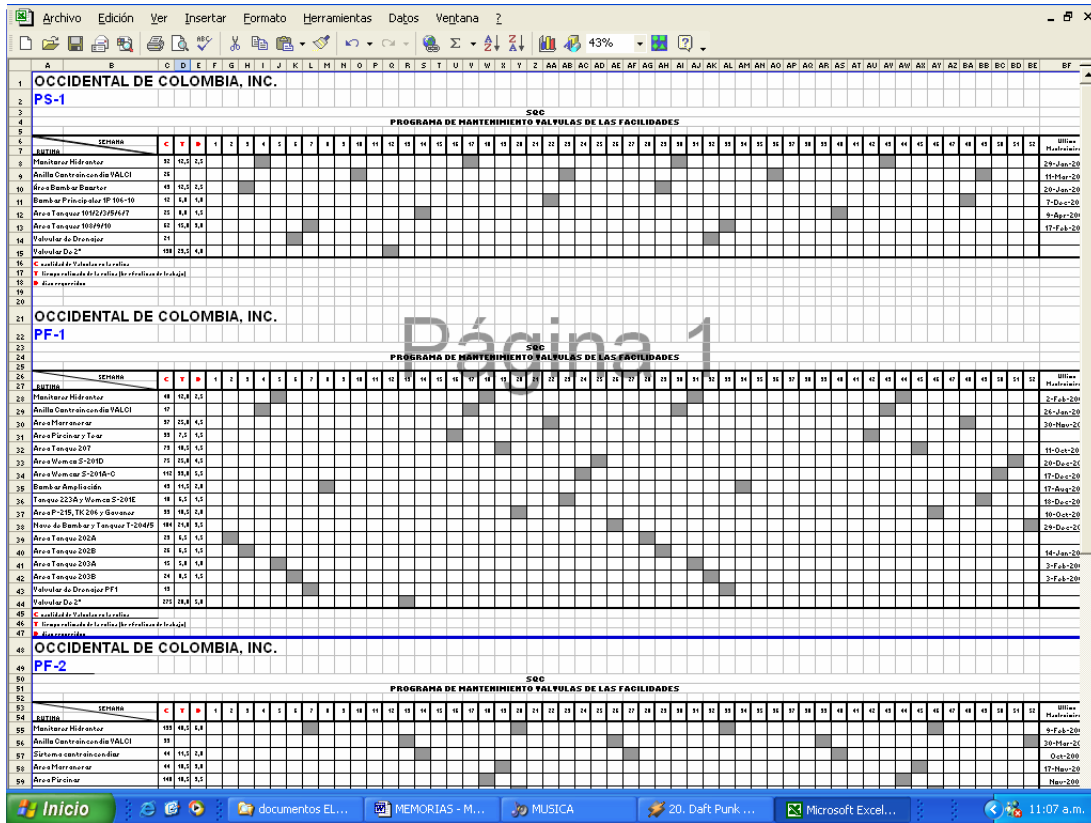
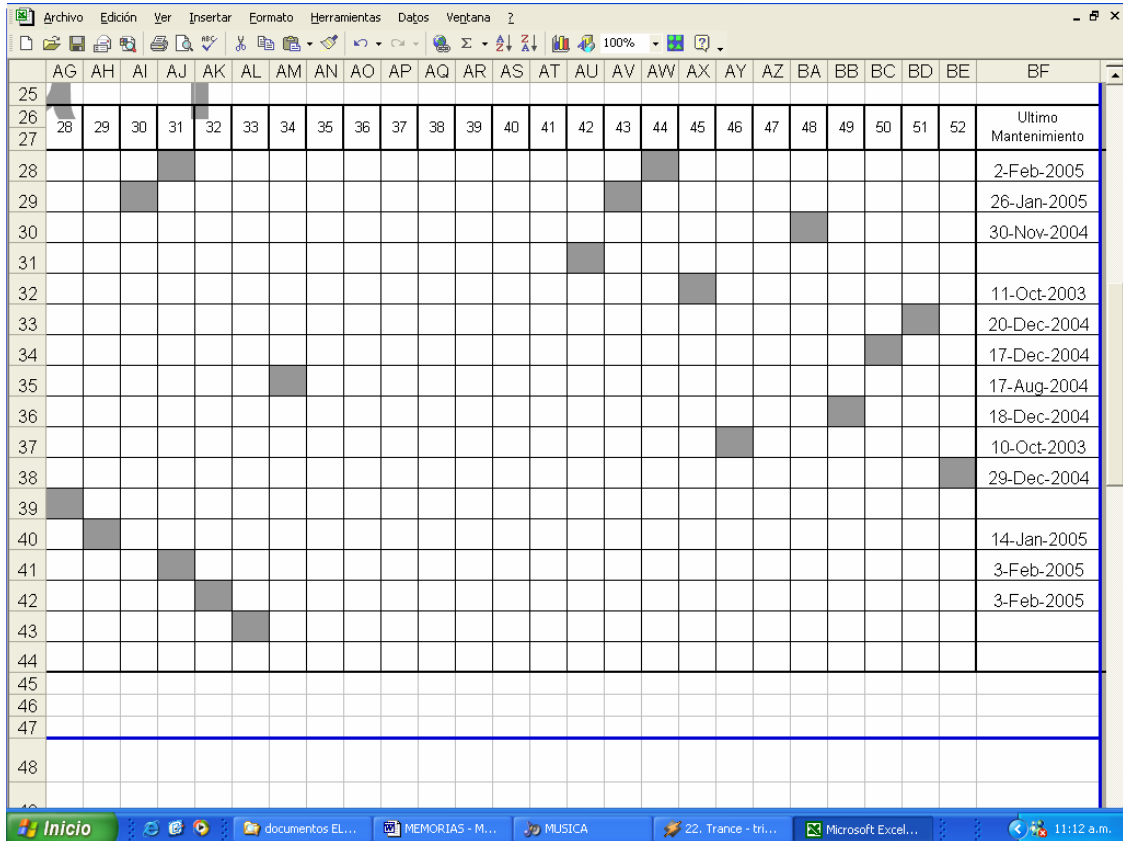


