

DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DE PMO PARA LOS
EQUIPOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE SUMINISTRO DE GAS COMBUSTIBLE
MEDIANTE GNC QUE COMPRENDE LAS UNIDADES DESCOMPRESORAS DE
GAS VIRTUAL (RCU) PARA LAS PLANTAS DE CRUDO Y GAS DE LA
COMPAÑÍA PAREX RESOURCES LTD.

GENTIL LEONARDO VIDAL PERDOMO
JAVIER SAUL PARADA ESGUERRA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2020

DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DE PMO PARA LOS EQUIPOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE SUMINISTRO DE GAS COMBUSTIBLE MEDIANTE GNC QUE COMPRENDE LAS UNIDADES DESCOMPRESORAS DE GAS VIRTUAL (RCU) PARA LAS PLANTAS DE CRUDO Y GAS DE LA COMPAÑÍA PAREX RESOURCES LTD.

GENTIL LEONARDO VIDAL PERDOMO
JAVIER SAUL PARADA ESGUERRA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
GERENCIA DE MANTENIMIENTO

DIRECTOR: MAURICIO AGUILAR LEÓN
**INGENIERO MECÁNICO ESPECIALISTA EN GERENCIA DE
MANTENIMIENTO**

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2020

2

DEDICATORIA

A mi Padre Celestial, Dios todo Poderoso, porque en Él todo lo puedo.

A mi familia, mi esposa y mis hijos que me brindaron todo el apoyo, gracias por su tiempo.

A mi hermano que cada día hace que me esfuerce por ser mejor en todos los ámbitos de mi vida.

Y por último a todas las personas que han creído en mis capacidades, por su apoyo gracias mil.

Gentil Vidal

AGRADECIMIENTOS

*Al grupo de docentes de la especialización por compartir sus conocimientos,
experiencias.*

*Al ingeniero Mauricio Aguilar León, por brindarnos toda su colaboración y
disposición como director de este proyecto.*

*A Saul por el desarrollo de esas jornadas de evaluación en pos de mejorar las
condiciones de las unidades.*

*A Parex por su apoyo y confianza que depositaron en la administración de
todos sus activos.*

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1 PAREX RESOURCES	19
1.1 RESEÑA HISTORICA.....	19
2 DESCRIPCION PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL	19
2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	19
2.2 OBJETIVOS.....	24
2.2.1 OBJETIVO GENERAL	24
2.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	25
2.3 JUSTIFICACION DE LA SOLUCION.....	26
3 MARCO TEORICO	29
3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO RCU	29
3.2 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD RCM	30
3.2.1 BENEFICIOS RCM	31
3.2.2 CICLO DE TRABAJO RCM.....	32
3.2.3 GRUPO DE TRABAJO RCM	34
3.3 OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO - PMO.....	35

3.3.1	BENEFICIOS PMO	37
3.4	POR QUÉ APLICAR PMO Y NO RCM.	38
3.5	RCU PAREX RESOURCES	41
4	CONCEPTUALIZACION PMO	47
4.1	PROCESO PMO	48
4.1.1	PASO UNO PMO	48
4.1.2	PASO DOS PMO	48
4.1.3	PASO TRES PMO.....	49
4.1.4	PASO CUATRO PMO (OPCIONAL)	50
4.1.5	PASO CINCO PMO.....	51
4.1.6	PASO SEIS PMO	53
4.1.7	PASO SIETE PMO.....	55
4.1.8	PASO OCHO PMO	55
4.1.9	PASO NUEVE PMO.....	55
4.2	DESCRIPCION PARTES RCU	56
4.2.1	TABLERO DE CONTROL.....	56
4.2.2	UNIDADES DE REDUCCIÓN DE PRESIÓN	57
4.2.3	MESA DE DESCOMPRESIÓN	59
4.2.4	UNIDAD FILTRANTE.....	60
4.2.5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	61

4.2.6 SISTEMA DE EMERGENCIA	67
4.2.7 UNIDAD COMPRESORA DE AIRE	70
5 DESARROLLO PLAN MEJORADO DE MANTENIMIENTO	71
5.1 RECOPIACION DE LA INFORMACIÓN	72
5.1.1 REGISTRO DE TAREAS ACTUALES	73
5.1.2 INCLUSIÓN DE TAREAS DE MANTENIMIENTO SEGÚN FABRICANTE ...	74
5.2 ANALISIS MODO DE FALLA DE CADA TAREA	76
5.3 RACIONALIZACION DE LOS MODOS DE FALLA.....	77
5.4 EVALUACION DE LAS CONSECUENCIAS	79
5.5 DEFINICION DE LA POLITICA DE MANTENIMIENTO.....	80
5.6 PROPUESTA.....	82
5.6.1 INSTRUCTIVO Y PROCEDIMIENTO:	85
5.6.2 MATERIALES	85
5.7 APROBACIÓN DEL NUEVO PLAN DE MANTENIMIENTO.	87
5.8 ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN	87
6 HACIA EL CAMINO DE LA OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DE REDUCCIÓN Y CONTROL DE PRESIÓN DE GAS RCUS	90
6.1 PROCESO DE OPTIMIZACIÓN DEL PM.....	90
6.2 NUEVA POLÍTICA AL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	93

CONCLUSIONES96

BIBLIOGRAFIA.....99

ANEXOS.....101

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.Diferencias entre PMO Y RCM.	40
Tabla 2.Alistamiento de Tareas según el plan de Mantenimiento Actual	74
Tabla 3.Adición de Tareas según Recomendaciones del Fabricante al plan de Mantenimiento.	75
Tabla 4.Adición de Tareas según Recomendaciones del Fabricante al plan de Mantenimiento actual menos actividades que no deben estar en el Plan como tareas, pero si consignadas en el procedimiento del mantenimiento.....	76
Tabla 5.Evaluación a qué modo de falla puede ayudar a prevenir o mitigar cada una de las tareas del plan de mantenimiento.	77
Tabla 6.Desarrollo Análisis Racionalización Modo de Falla (Ejemplo)	79
Tabla 7.Tabla No 6 Evaluación del Tipo MDF, Ocultas o Evidentes y su Consecuencia.	80
Tabla 8. Definición de Tareas Nuevas, Frecuencia, Tiempo estimado para ejecutar la labor y Nuevo responsable	82
Tabla 9.Eventos de Falla en las Unidades de Reducción y Control de Presión de Gas	83
Tabla 10.Optimización del plan de mantenimiento con inclusión de Sugerencias v según evaluación Análisis de Falla.	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.Diagrama de Proceso tomado de pantalla HMI de la Unidad RCU.	20
Figura 2.Patrones de falla encontrados por Nowlan y Heap 1978.....	22
Figura 3.Vista Frontal RCU.....	23
Figura 4.Vista Posterior RCU	24
Figura 5.Balanceo Hidráulico de los Impulsores.....	27
Figura 6.Diagrama simplificado de estación de descompresión.....	29
Figura 7.Grupo de Trabajo RCM	35
Figura 8.Metodología PMO-RCM Enfoque y Resultados.....	41
Figura 9.matriz calificación de criticidad equipos.....	42
Figura 10.Evaluacion criticidad de equipos	42
Figura 11.Reporte de Fallas RCU Kona – Muestra de 120 días.....	43
Figura 12.Evaluación Confiabilidad RCU Kona, Según Weibull, muestra 120 días.....	43
Figura 13.Evolución del Mantenimiento.....	44
Figura 14.Matriz de Excelencia de Mantenimiento	45
Figura 15.Fuentes del Mantenimiento Preventivo	47
Figura 16.Recopilación de Tareas	48
Figura 17. Análisis de Modos de Falla.....	49
Figura 18.Análisis y Adición FMA	50

