

**METODOLOGÍA PARA LA REVISIÓN DE LA ESTRATEGIA DE
MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS EN EL CPF CUPIAGUA DE LA GERENCIA
DE DESARROLLO Y PRODUCCIÓN PIEDEMONTE ECOPETROL S.A.**

YULLY CONSTANZA RINCÓN FRANCO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2015**

**METODOLOGÍA PARA LA REVISIÓN DE LA ESTRATEGIA DE
MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS EN EL CPF CUPIAGUA DE LA GERENCIA
DE DESARROLLO Y PRODUCCIÓN PIEDEMONTE ECOPETROL S.A.**

YULLY CONSTANZA RINCÓN FRANCO

**Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director: Arnulfo Grandas Rincón
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2015**

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios que me llena de energía, me permite reconocer y aprovechar las oportunidades en el camino y guía mi día a día junto con sus ángeles puros y buenos.

Gracias a mi inspiración, ejemplo, motivación y personificación de amor en este mundo Maria del Pilar Franco Niño, Alvaro Andres Rincón Franco, Juan Felipe Rincón Franco, Alvaro S. Rincón Cardenas.

Gracias a mi alcahueta, amigo y ángel en la tierra Mario Alfonso Capacho Gómez.

Gracias a Arnulfo Grandas Rincón por su colaboración en la elaboración de este proyecto.

Sin la existencia de alguno de Uds. Esto no lo habría logrado.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	12
1.1. OBJETIVOS	12
1.1.1. Objetivo general.	12
1.1.2. Objetivos específicos.	12
1.2. MARCO CONTEXTUAL	13
1.2.1. Ecopetrol.	13
1.2.2. Stork.....	14
1.2.3. CPF Cupiagua.....	14
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
2. MARCO CONCEPTUAL	20
2.1. CONCEPTOS.....	20
2.2. VÁLVULAS.....	22
2.2.1. Válvulas de seguridad.....	23

2.2.2.	Válvulas actuadas.	24
2.2.3.	Válvulas manuales.	25
2.2.4.	Válvulas de control.	26
2.3.	MANTENIMIENTO	27
2.3.1.	Mantenimiento preventivo.	27
2.3.2.	Mantenimiento correctivo.	28
2.3.3.	Mantenimiento predictivo.	28
2.3.4.	Mantenimiento mejorativo.	28
2.4.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD	28
2.4.1.	Pareto.....	29
2.4.2.	Abc.....	29
2.4.3.	Matriz Ram.....	30
2.4.4.	Criticidad por ASP.....	30
2.5.	PASOS PARA CREAR UNA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.....	30
2.6.	METODOLOGIA.....	33
3.	METODOLOGIA SUGERIDA.....	34
3.1.	DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN EXISTENTE	34

3.2. HISTORICO DE FALLAS	36
3.3. REVISIÓN ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.....	36
3.4. DEFINICIÓN DE CRITICIDAD	37
3.5. REvision del ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO	39
3.6. ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO.....	40
3.7. LISTADOS DE PARTES	41
3.8. PROVEEDORES.....	41
4. CONSIDERACIONES IMPORTANTES PARA LA REVISIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	43
4.1. RECURSO HUMANO.....	43
4.2. TRANSPORTE	43
4.3. HERRAMIENTAS.....	44
4.4. CONSUMIBLES	44
5. CONCLUSIONES	45
BIBLIOGRAFIA.....	47

TABLA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1, LOGO DE ECOPETROL S.A. FUENTE: ECOPETROL S.A.....	13
ILUSTRACIÓN 2, LOGO DE STORK TECHNICAL SEVICES. FUENTE: STORK.	14
ILUSTRACIÓN 3, IMAGEN PANORÁMICA DEL CPF CUPIAGUA. FUENTE: ECOPETROL S.A.....	15
ILUSTRACIÓN 4, DIAGRAMA DE PROCESO CPF CUPIAGUA. FUENTE: ECOPETROL S.A.....	17
ILUSTRACIÓN 5, DIAGRAMA DE PROCESO PLANTA DE GAS CPF CUPIAGUA. FUENTE: ECOPETROL S.A.....	18
ILUSTRACIÓN 6, INICIO DE ELIPSE.	20
ILUSTRACIÓN 7, EJEMPLOS DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD FUENTE: CATÁLOGO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD Y ALIVIO AERRE	23
ILUSTRACIÓN 8, EJEMPLO DE VÁLVULA ACTUADA FUENTE: CATÁLOGO BETTIS.	25
ILUSTRACIÓN 9, EJEMPLOS DE VÁLVULAS MANUALES FUENTE: SEALING PACKING FITTING VALVES CATÁLOGO.....	25
ILUSTRACIÓN 10, EJEMPLO DE ACTUADOR DE VÁLVULA DE CONTROL FUENTE: KOSO KENT INTROL CATÁLOGO.....	26
ILUSTRACIÓN 11, CICLO PHVA FUENTE: AUTOR	32
ILUSTRACIÓN 12, CICLO DE IDA DE UN ACTIVO FUENTE: AUTOR.....	32
ILUSTRACIÓN 13, DIAGRAMA DE PROCESO ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.....	42

RESUMEN

TITULO: METODOLOGÍA PARA LA REVISIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS EN EL CPF CUPIAGUA DE LA GERENCIA DE DESARROLLO Y PRODUCCIÓN PIEDEMONTE ECOPETROL S.A.*

AUTOR: YULLY C. RINCÓN FRANCO**

PALABRAS CLAVE: VÁLVULA, ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO, CRITICIDAD, METODOLOGÍA, MANTENIMIENTO, RUTINA.

El objetivo de este trabajo es documentar la metodología propuesta para revisar la estrategia de mantenimiento de válvulas en el CPF Cupiagua, ubicado en Casanare, Colombia. Esto para mantener los altos estándares de calidad en la operación y mantenimiento con los que se trabaja en el campo petrolero, además de garantizar la seguridad e integridad del proceso, medio ambiente y personas.

La necesidad surge debido a el paso del tiempo y las modificaciones que trajo consigo, donde se evidencian cambios en los procesos pues las prioridades e intereses del negocio son diferentes, además que se ha recorrido un gran porcentaje del ciclo de vida de las válvulas, dejando como consecuencia mantenimiento correctivo no programado, aumento en el tiempo entre fallas de los activos en mención, dificultad para reparación debido a disponibilidad de materiales o válvulas en bodega por la obsolescencia lo cual hace los tiempos de reparación mayores e incluso no es posible reestablecer el activo y se debe adquirir uno nuevo lo cual es crítico por los largos tiempos de entrega y elevados costos que hacen evaluar la situación en especial cuando la curva de producción decrece.

Durante el desarrollo de la metodología se consideran tipos de mantenimiento, análisis de criticidad, recolección de información y creación de bases de datos, creación y/o eliminación de tareas de mantenimiento teniendo en cuenta que la mayor dificultad para estandarizar la actividad es el elevado número de válvulas existentes en la facilidad y la gran variedad de clasificación y especificaciones de estas de acuerdo a su ubicación en el proceso.

* Monografía de Especialización.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Arnulfo Grandas Rincón, Ingeniero Mecánico.

ABSTRACT

TITLE: METHODOLOGY TO REVIEW THE MAINTENANCE STRATEGY FOR VALVES IN THE CPF CUPIAGUA FROM THE MANAGEMENT FOR DEVELOPMENT AND PRODUCTION PIEDEMONTE ECOPETROL SA *

AUTHOR: YULLY C. RINCÓN FRANCO**

KEY WORDS: VALVE, MAINTENANCE STRATEGY, CRITICALITY, METHODOLOGY, MAINTENANCE, ROUTINE.