Figura 16. Ilustración de la Programación de Rutinas (Detalle 1).

		PROGRAMA DE MAN																				
		SEMANA																				
RUTINA		C	T	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Monitores Hidrantes	32	12,5	2,5																			
Anillo Contraincendio VALCI	26																					
Área Bombas Booster	49	12,5	2,5																			
Bombas Principales 1P 106-10	12	6,0	1,0																			
Area Tanques 101/2/3/5/6/7	25	8,0	1,5																			
Area Tanques 108/9/10	62	15,0	3,0																			
Valvulas de Drenajes	21																					
Valvulas De 2"	198	23,5	4,0																			

C cantidad de Valvulas en la rutina
 T tiempo estimado de la rutina (hr efectivas de trabajo)
 D dias requeridos

Figura 17. Ilustración de la Programación de Rutinas (Detalle 2).



4.8. RUTINAS DE MANTENIMIENTO Y LUBRICACIÓN DE VÁLVULAS CREADAS DURANTE EL PROYECTO

En las siguientes tablas se muestran las rutinas creadas para cada grupo de válvulas y la cantidad de acuerdo a la zonificación, así como la duración aproximada de ejecución y la frecuencia asignada.

4.8.1. Rutinas de la Estación de Bombeo PS1

Tabla 9. Rutinas establecidas para las válvulas de la Estación de Bombeo

	Rutina	# De Válvulas	Duración (Días)	Frecuencia
PS1	P.M Trimestral Válvulas Monitores Hidrantes PS-1	32	2.50	Trimestral
	P.M Semestral Válvulas Área Bombas Booster PS-1	49	2.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Bombas 1P 106-10 PS-1	12	1.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas de Drenajes PS-1	21		Semestral
	P.M Trimestral Válvulas Anillo Contraincendio VALCI PS-1	26		Trimestral
	P.M Semestral Válvulas Área Tanques T 101/2/3/5/6/7 PS-1	25	1.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Tanques T 108/9/10 PS-1	62	3.00	Semestral
	P.M Anual Válvulas de 2 pulgadas PS-1	198	4.00	Anual

4.8.2 Tabla de Rutinas de la Facilid de Producción PF1

Tabla 10. Rutinas establecidas para las válvulas de PF1

	Rutina	# De Válvulas	Duración (Días)	Frecuencia
PF1	P.M Trimestral Válvulas Monitores Hidrantes PF-1	40	2.50	Trimestral
	P.M Semestral Válvulas Área Marraneras	97	4.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Piscinas y Teas PF-1	39	1.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Tanque T 207 PF-1	73	1.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Wemco S 201D PF-1	75	4.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Wemcos S 201A-C PF-1	112	5.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Bombas Ampliación PF-1	43	2.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas de Drenajes PF-1	13		Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Tanque T 223A y Wemco S 201E PF-1	18	1.50	Semestral
	P.M Trimestral Válvulas Anillo Contraincendio VALCI PF-1	17		Trimestral
	P.M Semestral Válvulas Área P 215, Tanque T 206 y Gavanes	39	2.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Nave de Bombas y Tanques T 204/5	104	3.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Tanque T 202A	23	1.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Tanque T 202B	26	1.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Tanque T 203A	15	1.00	Semestral

P.M Semestral Válvulas Área Tanque T 203B	24	1.50	Semestral
P.M Anual Válvulas de 2 pulgadas PF-1	275	5.00	Annual

4.8.2. Tabla de Rutinas de la Facilidad de Producción PF2

Tabla 11. Rutinas establecidas para las válvulas de PF2