Figura 19. Pérdida de Funciones por FMA	50
Figura 20. Evaluación FMA, (Oculto o Evidente)	51
Figura 21. Fallas Ocultas y Evidentes	51
Figura 22. Enfoque en las tareas Predictivas Básicas y Especializadas	52
Figura 23. Intervalo de tareas Preventivas.	53
Figura 24. Figura 22. Definición de Política de Mantenimiento.....	53
Figura 25. Definición de Política de Mantenimiento.....	54
Figura 26. Selección de tareas según el tipo de Fallas	54
Figura 27. Programa Dinámico.....	56
Figura 28. Tablero de control RCU	57
Figura 29. Válvula de Regulación RHPS	58
Figura 30. Mesa de Descompresión	59
Figura 31. Filtro de Entrada de la RCU 1500.....	60
Figura 32. Filtro de Salida de la RCU 1500	61
Figura 33. Diagrama de la unidad de calentamiento	62
Figura 34. Caldera Ferroli	63
Figura 35. Quemado Gas	64
Figura 36. Bomba Rowa 12/1	65
Figura 37. Bomba Rowa 10/2	65
Figura 38. Vaso de Expansión.....	66

Figura 39.Acumulador - 1000 Litros.....	67
Figura 40.Puntos de Venteo RCU 1500	69
Figura 41.Puntos de Venteo RCU 1500	69
Figura 42.Sistema de compresores de aire RCU 1500	70
Figura 43.Diagrama Optimización de Tareas	81
Figura 44.Distribución de Eventos	83
Figura 45.Regulador de Presión RHPS	86
Figura 46Confiabilidad Operacional – Gestión de Activos.....	88
Figura 47.esentación gráfica de la evaluación de tareas PM Inicial	91
Figura 48.Representación gráfica de la evaluación de tareas PM Inicial + Tareas del Fabricante.....	92
Figura 49.Representación gráfica de las tareas tras aplicación de la nueva política	93
Figura 50.Agrupación por Frecuencia de las Tareas de Mantenimiento después del PMO.....	95

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Tareas de los planes de mantenimiento actual.....	102
ANEXO B. Manual RCU 1500	105
ANEXO C. Tareas Actuales Mas Adición de Tareas Según Fabricante	106
ANEXO D. Tareas Actuales + Adición de Tareas Según Fabricante - Acta. Paso A Paso	111
ANEXO E. Evaluación Modos de Falla a Tareas del Plan de Mantenimiento .	114
ANEXO F. Agrupación de Tareas según Modos de Falla.....	116
ANEXO G. Evaluación Tipo de Falla, Evidente - Oculta y Consecuencias.....	118
ANEXO H. Definición de la Nueva política de Mantenimiento	120
ANEXO I. Optimización del Plan de Mantenimiento.	121
ANEXO J. Árbol de decisión de optimización de tareas.	122
ANEXO K. Reguladores de Presión	123

GLOSARIO

Facilidades: Campos de Producción Petrolera – Crudo y Gas.

RCUs: Unidad de Reducción y Control de Presión.

DownThrust: Empuje Hidráulico Descendente.

Gas Virtual: Un sistema virtual de gas natural es un gasoducto virtual de distribución de GNC este es un conjunto de tracto camiones transportando gas comprimido a 3600psi.

Sistema de Levantamiento: Conjunto de Bomba y Motor.

PMO: Optimización del Mantenimiento Planeado

TBM: Mantenimiento Periódico o Basado en Tiempo.

RESUMEN

TITULO:

DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DE PMO PARA LOS EQUIPOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE SUMINISTRO DE GAS COMBUSTIBLE MEDIANTE GNC QUE COMPRENDE LAS UNIDADES DESCOMPRESORAS DE GAS VIRTUAL (RCU) PARA LAS PLANTAS DE CRUDO Y GAS DE LA COMPAÑÍA PAREX RESOURCES LTD.

AUTORES:

GENTIL LEONARDO VIDAL PERDOMO
JAVIER SAUL PARADA ESGUERRA

PALABRAS CLAVE:

SUBESTACIÓN FACILIDADES, RCUS, DOWNTHRUST , GAS VIRTUAL , SISTEMA DE LEVANTAMIENTO , PMO , TBM.

CONTENIDO:

Esta monografía muestra el desarrollo de un modelo de mantenimiento basado en PMO para las estaciones de compresión de gas natural las cuales en los campos de Parex hacen parte fundamental de la generación de energía para la producción activa de los pozos petroleros, se realizó como respuesta a la necesidad de minimizar los impactos en la producción causados por la indisponibilidad de dichas estaciones, y con el objetivo optimizar el plan de mantenimiento actual del sistema,

Este desarrollo está soportado por la información técnica de los equipos, historial de fallas, plan de mantenimiento actual y el conocimiento y experiencia del personal que opera y mantiene a los mismos. Soporte fundamental en cada una de las etapas de la aplicación de la metodología, principalmente durante la identificación de los modos de falla y efectos de los mismos. Para optimización del plan de mantenimiento se eliminarán tareas repetitivas sin fundamentación y/o irrelevantes, se modificarán los tiempos de estas tareas, se agruparon algunas tareas y así mismo se incluirán tareas fundamentales para lograr el objetivo

El resultado debe estar acompañado de un compromiso en la ejecución de las tareas resultantes del PMO y un seguimiento constante por parte del personal de mantenimiento, buscando oportunidades de mejora en el plan de mantenimiento que resulte en este documento.

*Monografía de grado

**Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.
Director: MAURICIO AGUILAR LEÓN

ABSTRACT

TITLE:

DESIGN AND PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF A MAINTENANCE PLAN BASED ON THE PMO METHODOLOGY FOR THE EQUIPMENT ASSOCIATED WITH THE CNG COMBUSTIBLE GAS SUPPLY SYSTEM THAT INCLUDES THE VIRTUAL GAS DECOMPRESSOR UNITS (RCU OF GAS PLANTS) COMPANY PAREX RESOURCES LTD

AUTHOR:

GENTIL LEONARDO VIDAL PERDOMO
JAVIER SAUL PARADA ESGUERRA

KEYWORDS:

SUBSTATION FACILITIES, RCUS, DOWNTHRUST, VIRTUAL GAS, LIFTING SYSTEM, PMO, TBM.

CONTENTS:

This monograph shows the development of a maintenance model based on PMO for natural gas compression stations, which in the Parex fields are a fundamental part of energy generation for the active production of oil wells, it was carried out in response to the need to minimize the impacts on production caused by the unavailability of said stations, and with the aim of optimizing the current maintenance plan of the system,

This development is supported by the technical information of the equipment, failure history, current maintenance plan and the knowledge and experience of the personnel that operates and maintains them. Fundamental support in each of the stages of the application of the methodology, mainly during the identification of failure modes and their effects. To optimize the maintenance plan, repetitive tasks without foundation and / or irrelevant will be eliminated, the times of these tasks will be modified, some tasks will be grouped and also fundamental tasks will be included to achieve the objective

The result must be accompanied by a commitment in the execution of the tasks resulting from the PMO and constant monitoring by the maintenance personnel, looking for opportunities for improvement in the maintenance plan that results in this document.