The aim of this monograph is to document the proposed methodology to review the maintenance strategy for valves in the CPF Cupiagua located in Casanare, Colombia. This to maintain high quality standards of operation and maintenance which are working in the oil field, also to ensure the safety and integrity of the process, environment and people.

The need arises because of the passage of time and the changes brought about, those are evident in the process because the priorities and interests of the business are different, also it has come a large percentage of the life cycle of the valves, having as a consequence unscheduled corrective maintenance, increased time between failures of the assets in question, trouble repair due to availability of materials or spare valves because of obsolescence making higher times to repair and even you can not restore active and must purchase a new one, which is critical for the long lead times and high costs make assessing the situation especially when the yield curve decreases.

During the development of the methodology they are considered types of maintenance, criticality analysis, data collection and database creation, creation and / or elimination of maintenance tasks considering that the greatest difficulty to standardize the activity is the high number existing at ease valves and the variety classification and specifications agree to its location in the process.

* Monograph

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. Director: Arnulfo Grandas Rincón, Mechanical Engineer.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1. OBJETIVOS

Los objetivos propuestos para esta monografía son:

1.1.1. Objetivo general.

Sugerir una metodología para la revisión de la estrategia de mantenimiento de válvulas con el fin de asegurar la integridad y seguridad del proceso en el CPF Cupiagua de la Gerencia de desarrollo y producción piedemonte Ecopetrol S.A.

1.1.2. Objetivos específicos.

- Justificar la importancia de contar con una estrategia de mantenimiento para las válvulas en el CPF de Cupiagua.
- Identificar las dificultades y necesidades que se presentan a la fecha en el CPF de Cupiagua asociadas a la gestión de válvulas.
- Adecuar el concepto de metodología al objetivo principal del plan a implementar.
- Establecer el procedimiento a seguir para poder llevar a cabo la revisión de la estrategia de mantenimiento.

1.2. MARCO CONTEXTUAL

1.2.1. Ecopetrol.

La empresa colombiana de petróleos nace en 1951 con la reversión al estado colombiano de la concesión de mares, iniciando su actividad petrolera con el campo La Cira-Infantas en el valle medio del río Magdalena.

Es una sociedad dedicada al ejercicio de las actividades propias de la industria y el comercio del petróleo y sus afines, dentro de sus momentos relevantes se encuentra el año 1983 cuando se descubre en campo Caño Limón en asocio con OXY permitiendo que Colombia sea nuevamente un país exportador de petróleo, en los 90's se descubre Cusiana y Cupiagua en asocio con British Petroleum Company, en el 2003 se estructura como una empresa mixta permitiéndole internacionalización y mayor competitividad, en la actualidad es la empresa más grande del país y se encuentra dentro de las 40 petroleras más grandes del mundo y una de las principales en Latino América.

Hoy en día se desempeña en 5 líneas de negocio: exploración, producción, transporte, refinación e innovación, ciencia y tecnología.



Ilustración 1, Logo de Ecopetrol S.A. Fuente: Ecopetrol S.A.

1.2.2. Stork.

Stork nace en 1827 en la empresa de maquinaria ferroviaria de Holanda, inicialmente se concentró en la producción de equipos a vapor, motores, calentadores, bombas entre otros. Entre los 70's y 80's la empresa incursiona en nuevos negocios como textiles, comida, energía y transportes, en 1996 adquiere Fokker y se abre camino en la industria de construcción y mantenimiento aeroespacial, En el 2000 se produce una modificación de la estructura organizacional de la empresa dividiéndose en 5 grupos: tecnología de impresión digital para textiles, producción de comida rápida, industria aeroespacial, componentes industriales y servicios técnicos, en el 2007 adquiere Masa (Mecánicos Asociados S.A.) como punto estratégico para ingresar al mercado Latino Americano, su primer contrato como Stork Technical Services B.V. Holding Colombia es con Equion y Ecopetrol en mantenimiento y operación del CPF de Cusiana, Cupiagua, Floreña, Recetor entre otros en el departamento del Casanare.



Ilustración 2, Logo de Stork Technical Services. Fuente: Stork.

1.2.3. CPF Cupiagua.

Central processing facility (CPF) planta diseñada para el tratamiento (separación, deshidratación), almacenamiento y distribución de fluidos extraídos (crudo, gas, agua) de los pozos productores. Conformada por un área superficial de 3km

(ancho) y 24 kms (longitud) ubicada en el piedemonte de la cordillera oriental en el departamento de Casanare, Colombia, Sur America, entró en operación en el año de 1999 bajo los contratos de asociación Santiago de las Atalayas, Rio Chitamina y Tauramena suscritos por las compañías petroleras privadas British Petroleum (BP), TOTAL Y TRITON con la compañía petrolera estatal colombiana (ECOPETROL). Alimentada por 28 pozos productores y 16 pozos reinyectores de gas que manejan una presión aproximada de 800 psi y 5500 psi respectivamente.



Ilustración 3, Imagen panorámica del CPF Cupiagua. Fuente: Ecopetrol S.A.

Al CPF llegan 6 líneas troncales con el fluido multifasico que son recibidas por dos vasijas en el slug cácher, es allí donde se inicia el proceso de separación de fluidos:

El gas: es deshidratado con glicol y posteriormente usado como:
- fuel gas para alimentar combustión de equipos como turbo-compresores y turbo-generadores.

-gas de proceso para reinyectar a los pozos y así ayudar a mantener la presión natural de los pozos productores.

-planta de gas donde se llevan a cabo procesos físicos y químicos para adecuar las propiedades del gas para venta.

El agua: es registrada, almacenada y despachada al CPF Cusiana donde se dará tratamiento para su posterior reinyección.

El Crudo: es almacenado, medido y enviado por medio de OCENSA al CPF de Cusiana

Solidos: periódicamente se recogen y tiene una disposición especial.

Adicionalmente se presta en la planta servicios utilitarios como nitrógeno, tratamiento de agua potable, tratamiento de agua residual, generación eléctrica.