	Rutina	# De Válvulas	Duración (Días)	Frecuencia
PF2	P.M Trimestral Válvulas Monitores hidrantes PF-2	139	6.00	Trimestral
	P.M Trimestral Válvulas Anillo contraincendio VALCI PF-2	39		Trimestral
	P.M Trimestral Válvulas Sistema contraincendios PF-2	44	2.00	Trimestral
	P.M Semestral Válvulas Área condensado PF-2	31	2.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área marraneras PF-2	44	3.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área nave de bombas PF-2	126	6.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area P-724 G/H/I/K PF-2	29	1.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área piscinas PF-2	140	3.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área recibo de diesel PF-2	40	1.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Wemco S-701M PF-2	72	4.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Tanques de agua potable PF-2	27	1.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Wemcos S-701ABCDEH PF-2	173	9.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Wemcos S-701L/K PF-2	33	2.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas de Drenajes PF-2	41		Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Wemcos S-701 F/G/I/J PF-2	94	6.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Wemco S-701N/P PF-2	47	2.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Tanque 702A PF-2	27	1.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Tanque 702B PF-2	18	1.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Tanque 702C PF-2	18	1.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Tanque 702D PF-2	23	1.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Tanque 702E PF-2	31	1.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Tanque 702F PF-2	38	2.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Tanque 703A PF-2	13	1.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Tanque 703B PF-2	27	1.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Tanque 703C PF-2	31	2.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Tanque 703D PF-2	16	1.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Tanques 721 PF-2	47	2.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área Tanques 722 y compresores PF-2	20	1.00	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Area Tanques 724 PF-2	26	1.50	Semestral
	P.M Semestral Válvulas Área planta de Inyección PF-2	82	3.00	Semestral
	P.M Anual Válvulas De 2 pulgadas PF-2	398	6.00	Annual

4.8.3. Frecuencia de las Rutinas de Mantenimiento y Lubricación

La frecuencia asignada a cada rutina se realizó de acuerdo a lo siguiente:

- ❖ Debido a que en general las válvulas de proceso del campo no presentan un alto número de ciclos de operación por mes, y siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de las grasas así como la experiencia del trabajo de mantenimiento y lubricación de estos elementos, se definió una frecuencia semestral para las rutinas de válvulas de proceso mayores a 2 pulgadas.
- ❖ Para las válvulas del sistema contra incendios y los monitores hidrantes se fijó una frecuencia trimestral de las rutinas para aumentar la confiabilidad de estos equipos de atención de emergencias considerados críticos.
- ❖ Para las válvulas de 2 pulgadas de todas las Facilidades se estableció una frecuencia anual para sus rutinas debido a su sencillez y uso.