*Monograph

**Physical – Mechanical Faculty. Maintenance Management Specialization. Director David MAURICIO AGUILAR LEÓN

INTRODUCCIÓN

En la industria de petróleo y gas en los últimos años se ha visto inmerso en distintas situaciones económicas afectando negativamente toda la cadena que compone el sector petrolero desde la exploración hasta su refinación y distribución final, como consecuencia se hace indispensable el recorte en distintas áreas de la empresa siendo una de las primeras el departamento de mantenimiento y poniendo como reto la optimización de los recursos al máximo posible garantizando siempre el cumplimiento las metas aumentando las disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

En toda industria el departamento de mantenimiento siempre tiene una imagen negativa por la generación de altos costos y el impacto que tiene en la producción por lo que siempre es visto como un gasto no productivo, por tal motivo debe adoptar estrategia que lo lleven a ser eficientes por tal motivo para empresas que se encuentran consolidadas y que han venido implementando un plan de mantenimiento preventivo durante un lapso de tiempo considerable la aplicación de un PMO es una alternativa altamente viable siendo esta una de las razones principales por las que se decidió la implantación de PMO en las RCU's de Parex. Un mantenimiento que se ha venido aplicando de desde años atrás y que nunca se ha modificado sin importar la razón siempre es la base de partida puesto que

en todos estos años se han venido recolectando una base de datos solida de historial de fallas y datos operacionales; con las nuevas técnicas de mantenimiento y un repaso a toda la información anterior se puede asegurar que realizando el PMO se asegura el valor agregado a la gestión de mantenimiento. Luis amendola nos dice en su artículo Balanced Scorecard en la gestión de mantenimiento¹ “lleva a la constante búsqueda y aplicación de nuevas y más eficientes técnicas y practicas gerenciales de planificación y medición del desempeño del negocio” donde podemos inferir que la preocupación actual del mantenimiento no solo se basa en buscar más confiabilidad y disponibilidad de los equipos sino también las constante búsqueda de buenas prácticas gerenciales que ayuden al cumplimiento de todo el objetivo de la empresa y enfocándola todos los recursos disponibles a actividades que dan valor a la empresa.

¹ AMENDOLA Luis, Balanced Scorecard en la gestión de mantenimiento,2012

1 PAREX RESOURCES

1.1 RESEÑA HISTORICA

Empresa de origen canadiense que en 2009 incursiona el sector petrolero principalmente en exploración, producción y comercialización en Colombia, su operación se centra Casanare, Arauca, valle y magdalena.

Durante los años de operación de parex en Colombia llego a lograr una producción diaria de 50 mil barriles consolidándose como la tercera productora más grande del país, permitiéndoles así al día de un hoy pasar de ser una empresa de 100 millones de dólares a una de 2.500 millones.

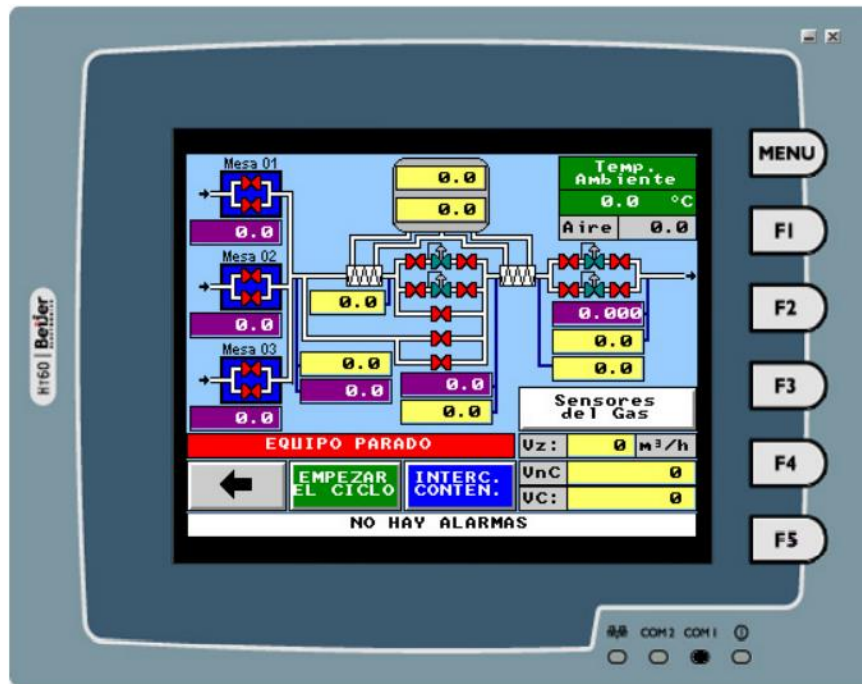
2 DESCRIPCION PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL

2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Para el desarrollo de sus actividades de producción, una de las estrategias de la compañía para generar energía (eléctrica) es contar con sistemas de compresión de gas natural en algunas de sus plantas, ubicadas en San Jose de Buduy – Aguazul Casanare llamada la Casona, Villanueva – Tauramena en Casanare llamada Planta de Gas y la otra ubicada en el municipio de Tame Arauca llamada Capachos, ese gas comprimido a 3600psi (Gas Natural Comprimido - GNC) en esas estaciones, es transportado hacia las facilidades de producción para luego ser descomprimido a 80psi.

La presente monografía se centrará en la Optimización del Plan de Mantenimiento PMO en las unidades de descompresión de gas “RCUs” ubicadas en las facilidades de producción, cuya función es entregar un flujo volumétrico de gas combustible a una presión determinada a moto generadores quienes son los encargados de convertir ese gas a energía eléctrica.

Figura 1. Diagrama de Proceso tomado de pantalla HMI de la Unidad RCU.



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500, NeoGas del Brasil S.A.

Cuando las unidades de descompresión “RCUs” fallan, se cae el suministro de gas combustible hacia los moto generadores, interrumpiendo el fluido eléctrico que va hasta los equipos de superficie de los pozos y la planta en general, ocasionando pérdidas de producción, perdidas de pozos productores que se traducen en caída

del potencial de producción de la compañía. Es por esto por lo que las unidades mencionadas, se convierten en un equipo crítico en el cual centrará la atención de la monografía.

La compañía cuenta con un departamento de mantenimiento, cuyas actividades o “estrategias” se centran en:

1.- Mantenimientos preventivos que consisten en reparaciones mayores, cambios y recambios de componentes a frecuencias definidas. TBM

2.- Mantenimientos correctivos no programados que consisten en realizar recambios de piezas por fallas presentadas en los equipos.