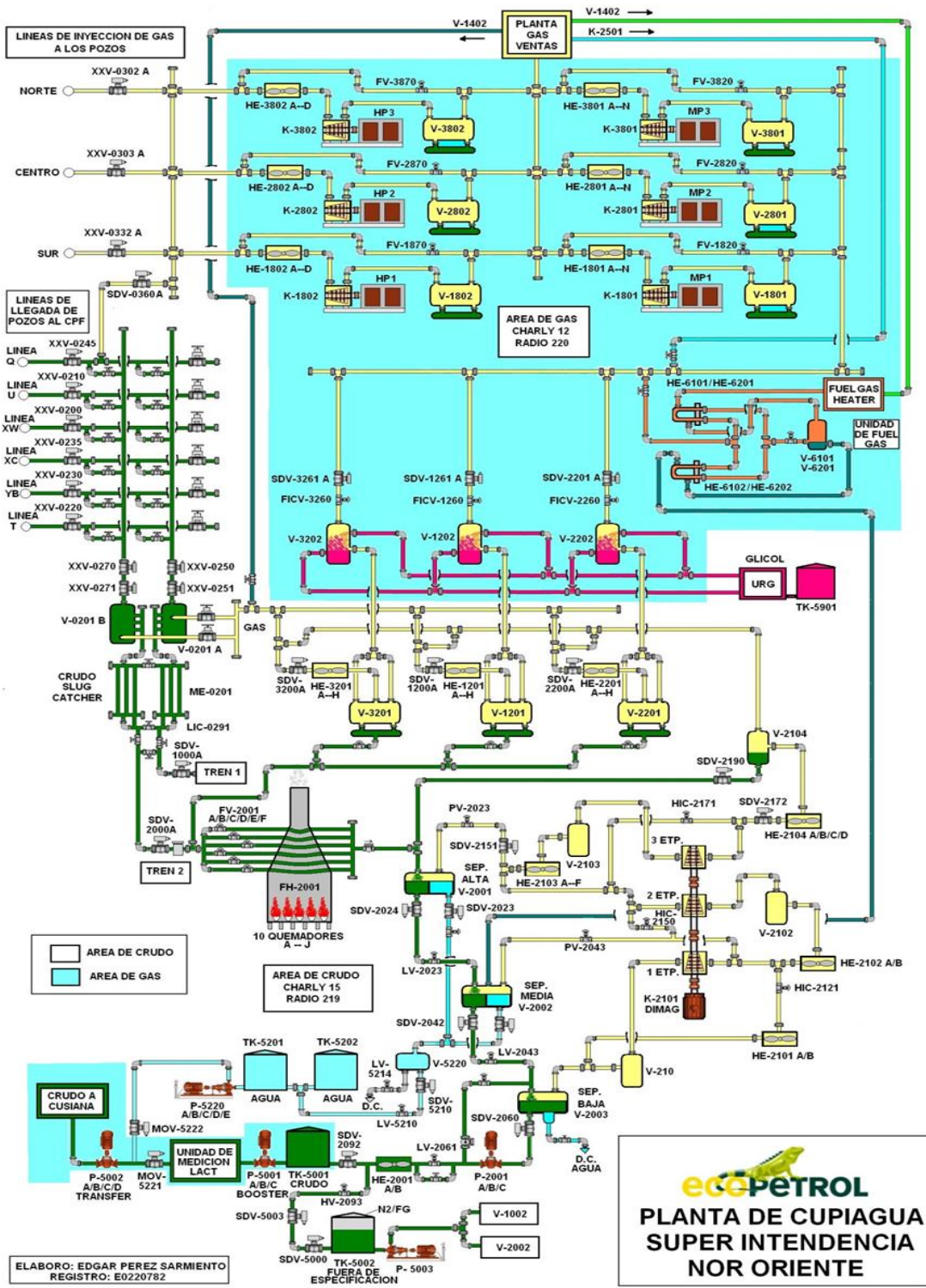


Ilustración 4, Diagrama de proceso CPF Cupiagua. Fuente: ECOPETROL S.A.

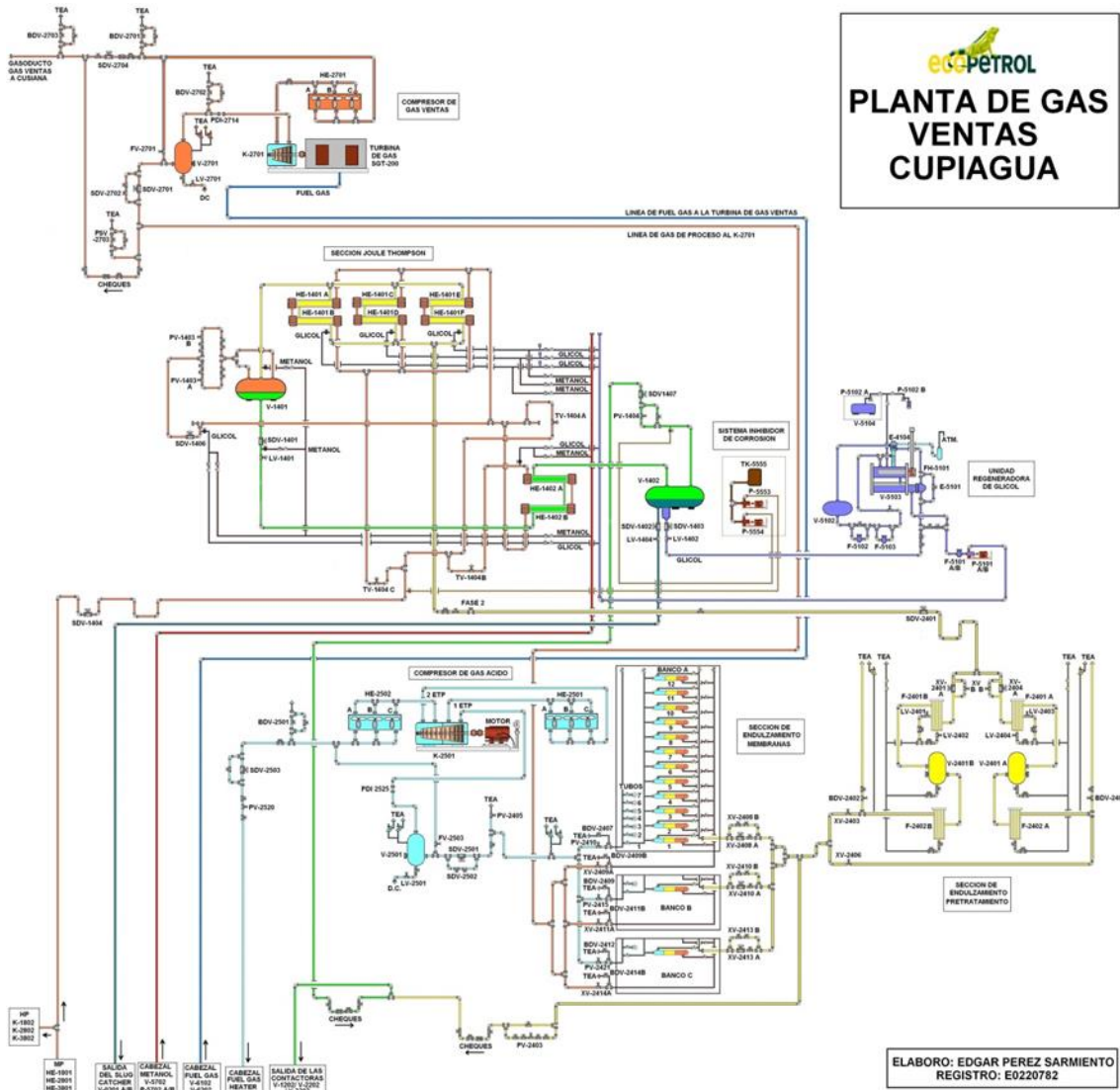


Ilustración 5, Diagrama de proceso planta de gas CPF Cupiagua. Fuente: ECOPETROL S.A.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El CPF Cupiagua es una planta que lleva alrededor de 20 años operando, algunas de sus válvulas cuentan con estrategia de mantenimiento, pero es pertinente realizar una revisión a dicha estrategia por las siguientes razones:

- El proceso ha cambiado, es decir las cantidades de agua, crudo y gas que se producen no son las mismas que en el pasado, las propiedades físicas y químicas de estos fluidos también son diferentes, existen pruebas que lo demuestran pero hacen parte de la información de Ecopetrol.
- El tiempo de operación de la planta es significativo, existen válvulas que están próximas a cumplir 20 años de operación continua algunas de ellas nunca han tenido ningún tipo de intervención ni inspección, una planta que tiene dicho tiempo de operación no se puede considerar como nueva.
- Los enfoques e intereses corporativos han cambiado Cupiagua inició siendo operada por BP hoy en día se encuentra en manos de Ecopetrol S.A. son empresas con objetivos y políticas diferentes, por ejemplo en la actualidad no es una concesión luego ECP no maneja pérdidas de producción sino diferidas.

Todo esto para asegurar la integridad de los equipos, la seguridad para las personas, el medio ambiente y la comunidad, optimizar costos (de reparación, de inventario) y mejorar los indicadores de mantenimiento (confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad).