4.9. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA VÁLVULAS EN OXY

4.9.1. Descripción de las Bases de Datos

Las bases de datos son grupos ordenados de información que contienen las características físicas, constructivas, de ubicación y operación de las válvulas existentes en el campo de Caño Limón. Tal información organizada en filas y columnas constituye la fuente de alimentación del programa de mantenimiento de válvulas.

Se eligió Excel como software base para el manejo de la información de válvulas debido a su gran versatilidad para la búsqueda y organización de datos mediante sus filtros y funciones especiales, así como por su amplio y cotidiano uso dentro de la empresa.

4.9.2. Campos

Son los tópicos específicos en los que se dividen las bases de datos. En las de tipo tabla generalmente se presentan en forma de columnas y almacenan información específica del mismo tipo para diferentes elementos o equipos, presentando así cada tipo de datos con su respectivo nombre de encabezado.

A continuación se mencionan los campos utilizados en las bases de datos creadas para válvulas en caño Limón:

- ❖ **Código:** Combinación alfa numérica que identifica cada válvula. Se encuentra además impreso en la placa de identificación que posee cada unidad.
- ❖ **Equipo:** Sistema o unidad mayor a la cual pertenece la válvula.
- ❖ **Tipo de Válvula:** Define la configuración de la válvula o su tipo de obturador.
- ❖ **Diámetro:** Define el tamaño de la válvula. Es su diámetro nominal en pulgadas.
- ❖ **Serial:** Número ó código de identificación que trae la válvula de fabrica.
- ❖ **Modelo:** Número que indica el modelo o referencia de identificación de la válvula que difiere según el fabricante.
- ❖ **Clase:** Servicio para el cual está diseñada la válvula según las normas API-ANSI.
- ❖ **Materiales:** Descripción simplificada del material con que están fabricados cada uno de los elementos constitutivos de la válvula (Cuerpo, Vástago, Obturador y Asiento).
- ❖ **Fabricante/Marca:** Identificación de quien fabrica la válvula por medio de una marca registrada o nombre de la empresa manufacturera.
- ❖ **Presión Máxima:** Presión máxima de operación garantizada por el fabricante.
- ❖ **Temperatura Máxima:** Temperatura máxima recomendada por el fabricante.
- ❖ **Fluido:** Tipo de fluido que circula por la válvula.
- ❖ **Servicio o Función:** Descripción simplificada de la función que realiza la válvula. Ej: Apertura/cierre entrada de crudo a TK-101.
- ❖ **Código de Tubería:** Nombre del tramo de tubería donde está instalada la válvula de acuerdo a planos P&ID`s. Ej: PO1, WF02A, etc.

- ❖ **Tipo de Tubería:** Clase de tubería de acuerdo a especificaciones de diseño que aparece en los planos P&ID`s. Ej: A1, A2, A3, etc.
- ❖ Limita presiones y temperaturas de trabajo así como fluido manejado.
- ❖ **Tipo Accionamiento:** Elemento con el cual se acciona la válvula:
 - VA-CRM: Vástago Ascendente Con Rueda de Manejo
 - OM-CRM: Operador Mecánico Con Rueda de Manejo
 - CPO: Con Palanca de Operación
 - SPO: Sin Palanca de Operación
 - Algunas válvulas cambian de estado por medio de un actuador eléctrico o neumático.
- ❖ **Referencia Actuador:** Número de referencia del actuador en caso de que la válvula lo posea.
- ❖ **Ubicación o Plano:** Referencia simplificada que se incluye para facilitar la búsqueda de la válvula en gráficos, planos o diagramas, de acuerdo con la codificación de la Sección de Dibujo.
- ❖ **Oxy Stock Repuestos:** Rango del inventario dentro del cual se pueden ubicar los repuestos de la válvula.
- ❖ **Oxy Stock Standby:** Rango del inventario dentro del cual se puede ubicar las válvulas completas para reemplazo de válvulas averiadas.
- ❖ **Oxy Stock Actuadores:** Rango del inventario dentro del cual se puede ubicar los actuadores o los repuestos para los mismos.