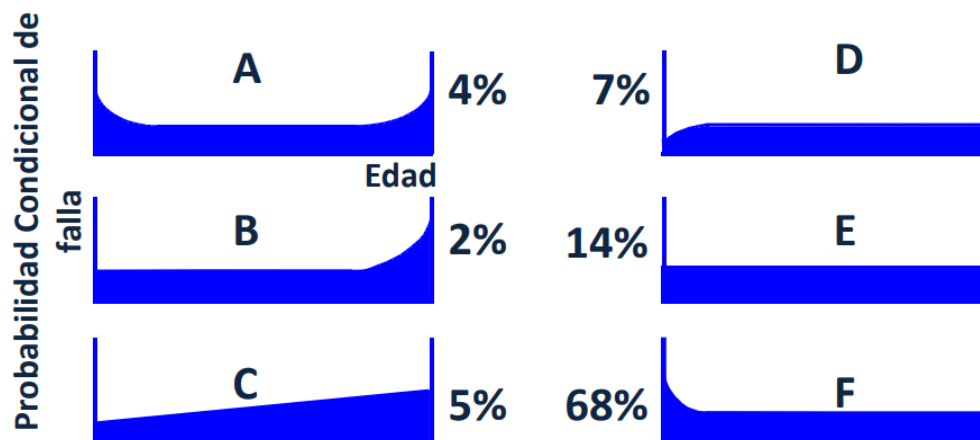
Este último genera altos costos, probablemente con consecuencia severas en los equipos de fondo de los pozos productores de crudo, limitaciones en el target de producción de las diferentes estaciones, consumo y quema de otro tipo de combustible, normalmente Diesel, para suplir la demanda de energía necesaria para minimizar las pérdidas de producción.

Las actividades para mantener los equipos de la compañía no se encuentran soportadas por ninguna evaluación que permita definirla, como una valoración de

criticidad de equipos o matriz de criticidad. Se implementaron los planes de mantenimiento según recomendaciones de actividades del fabricante, como cambio de piezas a un determinado tiempo “Mantenimiento Preventivo”

¿Que esperamos con la implementación de este tipo de estrategia o actividades? Analizando los resultados de Nowlan & Heap, “la mayoría de las fallas son aleatorias por naturaleza y no tienen solución en intervalos basados en tiempo” El Mantenimiento Preventivo Intrusivo no ayudara a resolverlas.

Figura 2. Patrones de falla encontrados por Nowlan y Heap 1978



Fuente: Reliability Centered Maintenance por Nowlan y Heap 1978, United Airlines.

Como no se tiene una valoración de criticidad de equipos, se asume que todos los equipos son iguales y es por esta razón que todos los equipos tienen la misma actividad: “cambio de piezas a un intervalo de tiempo definido por el fabricante” incluyendo las unidades RCUs que deben ser consideradas como un equipo crítico para la operación por el impacto económico que genera cada falla, consecuentemente se debe de implementar una estrategia de mantenimiento diferente a la de realizar cambio de piezas.

Figura 3.Vista Frontal RCU



Fuente: <https://neogas.com.br/es/produtos-e-servicos/rcu-unidade-de-reducao-e-controle-de-pressao>

Figura 4.Vista Posterior RCU



Fuente: <https://neogas.com.br/es/productos-e-servicios/rcu-unidade-de-reducao-e-controle-de-prensa>

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo para la implementación de un plan de mantenimiento basado en la metodología de PMO para los equipos asociados al sistema de suministro de gas combustible mediante GNC, que comprende las unidades de descompresión de gas virtual (RCU) con el fin de mejorar la confiabilidad en el suministro de gas combustible virtual hacia los sistemas de generación de energía eléctrica (grupos electrógenos rentados y propios) mediante GNC para las plantas de crudo y gas de la compañía Parex Resources Ltd.

2.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

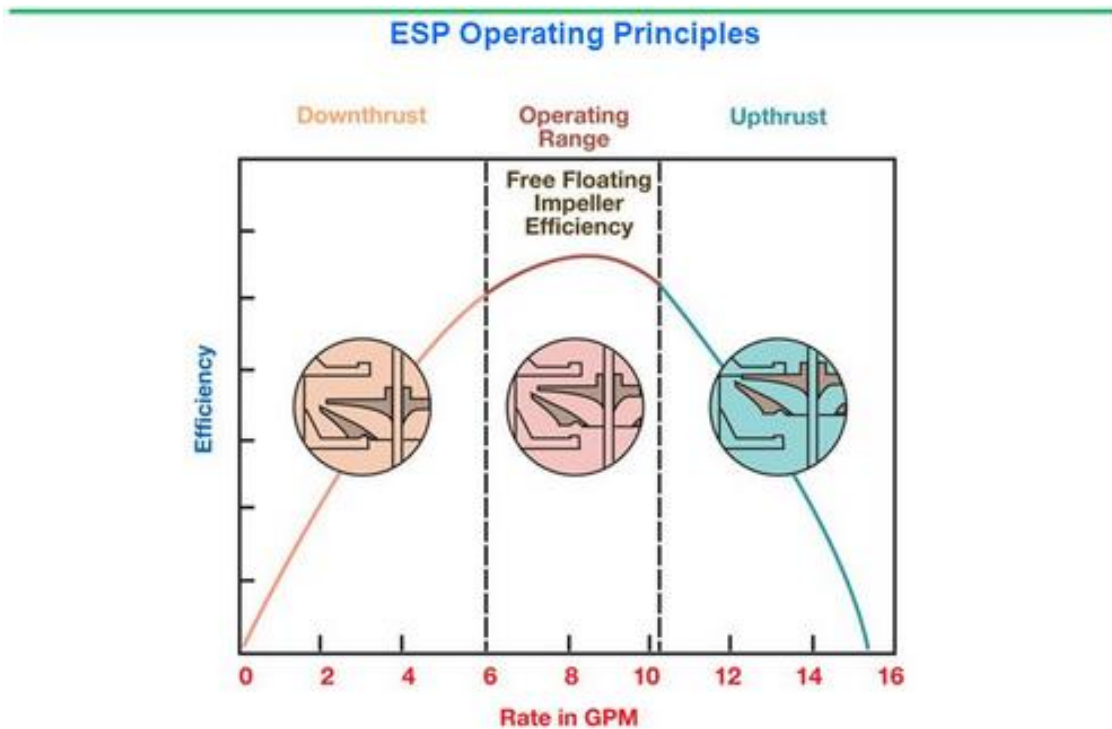
- Diseñar una matriz de criticidad para los equipos de las facilidades de producción, con el fin de definir las Estrategias de Mantenimiento más convenientes Impacto-Beneficio en las unidades de descompresión de gas RCUs. PMO deberá ser una de las Estrategias
- Identificar actividades faltantes o sobrantes teniendo como base el plan de mantenimiento actual, las fallas ocurridas – histórico de fallas, en las unidades de descompresión de gas RCUs, aplicando un Análisis de Modo de Falla (FMA) teniendo en cuenta también en este análisis el catálogo del fabricante.
- Aplicar la metodología PMO para las unidades de descompresión de gas virtual (RCU), con el fin de mejorar la Confiabilidad en un 50% a diciembre de 2020 a partir de los datos base del año 2019.
- Realizar un análisis funcional de los modos de falla (si se requiere) en las Unidades de reducción y control de presión de gas virtual (RCU), que no han sido identificados, que pueden ocurrir y que tienen un riesgo significativo.
- Definir los recursos para la implementación de la nueva estrategia de Mantenimiento.

- Evaluar si con las actividades de implementación del PMO se logra bajar la criticidad de las unidades descompresoras de gas RCUs y/o si es necesario plantear un rediseño al equipo.