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. CONCEPTOS

Algunos de los conceptos mencionados a continuación son tomados de la guía técnica colombiana GTC62.

Elipse: Sistema Computarizado para la Gestión de Mantenimiento (CMMS), en esta herramienta se manejan las ordenes de trabajo, costos, comprar, materiales entre otras acciones vitales en la vida de cada equipo en la organización.

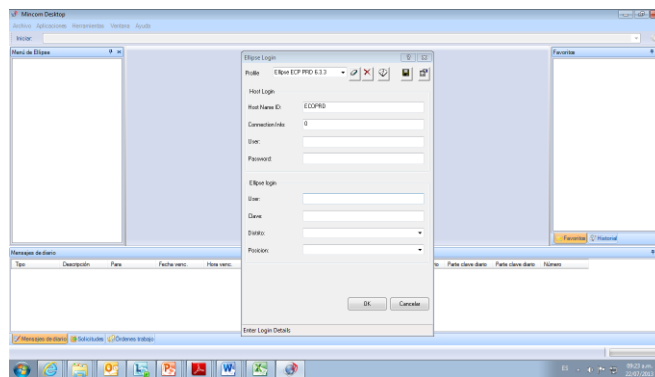


Ilustración 6, Inicio de Elipse.

PMO: optimización del mantenimiento planeado, es la revisión de la estrategia de mantenimiento que se tiene y el ajuste de tiempos, recursos y tareas de acuerdo a las necesidades del negocio, el histórico de fallas y documentación técnica disponible.

Falla: pérdida de la capacidad de una entidad para realizar su función específica.

Función requerida: acción cuyo cumplimiento se considera necesario para proporcionar un servicio dado.

Ciclo de vida: tiempo durante el cual una entidad conserva su capacidad de utilización. El periodo abarca desde su puesta en marcha hasta, que es sustituido, o es objeto de restauración o reparación.

Mantenimiento: conjunto de actividades técnicas y administrativas cuya finalidad es conservar, o restituir un elemento a las condiciones que le permitan desarrollar su función. Equivale al término conservación.

Parada: situación de una entidad cuando no está en operación porque no se necesita o porque no se encuentra en condiciones de utilización. Se refiere también a la acción de parar.

Parada general: situación de un conjunto de entidades al que se efectúan periódicamente revisiones y reparaciones concentradas y planificadas en un determinado período de tiempo. Equivale al término reparación general cuando este se refiere a una instalación o planta y tiene carácter periódico.

Parada no programada: parada debida a una interrupción no prevista de una operación de una entidad.

Parada programada: parada debida a una interrupción prevista de operación de una entidad.

P&ID: Piping and instrumentation diagram según sus siglas en ingles.

Mantenimiento correctivo: mantenimiento efectuado a una entidad cuando la avería ya se ha producido, restituyéndole a condición admisible de utilización. El mantenimiento correctivo puede, o no, estar planificado.

Mantenimiento de emergencia: mantenimiento correctivo que es necesario efectuar inmediatamente para evitar graves consecuencias.

Mantenimiento predictivo: mantenimiento preventivo basado en el conocimiento del estado de una entidad por medición periódica o continua de algún parámetro significativo. La intervención de mantenimiento se condiciona a la detección precoz de los síntomas de la avería.

Mantenimiento preventivo: mantenimiento que consiste en realizar ciertas reparaciones, o cambios de componentes o piezas según intervalos de tiempo, o según determinados criterios, prefijados para reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de una entidad. Siempre se debe planificar.

Mantenimiento proactivo: es una filosofía del mantenimiento que persigue el conocimiento de la causa raíz de un problema para eliminar por completo la aparición de fallas y averías. Se trata de aplicar acciones de anticipación antes que de reacción.

2.2. VÁLVULAS

En el CPF Cupiagua se encuentran instaladas un monto de válvulas superior a 8000 unidades, de diferentes especificaciones, fabricantes y diseños; incluso se pueden encontrar diseños exclusivos por parte del fabricante para la operación, siendo esta la razón que dificulta una clasificación acertada de estos activos, para este trabajo se opta por dividir las válvulas en 4 grupos de acuerdo a su función

general dentro del proceso sin tener en cuenta el detalle de su ubicación, fluido, diseño o función dentro del proceso, esto en pro de llevar una trazabilidad, control del proyecto y establecer un punto de partida para la comunicación asertiva entre los vinculados en al proceso de creación, ejecución, control y cierre del proyecto a futuro.

2.2.1. Válvulas de seguridad.

Son todos los dispositivos destinados a ser la última capa de protección de la planta, cuando los sistemas de “fire and gas”, sistemas de control no responden adecuadamente ellas deben abrir para liberar presiones de manera autónoma.

Se relacionan todas las válvulas que sin otra asistencia de energía que la del propio fluido implicado, descargan fluido para evitar que se exceda una presión predeterminada y que esté diseñada para que vuelva a cerrar y se evite el flujo adicional de fluido después de haberse restablecido las condiciones normales de presión.

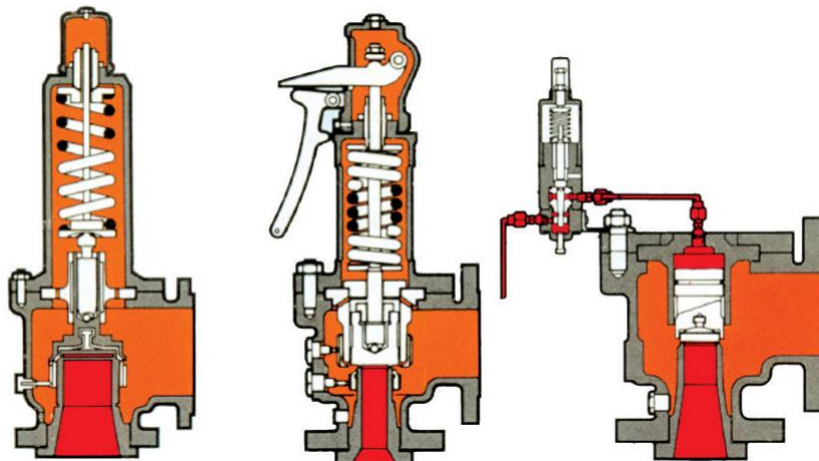


Ilustración 7, Ejemplos de válvulas de seguridad Fuente: Catálogo de válvulas de seguridad y alivio AERRE

Se caracterizan a grandes rasgos por tener:

Boquilla o tobera (Nozzle): Que permite una correcta conducción del fluido de escape o descarga.

Disco asiento (Disc): Cierra la luz de descarga de la tobera.

Elemento de Carga: El cual puede ser un resorte diafragma, contrapesa o pistón que en últimas ejerce una fuerza en dirección opuesta a la que ejerce el fluido sobre el disco asiento.

2.2.2. Válvulas actuadas.

Son todas las válvulas manuales que tienen como sistema de accionamiento un actuador neumático o hidráulico con instrumentación asociada, vinculado a los lazos de control de la planta y cuya función es liberar o contener fluidos según los requerimientos del proceso, se caracterizan por una apertura o cierre rápido, en este grupo se trabajaran todas las Switch Down Valves (SDV) y/o Blow Down Valves (BDV).



Ilustración 8, Ejemplo de válvula actuada Fuente: Catálogo Bettis.

2.2.3. Válvulas manuales.

Son todas aquellas válvulas dispuestas en la planta cuya función es contener o regular flujo de acuerdo a las condiciones de operación que se necesitan, se actúan por medio de volantes (handwheel) o palancas que son accionadas por una persona, sin instrumentación ni sistemas de control asociados.



Ilustración 9, Ejemplos de válvulas manuales Fuente: Sealing Packing Fitting Valves Catálogo.