Algunas válvulas no contienen información dentro de estos campos debido a sus características o a la ausencia de información en el campo.

4.9.3. Manejo de las Bases de Datos

El acceso a las bases de datos se puede hacer desde cualquier punto de la red interna de Occidental, siempre y cuando se tenga la autorización para acceder a este tipo de información lo cual depende del cargo que se ocupe en la empresa y se controla automáticamente con la contraseña de entrada al sistema. Para habilitar el ingreso de algún usuario a determinada base de datos, este debe ser autorizado por su jefe inmediato o el superintendente del área y controlado desde el grupo de sistemas.

Para consultar la información de una válvula específica, se selecciona el campo que contenga la característica conocida del elemento como el código,

la referencia, la ubicación, etc. Para agilizar la búsqueda se puede hacer uso de los diferentes filtros que ofrece el programa Excel o simplemente utilizando la función buscar en donde se debe usar una palabra, secuencia o código conocido del elemento o válvula a encontrar.

Los registros de las bases de datos se pueden ordenar de diferente manera según lo requiera el usuario y se pueden visualizar e imprimir selectivamente.

4.9.4. Definición del MMS

El MMS (Maintenance Management System), es el sistema de manejo y administración del mantenimiento en la empresa por medio del cual se generan órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo y preventivo, teniendo en cuenta sitios de trabajo, historia de los equipos, rutina a llevar a cabo y mano de obra empleada entre otras, así como el control y reporte de partes y suplementos gastados en las tareas de mantenimiento.

El M.M.S es un soporte en la planeación, organización y programación de todas las actividades relacionadas con el mantenimiento.

Las principales funciones del M.M.S. son:

- Generación de rutinas y órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo. Análisis de gastos de mano de obra y repuestos.
- Generación de reportes de mantenimiento.
- Organización, operación y análisis del programa de mantenimiento.
- Organización e integración de todas las operaciones de inventario de actividades de mantenimiento.

A continuación se muestran algunas imágenes tomadas del MMS en desarrollo de las rutinas creadas para las válvulas.

Figura 18. Encabezado de las rutinas en el software MMS.

Maintenance Management System v(8.5)