2.3 JUSTIFICACION DE LA SOLUCION

Cuando las fallas tienen que ver con la interrupción del fluido eléctrico, ya sea por falla en los equipos de generación (propios y/o rentados) o por falla en el sistema de suministro de gas combustible (Gas Virtual), normalmente fallas que se presentan en las unidades de descompresión de gas (RCU), no solo impacta la producción, si no también afecta la integridad en los equipos de fondo, normalmente es un sistema de levantamiento con motor y bomba electro sumergible y que en el momento de la interrupción del fluido eléctrico, la columna del pozo se descarga y pone a girar la bomba en sentido contrario, perdiendo el balance hidrodinámico, con ello moviendo la bomba hacia un downthrust y como consecuencia recostando los impellers hacia los difusores generando momentáneamente contacto metal – metal entre ellos mismos ocasionando desgastes, deterioros forzados o daños en esos componentes, así mismo los altos esfuerzos torsionales que se presentan en los ejes tanto de motor como de bomba, hacen que estos fallen.

Figura 5. Balanceo Hidráulico de los Impulsores



Fuente: <https://production-technology.org/pump-performance-curves/>

Lo anterior genera grandes costos de intervención, asociados a todas las actividades relacionadas con al cambio de los equipos de levantamiento Motor – Bomba, en algunos casos estas intervenciones no son exitosas e incurren en la perdida del pozo.

El presente trabajo pretende establecer una estrategia de mantenimiento (bajo la metodología PMO) que garantice reducir las fallas en los equipos asociados al

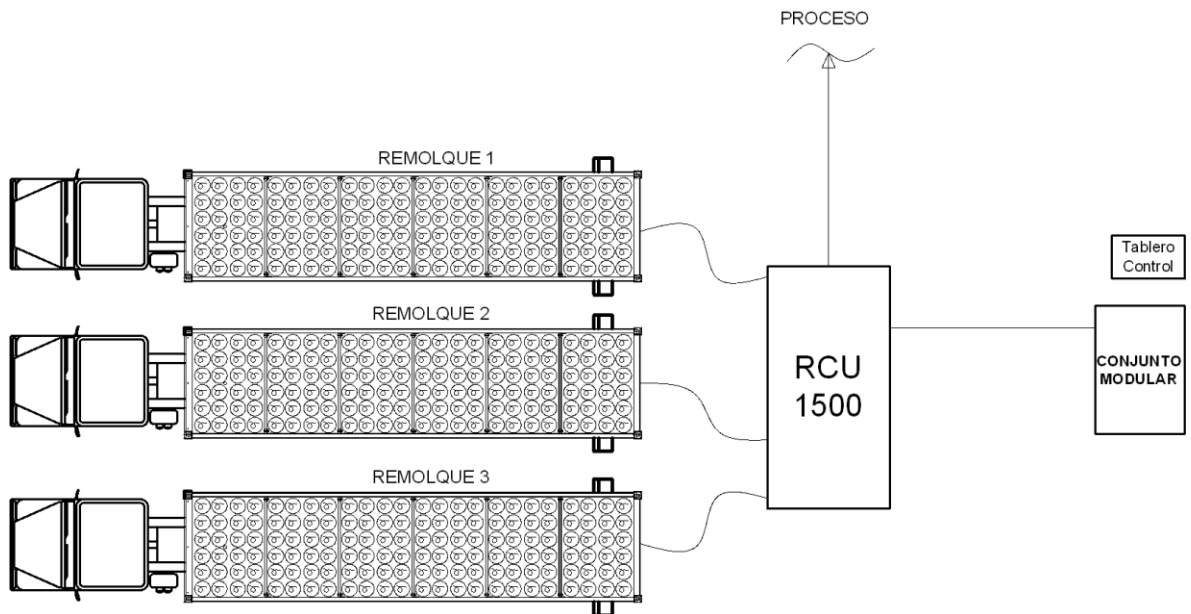
sistema de suministro de gas combustible mediante GNC y que comprende las unidades de descompresión de gas virtual (RCU), establecer acciones que permitan actuar preventivamente sobre otros sistemas con el fin de garantizar la energía eléctrica en los sistemas de levantamiento ante las potenciales fallas que puedan presentarse en las unidades de descompresión de gas RCUs.

3 MARCO TEORICO

3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO RCU

Estas unidades de descompresión tienen como objetivo la reducción de presión del gas natural que es suministrado por vehículos contenedores, los cuales se conectan y suministran el gas a una presión hasta de 250 bar y una vez realizado el proceso las presiones de salida puede ser hasta de 4 Bar.

Figura 6. Diagrama simplificado de estación de descompresión



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500, NeoGas del Brasil S.A.

El proceso de descompresión inicia una vez los contenedores se encuentran conectados a las “mesas de descompresión” y siempre estará en funcionamiento

solo una mesa en funcionamiento mientras que la presión no baje de 15 bar, una vez esta presión sea alcanzada el sistema automáticamente cambiará a un nuevo contenedor que se encuentre conectado a otra mesa de descompresión con el objetivo que el suministro de gas no sea interrumpido.

Las Unidades de descompresión cuentan con dos etapas de Reducción, en la primera la presión debe estar entre los 250 bar y 90 bar. En la segunda la reducción se ejecuta desde los 90 bar hasta la presión que se requiere con un mínimo de 4 bar. Cuando la presión de entrada está por debajo de los 90 bar el flujo de gas pasa directamente a la segunda etapa a través de un by-pass.

3.2 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD RCM

El mantenimiento centrado es una metodología que busca como objetivo claro tener mayor fiabilidad de todos los equipos a quienes se les aplique esta estrategia, lo que repercute directamente en la disminución de paradas de planta por daños no contemplados y aumento de la producción en planta debido a la mayor disponibilidad de los equipos.

Esta metodología permite establecer los requerimientos necesarios de mantenimiento de los distintos equipos en su contexto operacional, tomando en cuenta el impacto que puede provocar las fallas de estos equipos: al ambiente ,

seguridad humana y las operaciones , aspectos vitales dentro de cualquier proceso.²

3.2.1 BENEFICIOS RCM

La aplicación correcta de esta estrategia de mantenimiento puede llevar a múltiples beneficios en cualquier industrial que desee aplicarla a continuación se enumerar algunos.

3.2.1.1 BENEFICIOS OPERACIONALES

- ✓ Las intervenciones en los equipos se realizar de manera más eficiente gracias al trabajo de planeación llevando a un menos costo para la operación.
- ✓ Identificación y remplazo y/o eliminación de componentes poco confiables.
- ✓ Esfuerzos enfocados a los equipos y componentes con mayor criticidad evitando paradas inesperadas.
- ✓ Mayores Intervalos de tiempo entre revisiones en los equipos y en algunos casos eliminación de las revisiones innecesarias.

3.2.1.2 BENEFICIOS DE SEGURIDAD AL MEDIO.

- ✓ Numero de fallas reducidas causadas por mantenimientos no planeados.

² PARRA Carlos , mantenimiento centrado en confiabilidad , INGEMAN , 2008

- ✓ Estrategias claras para la identificación y mitigación de fallas que pueden desatar una situación de inseguridad para el personal que opera los equipos.
- ✓ Revisión de las consecuencias que puede causar cada Modo de falla en el medio y revisión sistemáticas de las mismas.
- ✓ Mejoramiento de las estrategias de seguridad existentes.