2.2.4. Válvulas de control.

Son todas aquellas válvulas manuales accionadas por un actuador neumático o hidráulico con instrumentación asociada y vinculada los lazos de control de la planta cuya función es contener o regular fluidos de acuerdo a señales de variables (nivel, presión, temperatura, caudal, diferenciales de estas variables) obtenidas por sensores de acuerdo a los requerimientos del proceso.



Ilustración 10, Ejemplo de actuador de válvula de control Fuente: KOSO Kent Introl catálogo.

2.3. MANTENIMIENTO

Las siguientes son actividades de mantenimiento que se pueden ejecutar a válvulas para garantizar su integridad y buen funcionamiento, estas varían de acuerdo al tipo de válvula agrupadas anteriormente (ver capítulo 2.2.), una dificultad que se presenta para este numeral es la manera como Ecopetrol decide ejecutar el mantenimiento, como se estableció al inicio de este documento el negocio de Ecopetrol S.A en ningún momento es mantener válvulas por tal motivo con una población tan grande y variada de válvulas es necesario realizar especificaciones detalladas y claras en los contratos a terceros que se lleven a cabo para efectuar las actividades requeridas para mantener la totalidad de los activos.

2.3.1. Mantenimiento preventivo.

Las válvulas que tienen instrumentación asociada requiere que está sea revisada periódicamente, se hacen pruebas funcionales, pruebas de lazos de control, revisión de los diferentes instrumentos.

A los cuerpos y “gearbox” de las válvulas manuales se les engrasa si por diseño cuentan con graseras instaladas, esto para mejorar condiciones de trabajo de sus internos.

A las válvulas de seguridad se le realizan pruebas de funcionamiento en línea (se simula presurización de la línea para garantizar que el set de disparo sea el correcto) se realizan mantenimientos para cambio, reparación e inspección de internos con una frecuencia establecida.

2.3.2. Mantenimiento correctivo.

Son las diferentes actividades que surgen inesperadamente estas pueden ser planeadas o no, generalmente se requieren porque las válvulas no operan correctamente afectando seriamente el proceso y la integridad del proceso.

2.3.3. Mantenimiento predictivo.

Existen numerosas tecnologías como rayos X para evaluar el estado de los internos, termografías, pruebas de ultrasonido incluso medición de vibraciones a las líneas.

2.3.4. Mantenimiento mejorativo.

Son las actividades que se definen para re diseñar y/o cambiar la válvula se dan comúnmente en plantas donde los requerimientos de producción han cambiado de acuerdo a los inicialmente establecidos.

2.4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Actualmente en la planta es mayor el número de necesidades que la posibilidad de atenderlas esto debido al alto costo de cada válvula, los tiempos de entrega y la logística necesaria para realizar las intervenciones como por ejemplo paradas de planta.

Por esa razón se requiere identificar las válvulas más susceptibles para la operación es decir cuya falla ocasionaría mayor impacto en la producción, al medio ambiente, a las personas y las pérdidas económicas.

Algunas herramientas que pueden ayudar a establecer la criticidad son:

2.4.1. Pareto.

Los problemas de calidad se presentan como pérdidas (productos defectuosos y su costo). Es muy importante aclarar el patrón de la distribución de la pérdida. La mayoría de las pérdidas se deberán a unos pocos tipos de defectos, y estos defectos pueden atribuirse a un número muy pequeño de causas. Si se identifican las causas de estos pocos defectos vitales, podremos eliminar casi todas las pérdidas, concentrándonos en esas causas particulares y dejando de lado por el momento otros muchos defectos triviales. El uso del diagrama de Pareto permite solucionar este tipo de problemas con eficiencia.

2.4.2. Abc.

Se usa para clasificar los repuestos de acuerdo a su grado de importancia. Derivada del principio de Wilfredo Pareto, un renacentista del siglo XIX, quien documenta por primera vez el principio de la administración de materiales, que es la base del análisis ABC y cuyo principio manifiesta que pocos factores son la causa de muchos de los efectos.

El principio ABC jerarquiza los repuestos o los insumos, de acuerdo con la cantidad de unidades usadas y con el precio de ellas. El concepto del monto económico que representa el consumo durante un periodo de tiempo es el más importante para definir la categoría de los repuestos e insumos. Se parte de la base del esfuerzo logístico que se le debe prestar a una cantidad pequeña de referencias que mueven un gran volumen y buen porcentaje de los artículos de los inventarios debe ser alto.

2.4.3. Matriz Ram.

Herramienta que estandariza la evaluación de riesgos cualitativa y cuantitativa de los riesgos, facilitando su valoración y clasificación.

Teniendo en cuenta la valoración del riesgo basada la probabilidad de ocurrencia y la consecuencia (impacto a personas, económica, ambiente, imagen de la empresa, clientes).

2.4.4. Criticidad por ASP.

Valoración que se asigna a los equipos se acuerdo así es necesaria o no la Administración de Seguridad de Procesos.

Estos equipos tienen prioridad y mayor rigurosidad en la ejecución de la estrategia de mantenimiento pues tienen impacto catastrófico dentro del proceso por liberación de energías contenidas.

2.5. PASOS PARA CREAR UNA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

Con base en el libro Organización y gestión integral del mantenimiento de Santiago Garcia Garrido, los aspectos relevantes a tener en cuenta al momento de establecer una estrategia de mantenimiento son:

- Realizar el levantamiento de información de equipos existentes en planta.
- Estudiar cada equipo existente, repuestos que requiere, contratos externos necesarios en su ciclo de vida, identificación de aspectos relevantes a tener en cuenta durante la elaboración de presupuesto.

- Identificar las relaciones de dependencia entre los equipos existentes.
- Identificar cada equipo, con una codificación establecida de acuerdo a las necesidades del negocio.
- Definir la manera como se va a mantener cada equipo, se debe establecer el tipo de tarea a ejecutar, teniendo en cuenta la estrategia que se desea implementar es decir si es preventiva, predictiva, correctiva.
- Destinar los recursos de mantenimiento a los equipos más importantes en la empresa, esto se puede lograr por medio de la definición de criticidad en los equipos.
- Documentar y contar con un historial de cada equipo.

A este proceso es importante aplicar el ciclo P-H-V-A, pues una estrategia de mantenimiento es dinámica, debe evolucionar de acuerdo a los intereses del negocio, a la producción al momento del ciclo de vida en el que se encuentre el activo.