File Edit Data Entry Q&R Processing Options Utilities Window Help

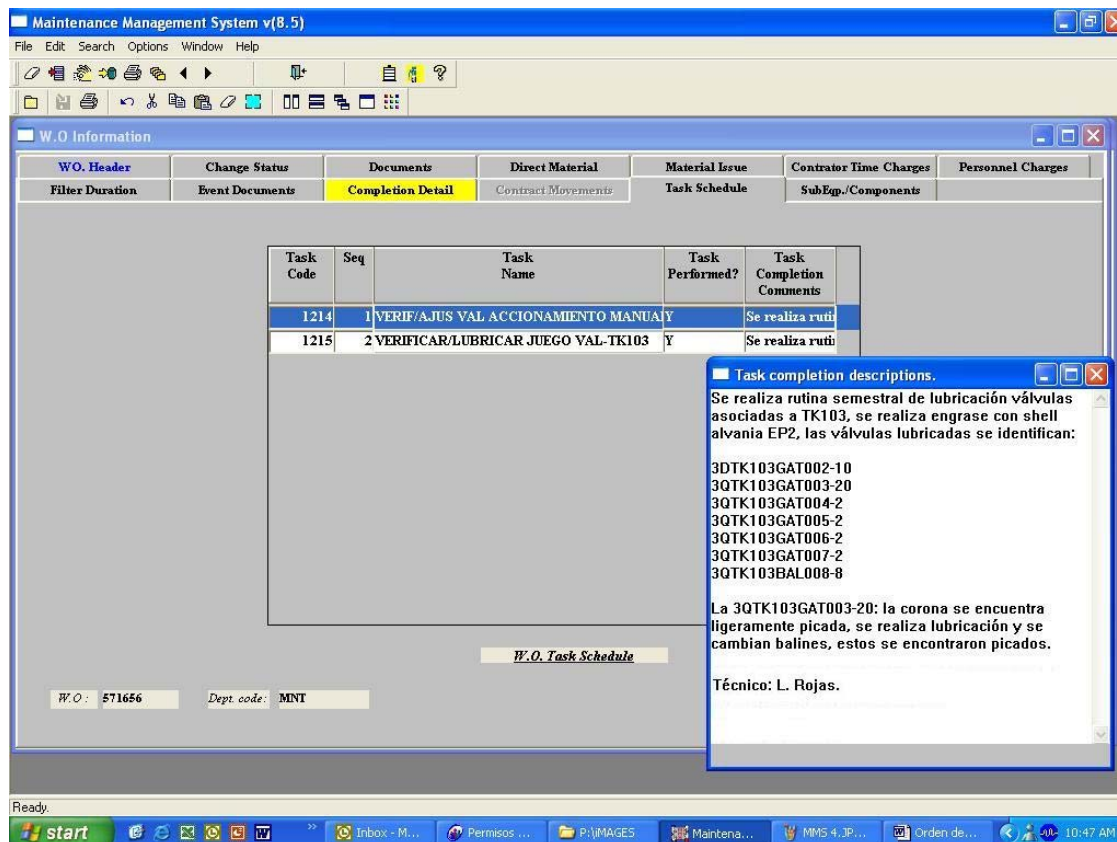
W.O Information

Filter Duration	Event Documents	Completion Detail	Contract Movements	Task Schedule	SubEq./Components	Personnel Charges
W.O. Header	Change Status	Documents	Direct Material	Material Issue	Contractor Time Charges	Personnel Charges
W.O #:	571656	Problem:	P.M. SEMESTRAL (MECANICA) TK103			
Equipment:	VAL-TK103	VALVULAS ASOCIADAS TK103				
Location Ref:	TK103	Issue Date:	April 23, 2006	Schedule Date:	April 27, 2006	Type: PM
Craft:	MEC	Work Group:	Q-C	Priority:	300	
Required by:		Performer:	M01273	Status:	CLOSE	Substatus: CLOSE
Programmed routine:	VAL-TK103MEC	Cost Center:	5083	Site:	FS1	Comp. Date: May 04, 2006
				Event Id:		
Estimated Labor Time:	17	Estimated Material Cost:	\$0.00			
TOTALS						
OXY Personnel Working Hrs:	0	OXY Personnel Hrs Cost:	\$0.00	Total Material Cost:	\$0.00	
Contractor Working Hrs:	4	Contractor Hrs Cost:	\$58.04	Total Cost:	\$58.04	
Cost calculation method:	NO include contract items in calculation cost					
Requestor Remarks:						
Last Change User ID:	ballestd	Last Change Date/Time:	Feb 23 2005, 15:27:14			

Ready

start | Inbox - M... | Permisos ... | 2 Wind... | Maintena... | untitled - ... | Orden de ... | 10:43 AM

Figura 19. Completamiento de las rutinas en el software MMS.



5. GESTIÓN DE REPUESTOS PARA VÁLVULAS

5.1. DEFINICIONES

5.1.1. Válvulas en Stand-by

Son aquellas válvulas que se encuentran en bodega en forma completa y en buen estado; es decir, listas para ser instaladas.

Se define la Condición de una válvula o repuesto como el estado en que se encuentra; puede ser uno u ocho.