3.2.1.3 BENEFICIOS COSTO DE MANTENIMIENTO

- ✓ Eliminación de fallas que puedan tener un alto costo en la operación.
- ✓ Reducción significativa de mantenimientos rutinarios mal estructurado que generan pérdida de tiempo.
- ✓ Políticas que adquisición de tecnología que permitan mejorar el monitoreo de la condición de los equipos en vivo.

3.2.2 CICLO DE TRABAJO RCM

Para la aplicación del RCM tenemos como base la norma SAE JA 1011 en la cual se tiene que dar respuesta satisfactoria a siete preguntas y en la secuencia que aparecen así:

- ✓ ¿Cuál es la función?, Lo que el usuario desea que la máquina haga.
- ✓ ¿Cuál es la falla funcional?, Razones por las que deja de hacer lo que el usuario desea que haga.
- ✓ ¿Cuál es el modo de falla?, Que pudo causar la falla funcional.

- ✓ ¿Cuál es el efecto de la falla?, falla?, Que ocurre cuando la falla se produce.
- ✓ ¿Cuál es la consecuencia de la falla?, Razones por las que importa que falle.
- ✓ ¿Qué se puede hacer para evitar o minimizar la consecuencia de la falla?
- ✓ ¿Qué se hace si no se encuentra ninguna tarea para evitar o minimizar la consecuencia de la falla?

3.2.2.1 PLANEACIÓN RCM

- ✓ Definición clara de todos los equipos a intervenir para la implementación del RCM.
- ✓ Recolección de la información técnica de los equipos a intervenir.
- ✓ Programación clara y bien definida para realizar todo el taller de RCM
- ✓ Convocatoria de todo el personal necesario para la realización del taller.

3.2.2.2 EJECUCION RCM

- ✓ Definición clara de la función de cada equipo donde se evidencie el funcionamiento adecuado para la cual fue creada
- ✓ Establecer todas las razones por las que la maquina puede de dejar de realizar la función para la cual fue creada.
- ✓ Identificación de que puede causar las fallas funcionales descritas en el punto anterior o los “modos de fallas”

- ✓ Definición de la probabilidad que se tiene que ocurra cualquiera de los modos de fallas.
- ✓ Descripción de las consecuencias que puede desatar al presentarse cada uno de los modos de falla identificados.
- ✓ Selección de tareas adecuadas para el mantenimiento las cuales pueden ser preventivas, predictivas y proactivas.

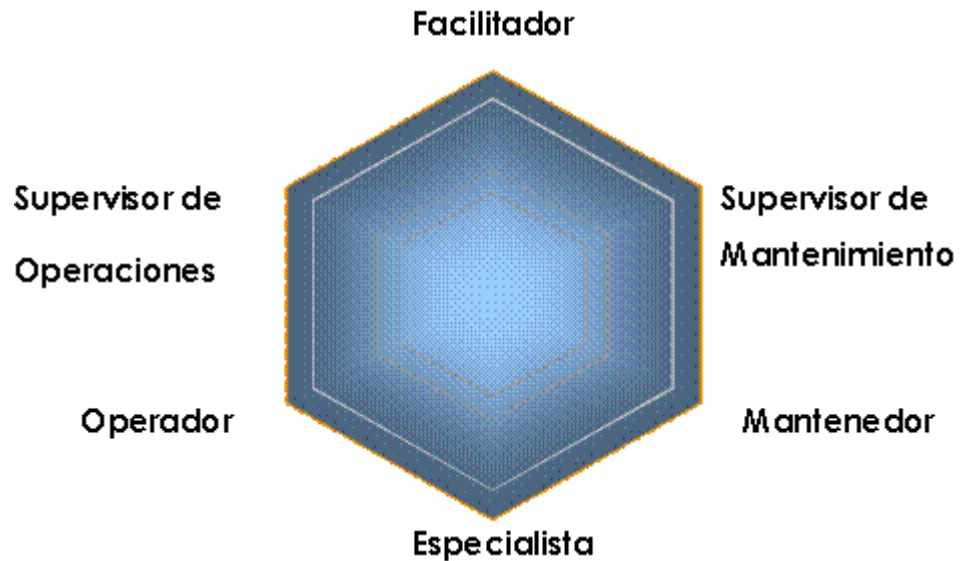
3.2.2.3 FINALIZACION RCM

- ✓ Afianzamiento y consolidación de toda la información recolectada durante el taller realizo de RCM
- ✓ Agrupación y filtro de las tareas por frecuencia
- ✓ Finalización del plan de mantenimiento para cada uno de los equipos

3.2.3 GRUPO DE TRABAJO RCM

En la ejecución de un RCM es fundamental un equipo de trabajo bien formado puesto que esta será la base para realizar el mejor trabajo posible, este debe ser un equipo multidisciplinario compuesto por personal mantenimiento, operaciones y todas aquellas áreas que puedan impactar en el área de estudio.

Figura 7. Grupo de Trabajo RCM



Fuente: Moubray, John. mantenimiento centrado en confiabilidad

3.3 OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO - PMO

Esta metodología de mantenimiento lo que busca es relacionar los programas de mantenimiento existentes para los equipos, los manuales de los equipos, información técnica y el historial de fallas de la misma. Teniendo lo anterior como base podemos establecer estrategias para la eliminación de defecto y asegurarnos de que el nuevo plan tenga un valor agregado para la organización.

En la mayoría de organización existen planes de mantenimiento preventivo donde por más que sus administradores cumplan a cabalidad las ejecuciones del plan en los tiempos estipulados se ha comprado que existen problemas en la gran mayoría de estos planes; por lo anterior las conclusiones a las que llegan los estudios de PMO son:

- ✓ Duplicidad en las tareas
- ✓ Los tiempos para las tareas no están bien estudiados, puesto que la tarea se puede realizar con demasiada frecuencia o por el contrario se realiza con mucho intervalo de tiempo
- ✓ Toda tarea de mantenimiento debe general un beneficio y no un gasto adicional para la empresa
- ✓ Se encuentran tareas intrusivas en el equipo sin necesidad de hacerlo, estas tareas pueden fácilmente ser llevadas a condición.
- ✓ Se detectan fallas repetitivas y costosas que se pueden prevenir aplicando un mantenimiento más temprano.

Por lo anterior aplicar un PMO a un plan de mantenimiento ya existente y que se ha venido consolidando a través del tiempo casi garantiza que los recursos, tiempos y costos pueden mejorar significativamente.

3.3.1 BENEFICIOS PMO

El PMO busca la eliminación de defectos existen el plan de mantenimiento actual buscando una mayor confiabilidad de los equipos una vez se comience a aplicar el plan de mantenimiento mejorado. Esto se logra a través de 5 puntos claves:

- ✓ Los problemas se reconocen y se resuelven usando información exacta pre existente durante el tiempo que las maquinas han estado en uso partiendo de un historial de fallas.
- ✓ La identificación de tareas repetitivas o mal estructurados en el tiempo de ejecución nos permite optimizar los recursos existentes.
- ✓ La productividad de los operario y personal de mantenimiento mejora significativamente partiendo del punto que realizar tareas que serán valiosas para la empresa.
- ✓ La implementación del PMO se adapta a cada situación, empresa y objetivos se adapta de manera diferente.
- ✓ La optimización del plan de mantenimiento motiva al personal.