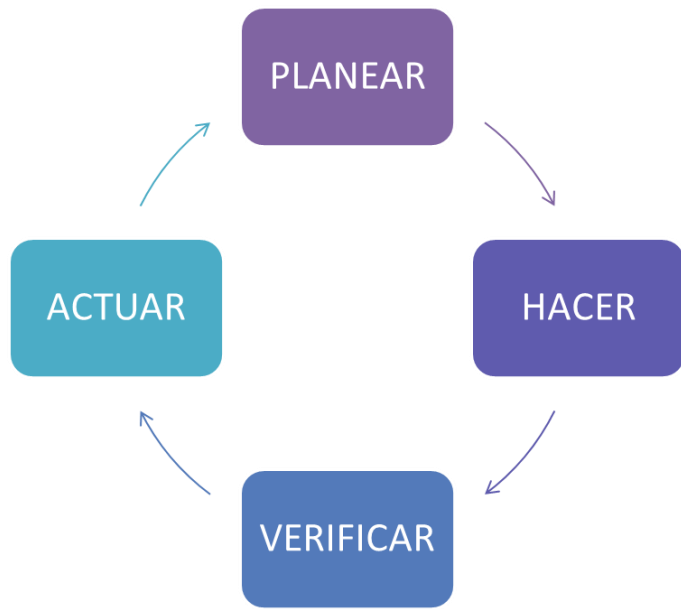


Ilustración 11, Ciclo PHVA Fuente: Autor

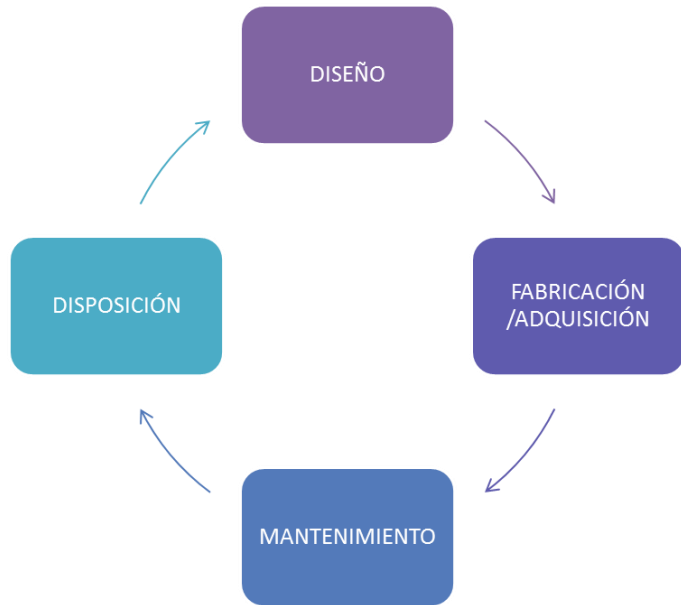


Ilustración 12, Ciclo de vida de un activo Fuente: Autor

Además es aconsejable usar herramientas de gestión de activos como el mantenimiento centrado en confiabilidad, mantenimiento productivo total, las 5S entre otras; que enriquecen los procesos con ambientes laborales adecuados, colaboradores motivados, altos estándares de calidad, lineamientos claros y completos de seguridad.

2.6. METODOLOGIA

Según la RAE (Real academia de la lengua española):

“(Del gr. μέθοδος, método, y -logía).

1. f. Ciencia del método.

2. f. Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal.”

Para esta monografía se define como metodología el paso a paso sugerido para llevar a cabo satisfactoriamente un objetivo propuesto, que en este caso es revisar la estrategia de mantenimiento de válvulas del CPF Cupiagua, todo esto con el fin de tener un proceso documentado, optimizado y enfocado en la gestión de activos en este documento se pretende sugerir un número de consideraciones al momento llevar a cabo un proceso de revisión de estrategia de mantenimiento, no solo se busca ejecutar un PMO (optimización de la estrategia de mantenimiento) sino incluir válvulas que no tienen estrategia.

3. METODOLOGIA SUGERIDA

A continuación se exponen los pasos propuestos para llevar a cabo la revisión de la estrategia de mantenimiento de válvulas en el CPF Cupiagua operado actualmente por Ecopetrol S.A (Ver ilustración 12). Se recomienda que después de llevar a cabo la aplicación de los siguientes pasos se realice un proceso de revisión y optimización de tareas pues luego de estar ejecutado se pueden mejorar en aspectos como tiempo y logística, además el autor es un ferviente creyente de los beneficios que proporciona la aplicación de metodologías como las 9S, el mantenimiento productivo total y la fusión que debe existir entre operaciones y el departamento de mantenimiento en pro de conseguir los objetivos establecidos.

3.1. ESTRATEGIA ACTUAL

Basados en la clasificación que se estableció en este documento, en el CPF de Cupiagua se maneja actualmente las siguientes tareas de mantenimiento:

Válvulas manuales: Mantenimiento correctivo, solo se interviene la válvula cuando falla.

Válvulas de control: Cuentan con rutinas de inspección los lazos de control de la válvula la frecuencia de estos depende de la intervención al equipo costeable al que se encuentren asociadas (turbinas, bombas, compresores, tanques, vasijas); la parte mecánica de la válvula se maneja con mantenimientos correctivos, es decir, solo se interviene cuando algún repuesto falla.

Válvulas actuadas: La estrategia que se cuenta es igual a la de las válvulas de control.

Válvulas de seguridad: Tienen como estrategia mantenimientos preventivos como pruebas funcionales e inspección y/o cambio de internos, la frecuencia es semestral, anual y pentanual.

3.2. DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN EXISTENTE

Es necesario establecer la población total de válvulas existentes en el CPF, para ello se recurre a el sistema de información manejado por Ecopetrol para la gestión de sus activos, verificar que la información cargada al sistema coincide con lo instalado en campo y lo documentado en P&ID.

Si el equipo de trabajo considera que la información de Elipse no es consecuente con lo existente en campo, es necesario crear una cuadrilla de levantamiento de información para ello se requiere marcar en P&ID y en campo las válvulas identificadas para establecer su ubicación y taxonomía, tomar datos de placa, información para facilitar la planeación de los trabajos e iniciar un proceso de actualización de información en el sistema.

Además se puede agrupar las válvulas de acuerdo a características generales que agilicen el proceso más adelante.

Toda la información recolectada durante esta campaña debe ser cargada al sistema de información, el registro fotográfico de las válvulas será de gran ayuda en especial cuando la identificación del activo se realiza según su ubicación y no por ítem, esto puede generar confusión y se requiere tener una estricta documentación de las actividades realizadas sobre las válvulas pues es posible que una misma válvula sea instalada en diferentes ubicaciones en la planta las válvulas menores a una pulgada deben manejarse como repuesto y no como equipo, las otras deben ser componentes que es la identificación con el serial y el equipo que es la ubicación espacial.

3.3. HISTORICO DE FALLAS

Es necesario revisar en el sistema de información el histórico de fallas, identificar las más comunes, las potenciales y de mayor impacto también es válido consultar con personal experto o proveedores las fallas a tener en cuenta según el proceso y el punto del ciclo de vida de los activos esto con el fin de generar una estrategia de mantenimiento más acertada a las necesidades de la planta estas fallas generalmente se codifican, en válvulas no es muy amplio el panorama de fallas generalmente se presentan fallas en las instrumentación y control, pase de fluido, fuga de fluido, dificultad para operar la válvula su apertura o cierre puede ser parcial o nulo de acuerdo a los requerimientos del proceso, será muy positivo si también se adelantan trabajos y documenta la identificación de modos de falla.

3.4. REVISIÓN ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

Revisar y actualizar la estrategia de mantenimiento existente en Elipse, antes de esto es necesario buscar procedimiento o documentos donde se halla registrado los criterios bajo los cuales se estableció la estrategia cargada al sistema a la fecha generalmente debe haber un FMECA, si no están disponibles se debe intentar descifrar si la estrategia se realizó de acuerdo a agrupaciones de válvulas según sus características técnicas, de ubicación en la planta, procesos entre otros.

Elipse define las tareas de mantenimiento como rutinas bajo 3 jerarquías:

MST: “Master Estándar Task” Es el nombre asignado a la rutina general a ella se le asocian las fechas de disparo, frecuencias y requerimientos del mantenimiento (parada general o no)

SJ: Es el estándar de trabajo donde se especifica el equipo a intervenir.

TASK: Son las tareas específicas a ejecutar durante el mantenimiento a ellas se asocian las horas hombres requeridas, repuestos, consumibles entre otros.

Estos aspectos deben ser completados solo en caso de mantenimiento preventivo o predictivos, para el caso del mantenimiento correctivo se esperará a que la válvula falle para ello se debe definir si se contará con un ítem en bodega.