5.1.2. Repuestos

Cada tipo de válvula posee un juego de repuestos básico; y según la cantidad de válvulas instaladas y la clasificación de estas como críticas o de uso general, se debe mantener un stock mínimo.

Los repuestos requeridos en las válvulas críticas se hallan señalados por rangos de Oxy-stock y fabricante en las base de datos, a las cuales se les ha dado una ubicación en tipo de control 2, lo que señala su compra en forma automática.

5.1.3. Control

Para establecer un programa de compras se utiliza un criterio que se denomina en este caso Control.

Los repuestos, al igual que las válvulas Stand by y los actuadores, poseen un control que permite mantener un cantidad de repuestos conveniente dentro de un rango fijado por el administrador del programa, según las recomendaciones de los fabricantes y la operación de tales elementos.

Los principales tipos de control son:

Control 2: Requisición automática cuando el stock llega al límite inferior. La cantidad a comprar es aquella que completa el stock hasta el límite superior.

Control 3: Requisición generada por el departamento de mantenimiento cuando se efectúa una operación en la que se necesita el repuesto o la válvula.

El criterio a utilizar es el siguiente:

- Stand by para válvulas críticas: Control 2

- Repuestos de válvulas críticas: Control 2
- Stand by para válvulas de mayor frecuencia de operación en el Gathering System: Control 3
- Repuestos para válvulas de mayor frecuencia de operación en el Gathering System: Control 2
- Stand by para válvulas de uso general: Control 3
- Repuestos para válvulas de uso general: Control 3
- Stand by para válvulas del sistema contra incendio: Control 2
- Repuestos para válvulas del sistema contra incendio: Control 2
- Actuadores y repuestos para actuadores: Se aplica el mismo criterio de la válvula a la que pertenecen.

5.2. CLASIFICACIÓN DE REPUESTOS

El número del inventario es diferente para cada tipo, diámetro y marca de válvula; igual que el número de los repuestos. Por esta razón, en el campo de Oxy Stock se especifica un rango dentro del cual se pueden encontrar cada uno de los elementos, en caso de que existan. La búsqueda se debe hacer leyendo detalladamente la descripción que hay de cada ítem del inventario dentro del rango especificado.

5.3. FLUJO DE REPUESTOS Y ADQUISICIONES

Dependiendo de la criticidad de un repuesto, estos se clasifican y poseen un rango de cantidad que debe mantenerse en stock, lo cual es manejado por el software de inventario y transporte (grupo de Suministros y Transporte) de la compañía.

Cuando un repuesto es necesitado, se solicita al almacén directamente si este está clasificado como de permanencia en stock; de lo contrario se solicita a través de una Requisición para que este sea adquirido lo antes posible.

El personal del área de mantenimiento informará al personal de Materiales y Transporte cualquier cambio en la criticidad o necesidad de un repuesto en particular para determinar su permanencia o no en bodega (stock) y la cantidad adecuada.

Siempre que se haga necesario o aconsejable pedir partes de repuestos, el primer problema que se presentará es la identificación de las partes en forma

individual y después de esto es preciso identificar la válvula misma a la que pertenecen dichas partes.

5.3.1. Identificación de las Partes

Es conveniente indicar el nombre correcto de la pieza que se necesita y por tal razón la mayoría de los catálogos contienen ilustraciones detalladas con las listas correspondientes de los nombres de las refacciones. Si se dispone del catálogo de un fabricante de válvulas y se piden piezas de repuesto basándose en los datos del mismo pero para válvulas de una marca diferente, es indispensable indicar el número y origen del catálogo, así como los números de las páginas que se han tomado como base para la identificación de las partes ordenadas. El nombre de cada una de las partes componentes de las válvulas no es idéntico para las partes correspondientes de otros fabricantes.

La gran mayoría de los catálogos muestran vistas seccionales detalladas de sus válvulas con ilustraciones de cada una de las partes, lo que facilita considerablemente la identificación de la pieza deseada.