El PMO utiliza de base el historial de falla del equipo las cuales entran en revisión del plan de mantenimiento actual, de igual manera la experiencia de los técnicos de mantenimientos y operadores de mantenimiento es fundamental. El análisis de fallas de una maquina durante todo lapso de vida se realiza con el fin de:

- ✓ Optimizar las frecuencias de mantenimientos preventivo.
- ✓ Minimizar los costos para mantenimiento
- ✓ Diseño de políticas de mantenimiento a utilizar
- ✓ Optimizar el uso de recurso humano
- ✓ Establecer intervalos óptimos de cambio de piezas o del activo.

Al implementar el PMO lo que se evidenciará será la eliminación de fallas y paradas imprevistas de los activos de la planta, así mismo la utilización adecuada de los recursos disponibles incrementado la confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y eficiencia de toda la planta.

3.4 POR QUÉ APLICAR PMO Y NO RCM.

³Son dos productos completamente diferentes con el mismo objetivo: Definir los requerimientos de Mantenimiento de los Activos, sin embargo, debemos entender que están diseñados para ser usados en situaciones totalmente diferentes. RCM fue diseñado para desarrollar el programa inicial de mantenimiento durante la

³ Steve Turner, Director de OMSC International, PMO – Optimización del Plan de Mantenimiento, Sección 2 Comparación de los Métodos de Análisis de Mantenimiento PMOptimisation y RCM.

etapa del diseño del ciclo de vida de los activos (Moubray 1997) mientras que PMO ha sido diseñado para usarlo una vez los activos están en uso.

Como resultado, PMO es un método de revisión, mientras que RCM es un método de fundación, aunque ambos buscan generar el mismo programa de mantenimiento, PMO puede ser mucho más efectivo y flexible que RCM, ya que inicia su trabajo desde un plan de mantenimiento existente y toma en cuenta la experiencia y las fallas presentadas en la planta o en los equipos.

Como es un método de revisión, la base del PMO es:

- 1.- Evaluar el plan de mantenimiento actual, evaluando si cada tarea genera valor y eliminando aquellas tareas que no son costo – efectivas y/o que no generan valor, así mismo la implementación de nuevas tareas faltantes al plan de mantenimiento, esto con el soporte de la documentación técnica.
- 2.- Establecer un Programa de Eliminación de Fallas, teniendo en cuenta desde luego el historial de fallas del Equipo.

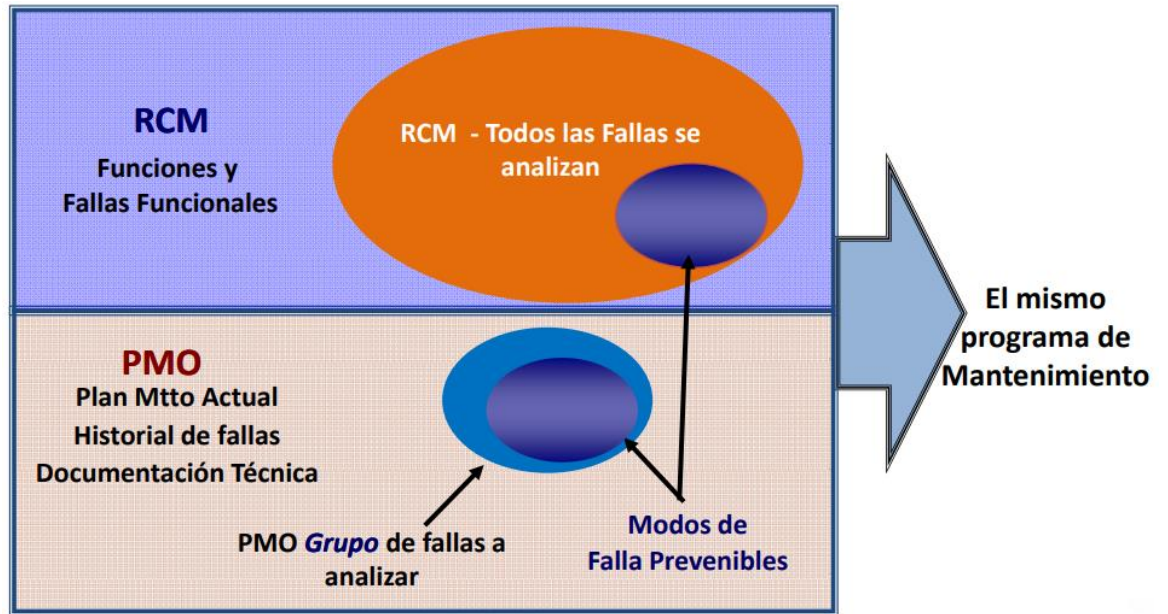
3.- Se establecen los modos de falla a los cuales se les puede aplicar mantenimiento.

En la figura N° 13, se puede observar la diferencia más importante que existe entre estas dos metodologías y que consiste en la forma en que se generan los modos de falla entre ellas las cuales resumen la siguiente tabla.

Tabla 1. Diferencias entre PMO Y RCM.

RCM	PMO
Es un proceso de fundación.	Es un método de revisión.
Analiza todas y cada una de las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional.	Reconoce que las funciones del activo son importantes, pero un análisis funcional detallado no es generalmente crítico para un buen resultado.
Genera una lista de modos de falla desde el riguroso análisis funcional de todas las funciones, y busca analizar todos los modos de falla en cada equipo del sistema analizar.	Genera una lista de modos de falla desde el plan de mantenimiento actual, de una evaluación del historial de fallas y de la revisión de documentación técnica.
Analiza cada modo de falla por separado.	Varios modos de falla se unen y se analizan en conjunto.
Involucra mucho mayor tiempo, y más costo obteniendo los mismos resultados	Se realiza en mucho menos tiempo, y con menos obteniendo los mismos

Figura 8. Metodología PMO-RCM Enfoque y Resultados



Fuente: Pilar Valderrama, Optimización del Plan de Mantenimiento PMO, Julio 7 de 2009.

3.5 RCU PAREX RESOURCES

Contextualizando, en la operación, uno de los puntos más críticos es la falla en el suministro del fluido eléctrico hacia los equipos asociados al sistema de levantamiento de crudo y gas, especialmente cuando las fallas se presentan en las Unidades Descompresoras de Gas Virtual (RCU) que son las que surten el gas combustible a los grupos electrógenos encargados de convertirla en energía eléctrica.

Figura 9.matriz calificación de criticidad equipos

MATRIZ DE RIESGO							
		FRECUENCIA					
		EXCELENTE	BAJA	PROMEDIO	ALTA		
		Menos de 1 falla al año	De 1 a 2 fallas al año	Entre 2 y 4 fallas por año	Más de 5 fallas por año		
PONDERACION	0-100	B	B	B	B	A	Riesgo Alto-Equipo o sistema crítico
	110-200	B	B	M	M	M	Riesgo Medio-Equipo o Sistema Esencial
	210-300	B	M	M	A	B	Riesgo Bajo- Equipo o Sistema no crítico
	310-400	M	M	A	A		
	410-500	A	A	A	A		

Fuente: Evaluación Criticidad de Equipos por Gentil Leonardo Vidal.