Cabe resaltar que para la creación de una MST, SJ y/o TASK es necesario definir el alcance de las tareas y que estas sean específicas al momento del disparo, por ejemplo no es lo mismo que una tarea (TASK) diga: revisar instrumentación a que sugiera específicamente validar continuidad en sensor, switch entre otros, para esto se debe definir a qué nivel de complejidad se desea llegar durante el trabajo pues la actividad puede ser tan estandarizada y sencilla como tediosa y de detallada se elija.

Es necesario tener en cuenta:

- Pruebas de lazo de control para la instrumentación asociada.
- Pruebas en línea de disparo para válvulas actuadas y de seguridad.
- Engrase de componentes.
- Inspección, reparación y/o cambio de internos.
- Calibración de instrumentación y set de disparo.
- Tecnologías de predicción como radiografías, ultrasonido, vibración estructural.

3.5. DEFINICIÓN DE CRITICIDAD

Con el levantamiento de información se debe actualizar la definición de criticidad por matriz RAM y por ASP de acuerdo a las políticas de Ecopetrol S.A, como el

número de válvulas instalado es necesario establecer una criticidad para iniciar la atención de las prioridades esto puede ser de acuerdo a:

- Características técnicas: Por ejemplo las válvulas de diámetros menores a 1" tendrán una criticidad baja y se establecerá un inventario mínimo disponible.
- Impacto en la operación: Qué tanto se deja de producir o que equipos afecta si la válvula falla.
- Seguridad de procesos: Depende del fluido y la presión que maneja y las consecuencias de la falla que la válvula presente.
- Tiempos de entrega: Existen válvulas con entrega inmediata otras toman 52 semanas o más para ser despachadas de fábrica.
- Costos de la válvula: Precio del ítem nuevo, costos de envío, precio de repuestos.
- Logística: Se requiere parada general o un aislamiento sencillo, drenaje de tuberías, equipos especiales (grúas, camión grúa), herramientas especiales, procesos especiales (soldadura), acompañamiento de personal especializado, bancos de pruebas.

Con toda esta información que deber ser capturada al momento de levantamiento de información (Ver numeral 3.1) se puede crear un algoritmo para calificar una criticidad paralela y priorizar la atención.

Otro punto a tener en cuenta es que mantenimiento y operaciones deben trabajar de la mano, son aliados pues tienen un punto de unión y es el activo por tal motivo se debe realizar una reunión con operaciones donde se identifique las prioridades o mayores molestias para los operadores, esa información recolectada debe ser el punto de partida mientras se adelantan los demás procesos.

3.6. REVISION DEL ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO

Es necesario llevar a cabo una evaluación de la organización del departamento de mantenimiento muchas veces se deja las válvulas en segundo plano olvidando que juegan un papel crítico en la seguridad de procesos, integridad de la planta, del personal y medio ambiente.

Es común encontrar que válvulas es atendido simultáneamente por integridad, mecánica e instrumentación de acuerdo al componente que falle es importante evaluar si ese modelo de trabajo es el adecuado o funciona mejor la creación de un equipo especializado en válvulas cuyo objetivo sea exclusivamente la atención de estos activos, esto debe ser considerado cuando:

- El número de fallas se eleva.
- Se generan re-procesos en los mantenimientos.
- Cuando existe acumulación de trabajos sin ejecutar referentes a válvulas es normal que el departamento de mecánica de prioridad a la atención de bombas, turbinas o compresores.

Además es conveniente realizar una revisión del proceso es decir evaluar el manejo que se da por parte del operador cuando realiza un hallazgo, identifica una condición sub estándar o falla en la válvula si se generan ordenes de trabajo en el sistema o se realizan pactos verbales con el supervisor de mantenimiento (lo que no está en el sistema, no existe), si realmente se está reportando, si se esta

documentando adecuadamente o se asocia la tarea de mantenimiento a la actividad realizada sobre otro equipo.

3.7. ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO

Durante todo el proceso se pueden realizar campañas de mantenimiento que ayuden a minimizar el monto de fallas y a atacar las necesidades identificadas durante el análisis de fallas, por ejemplo:

- Realizar engrase a válvulas manuales con graseras puede ayudar a disminuir o eliminar pase de fluido en la válvula, además de proteger los componentes internos de está extendiendo su vida.
- Realizar campaña de cambio de internos (“o’rings”, sellos, asientos, “plug”) a válvulas de seguridad, las PSV’s, y válvulas de vacío son actores principales en el aseguramiento de procesos por tal motivo es obligatorio garantizar su buen funcionamiento, calibración y estado óptimo de componentes internos.
- Realizar engrase a “gearbox” de válvulas manuales, con esto se evita el ingreso de humedad y se reduce el contacto metal metal entre engranajes del “gearbox” lo cual puede mejorar la operación de las válvulas y proteger los activos.
- Cuando son actuadores neumáticos o hidráulicos se pueden adicionar dispositivos que eviten el ingreso de humedad especialmente en el aire que acciona los neumáticos esto preservará los componentes internos.

3.8. LISTADOS DE PARTES

Los sistemas de información permiten cargar por equipos los listados de partes para así lograr una identificación oportuna de los repuestos requeridos al momento de ejecutar un mantenimiento esta información pocas veces está disponible pero cuando se cuenta permite realizar el trabajo ágilmente un inconveniente es que los proveedores cambian los número de parte con los cuales se identifican los repuestos al momento de comprarlos, además generalmente la codificación de las válvulas se dá según la ubicación y no según el activo luego en una misma ubicación pueden instalarse válvulas que cumplan su objetivo con diferentes diseños y fabricantes.

3.9. PROVEEDORES

Es inicia un proceso de contacto con proveedores para cotizar repuestos identificados en numerales anteriores, se recomienda tener en cuenta que para reparar una válvula es necesario tener una en bodega para reemplazar luego las cotizaciones deben ser de válvulas completas y repuestos.

Es posible crear una matriz de repuestos pues a veces un ítem aplica para varias válvulas está debe ser en creación conjunta con el proveedor.

En este punto de la revisión se encontraran válvulas obsoletas y fabricantes que ya no existen luego se debe especificar nuevamente la válvula lo cual debe ser un trabajo conjunto con proyectos o ingeniería y se deben realizar formatos de manejo de cambio.