5.3.2. Identificación de una Válvula

La mayoría de las válvulas llevan una placa de identificación en la que se encuentran el nombre del fabricante y la identificación de la válvula. Si la válvula tiene revestimiento aislante, éste tendrá que ser retirado para poder apreciar las marcas grabadas en el cuerpo de la unidad.

En el cuerpo de la válvula, se encontrarán grabados, probablemente, el nombre del fabricante, el tamaño de la válvula, la presión nominal de trabajo, el material del cuerpo, etc.

Es preciso copiar toda esta información e incluirla íntegramente en los datos del pedido en el que, se tendrán que especificar: El metal del que está hecha la válvula, una breve descripción de la unidad con las indicaciones relativas al tipo de diseño (globo de retención o de compuerta), señalando también el sistema de unión de sus extremos (roscado, soldado, bridas). Si la válvula es de bridas, especificar el tipo (FF ORF), diámetro exterior, diámetro de los pernos y el de los barrenos para los mismos y finalmente la longitud de extremo de la válvula.

CONCLUSIONES

El desarrollo de este proyecto ha sido de valiosa ayuda para la empresa como fundamento de su gestión de mantenimiento para válvulas y al mismo tiempo para el futuro ingeniero como prueba de sus conocimientos y habilidades adquiridas durante su formación y como inicio de su vida laboral profesional. Al término de éste se pueden destacar las siguientes conclusiones:

- Se logró establecer un inventario completo de las válvulas de las Facilidades de Producción del campo petrolero Caño Limón con registro de especificaciones y ubicación.
- Se implementó un sistema de marcación en sitio (tags) para poder identificar cada válvula.
- Se implementó además una placa de mantenimiento para cada válvula con el fin de registrar y confirmar en sitio las intervenciones realizadas a cada uno de estos equipos.
- Se crearon zonas para dividir el número total de válvulas en grupos apropiados para lograr mayor rendimiento y operabilidad en la realización del programa de rutinas de mantenimiento y lubricación.
- Se recopilaron y establecieron los procedimientos para la realización del mantenimiento y lubricación de los diferentes tipos de válvulas del campo.

- Se implementó el programa de rutinas en el software de mantenimiento de la empresa para la generación periódica y automática de las órdenes de trabajo, el registro y seguimiento de actividades y en general el control y cumplimiento del programa.

- Se eliminó el problema de falta de información y ubicación de cada válvula, así como la incertidumbre en la realización de las intervenciones de mantenimiento en la forma general y esporádica como se realizaba antes, garantizando ahora la operatividad de los equipos y aumentando la confiabilidad del proceso de producción.

BIBLIOGRAFÍA

ALBARRACÍN, Pedro. Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz. Tomo I. 2da. Edición. 2000.

MARTÍNEZ, P. Francisco. Ciencia y Técnica para el Mantenimiento. Limusa. 1997.

SHELL. Lubricantes Sintéticos. Curso-Conferencia en CD ROM. 2004.

Documentos Internos y Catálogos

ANDERSON GREENWOOD. Válvulas de Alivio. 1995.

BIFFI. Actuadores. 1995.

COOPER CAMERON. Válvulas de Bola. 1995.

CRANE. Válvulas de Bola. 1992.

CROSBY. Válvulas de Seguridad. 1999.

DANIEL. Válvulas. 1993.

DANIEL. Válvulas cheque. 1993.

FISHER. Válvulas de control. 1999.

GROVE. Válvulas de Bola. 1999.

HAMMER DAHL. Válvulas de Mariposa. 1989.

LIMITORQUE, Actuadores. 1992.

MANNESMAN. Válvulas en el Proyecto Caño limón. 1990.

MANNESMAN. Manual de Equipos del Pipeline System. 1996.

METRIEL PETROLE. Materiales para Válvulas. 1995.

OXY. Caño Limón. Diagramas de Flujo, Planos e Información Técnica de Facilidades. 2004.

VELAN. Válvulas de Compuerta. 1995.

W.K.M. Válvulas. 1996.

YARWAY. Válvulas. 1992.