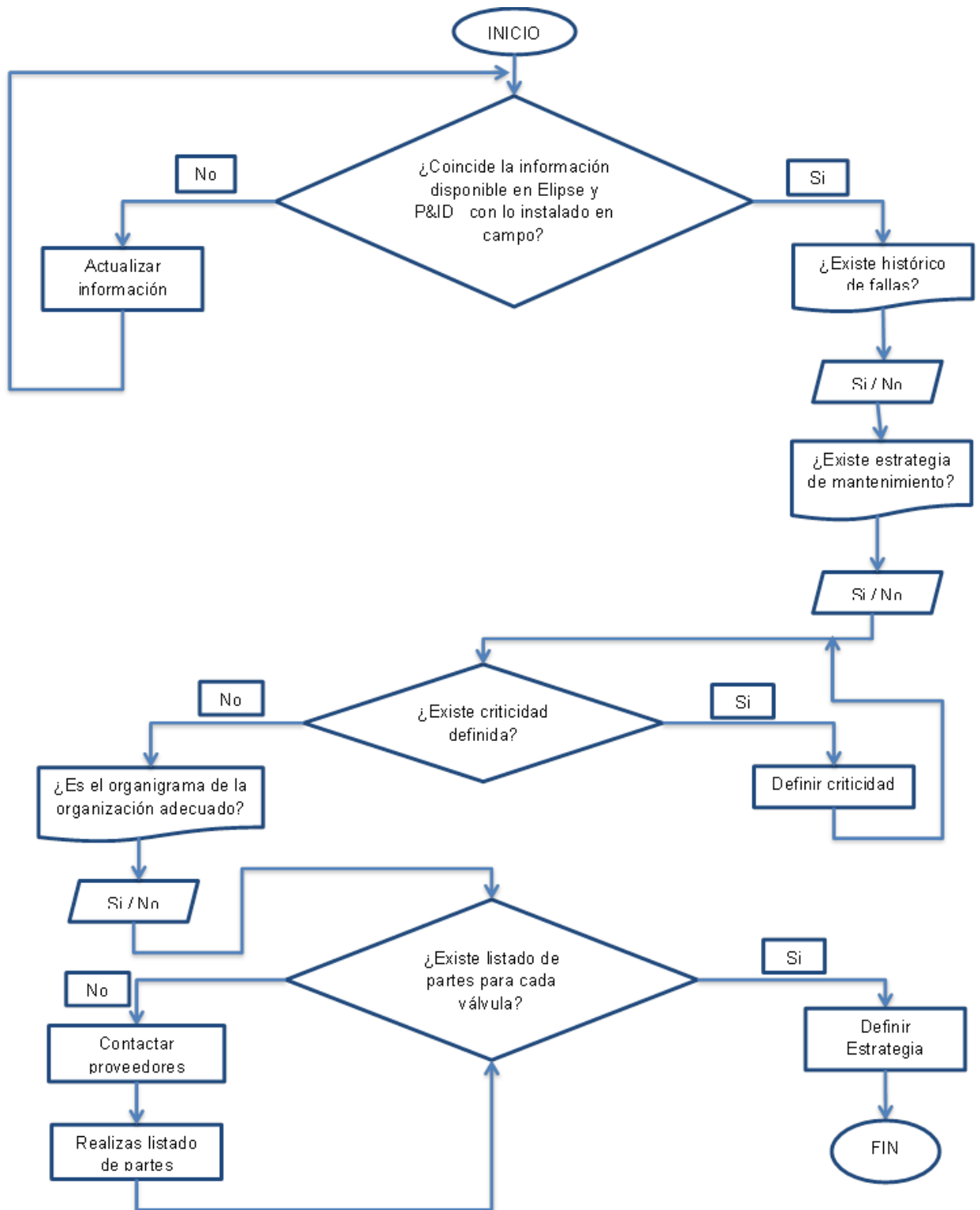


Ilustración 13, Diagrama de proceso estrategia de mantenimiento

4. CONSIDERACIONES IMPORTANTES PARA LA REVISIÓN DE LA ESTRATEGIA

A continuación se nombran algunas consideraciones referentes a logística que se deben tener en cuenta al momento de plantear el proyecto para revisar la estrategia de mantenimiento de válvulas en el CPF Cupiagua.

4.1. RECURSO HUMANO

Se requiere personal capacitado y con experiencia en ejecución de mantenimiento a instrumentación de válvulas, reparación de válvulas manuales, levantamiento de información técnica en campo, identificación de repuestos, elaboración de estrategia de mantenimiento, manejo del sistema de Elipse para modificación y/o creación de hojas de equipo, estrategia de mantenimiento, listados de repuestos.

4.2. TRANSPORTE

Las válvulas asociadas al CPF no son solo las que se encuentran en la planta de producción, también se refiere a las válvulas existentes en:

- Pozos productores.
- Pozos reinyectores de gas.
- Líneas de flujo.
- Facilidades.

Para ello se debe tener en consideración disponibilidad de camionetas para acceder a las locaciones y tiempos de desplazamiento.

4.3. HERRAMIENTAS

Durante la ejecución del mantenimiento se necesitan algunos equipos especiales como:

- Grúas de diferentes capacidades.
- Camión grúa.
- Inyectores de grasa.
- Bancos de prueba.

Esto sin contar con los equipos especiales en el caso de mantenimientos predictivos anteriormente mencionado.

4.4. CONSUMIBLES

Se debe tener en cuenta la consecución y especificación adecuada de:

- Grasas.
- Sellantes.
- Nitrógeno para pruebas.
- Empaquetaduras.
- Silicona.
- Pintura con especificaciones necesarias para preservación de válvulas.

5. CONCLUSIONES

- El proceso de diseño y construcción de una planta tiene alta incidencia en la etapa de mantenimiento de esta, una de las dificultades más relevantes dentro de la creación de la metodología es la variedad de especificaciones, fabricantes y modelos de válvulas; es posible que una justificación para esto sea la reducción de costos en la etapa inicial del proyecto, pero valdría la pena realizar a futuro cuanto recurso se va a invertir en contacto con proveedores para consecución de repuestos, mantenimiento mejorativo, sostenimiento de una bodega en la cual se requieren diferentes fabricantes de válvulas con especificaciones similares.
- Cuando se realiza la revisión de una estrategia de mantenimiento y para ella se determina la inclusión de nuevas tareas a ejecutar es conveniente tener precaución con el número de horas hombre, consumibles y logística que se incrementará en el sistema de información ya que será necesario para el cumplimiento de la nueva estrategia, se debe modificar el presupuesto para el año siguiente o a partir de la fecha de disparo de las actividades.
- En las entidades grandes y con procesos tan importantes para el país, es elevado el número de colaboradores que se tiene aportando al proceso y es normal que existan trabajos previos realizados en este caso referentes a válvulas la mayoría de veces aportando significativamente en temática necesaria para la elaboración del proyecto como evaluaciones de criticidad, levantamiento de datos, contacto con proveedores todo, para ellos es recomendable contar procesos actualizados y efectivos de registro de documentación, manejo de información, canales de comunicación.

- Las válvulas son activos que tienden a quedar relegados ya que no manejan altas velocidades de rotación, ni generan ruido o emisiones a la atmosfera, olvidamos que sus riesgos son silenciosos, las altas presiones que manejan y la importancia de regular o contener un fluido dentro de un proceso puede marcar la diferencia en un accidente catastrófico, es necesario realizar un análisis de costo beneficio y establecer rutinas de mantenimiento predictivo y preventivo a estos actores fundamentales en la operación de cualquier planta.
- Los sistemas de información son herramientas muy útiles en la gestión de activos pues con ella se captura el historial de cada equipo, permitiendo realizar tendencias de los comportamientos, fallas, intervenciones, requerimientos a lo largo del ciclo de vida de en este caso de las válvulas es importante ser riguroso con la documentación, la veracidad de la información que se carga y sobre todo evitar crear bases de datos alternas ya sea por Access, Excel entro otros pues esto solo restringe la información y limita el trabajo.

BIBLIOGRAFIA

ICONTEC. Guía Técnica Colombiana: Seguridad de Funcionamiento y Calidad de Servicio. Mantenimiento. Terminología. GTC 62 – 1999-03-17. Bogotá, 1999. P.8, 10-13.

Portal Ecopetrol [ONLINE]. Acerca de Ecopetrol. Available from Internet: <http://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/nuestra-empresa/quienes-somos/acerca-de-ecopetrol>. 2015.

Portal Stork [ONLINE]. About us. Available from Internet: <http://www.stork.com/en/about-us/who-we-are/our-history>. 2015.

KUME, Hitoshi. Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad. Bogotá: Editorial Norma, 2002. P.19-20.

MORA GUTIERREZ, Luis Alberto. Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control. Mexico: Alfaomega, 2009. P.362.

ECOPETROL S.A. Instructivo para la Identificación y Jerarquización de Malos Actores, ECP-GCM-I-00. 2006.P1.

GARCIA GARRIDO, Santiago. Organización y Gestión Integral del Mantenimiento.
España: Ediciones Diaz de Santos, 2004. P.7-8,13,24.