Figura 10.Evaluacion criticidad de equipos

EVALUACION CRITICIDAD DE EQUIPOS PAREX							
FALLAS AÑO POR	PRORRIZAJOS	PONDERACION	EQUIPOS	HSE	AMBIENTAL	PRODUCCION	MANTENIMIENTO
#N/D	80	PTAP/PTAR	0	0	0	80	
12	RIESGO ALTO	333	RCU	50	80	125	78


Fuente: Evaluación Criticidad de Equipos por Gentil Leonardo Vidal

La cantidad de fallas que se han presentado en esos equipos y el impacto que tienen en la organización no solo en la inmediatez en pérdidas de producción si no también económicos, comprometiendo la gestión de todo un grupo con

incumplimiento en indicadores y su imagen frente a los directivos de la compañía, han centrado mi la atención de la monografía en querer mejorar la confiabilidad de estos equipos, que actualmente se encuentran con una confiabilidad del 13,87% según análisis de Weibull.

Figura 11. Reporte de Fallas RCU Kona – Muestra de 120 días.

Publicado en: 22/05/2019 05:22:53 p.m.
Fecha de Cierre: 01/10/2018 12:00:00 a.m. até 22/05/2019 12:00:00 a.m.
Equipo: '000017'



Sucursal			O.T. Origen	O.T.	O.T. Vincul.	Fecha Prog.	Fecha Cierre	Días en Abierto	Tiempo	Equipo	Tipo de Mantenimiento	Responsable	Solicitud de Servicio
	0002396		13/11/2018	11/11/2018	-2	15,95	000017-RCU 1500 - KONA	CORRECTIVO NO PLANEADO	JULIAN RICARDO MARQUEZ	falla en RCU al momento del cambio de mesa			
	0002436		18/11/2018	18/11/2018	0	11,83	000017-RCU 1500 - KONA	CORRECTIVO NO PLANEADO	JULIAN RICARDO MARQUEZ	FALLA EN REGULACION			
	0002534		11/12/2018	10/12/2018	-1	87,00	000017-RCU 1500 - KONA	CORRECTIVO NO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON	Falla RCU 1500. problemas de regulacion segunda etapa. legalizacion servicio del 9 dici 2018			
	0002569		23/12/2018	23/12/2018	0	11,05	000017-RCU 1500 - KONA	CORRECTIVO PLANEADO	HAROLD DAVID ALVAREZ RIPOLL	revisión reguladoras back up de segunda por falla			
	0002795		08/02/2019	08/02/2019	0	8,57	000017-RCU 1500 - KONA	CORRECTIVO NO PLANEADO	QUIRLEY PEREZ DIAZ	Inspección de presión RCU Kona			
	0002797		09/02/2019	09/02/2019	0	8,92	000017-RCU 1500 - KONA	CORRECTIVO NO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON	Falla en transmisor y manometro de presión de salida			
	0002808		14/02/2019	14/02/2019	0	8,48	000017-RCU 1500 - KONA	CORRECTIVO NO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON	DEFECTO EN LINEA PRINCIPAL DE 1 ETAPA DE REGULACION.			
	0002919		11/03/2019	11/03/2019	0	13,53	000017-RCU 1500 - KONA	CORRECTIVO NO PLANEADO	QUIRLEY PEREZ DIAZ	corregir fuga e conector de válvula Bypass mesa 3			
	0002923		14/03/2019	16/03/2019	2	2,88	000017-RCU 1500 - KONA	CORRECTIVO NO PLANEADO	QUIRLEY PEREZ DIAZ	FUGA POR EL PILOTO DE PRIMERA REGULACION			
	0003073		12/04/2019	13/04/2019	1	10,85	000017-RCU 1500 - KONA	CORRECTIVO NO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON	FALLA PRIMERA REGULACION DE 1 ETAPA			
	0003094		16/04/2019	15/04/2019	-1	5,45	000017-RCU 1500 - KONA	CORRECTIVO NO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON	SD RCU POR REGULACION			
	0003175		06/05/2019	05/05/2019	-1	8,32	000017-RCU 1500 - KONA	CORRECTIVO NO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON	SD DEL EQUIPO			

Fuente: Grupo de Servicio de Mantenimiento NeoGas Colombia.

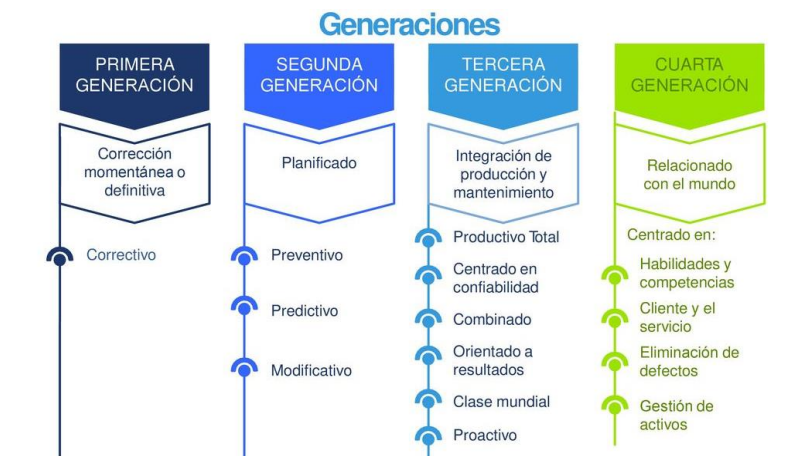
Figura 12. Evaluación Confiabilidad RCU Kona, Según Weibull, muestra 120 días

ÍTEM	FECHA	TIEMPO DE REPARACIÓN	TIEMPO FALLA (h)	R(t)
1	14/01/2019 0:00	1,8	300	90,87%
2	15/01/2019 0:00	9,0	324	89,94%
3	8/02/2019 0:00	8,6	900	66,44%
4	9/02/2019 0:00	8,9	924	65,48%
5	14/02/2019 0:00	8,5	1044	60,80%
6	11/03/2019 0:00	13,5	1644	40,39%
7	16/03/2019 0:00	2,9	1764	36,97%
8	13/04/2019 0:00	10,9	2436	21,77%
9	15/04/2019 0:00	5,5	2484	20,92%
10	17/04/2019 0:00	4,5	2532	20,10%
11	23/04/2019 0:00	4,4	2676	17,80%
12	5/05/2019 0:00	8,3	2964	13,87%

Fuente: Evaluación Confiabilidad RCU Kona, por Gentil Leonardo Vidal.

Teniendo en cuenta el estudio de la evolución del mantenimiento planteado por MOUBRAY, John⁴. Podemos ubicar que las actividades de mantenimiento de la compañía se encuentran en la segunda generación de la evolución de este, es decir, estamos realizando lo que se hacía hace 70 años atrás, sobre los años 50's justamente después de la segunda guerra mundial.

Figura 13. Evolución del Mantenimiento.



Fuente: Principios de Mantenimiento, Dr. Alberto Pertuz

A continuación, resultado de la evaluación del estado de la implementación de estrategias para lograr la excelencia en mantenimiento en donde nos ubica dentro de un mantenimiento Inocente e Insatisfactorio, resultado que es consecuente al tipo de mantenimiento que se realiza

⁴ MOUBRAY, John. Mantenimiento centrado en confiabilidad. Mexico: Aladon, 2004.

Figura 14. Matriz de Excelencia de Mantenimiento

RED DE EXCELENCIA DE MANTENIMIENTO									
CLASE	ESTRATEGIA	GESTIÓN DE RECURSO HUMANO	PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	TECNICAS DE MTTO	MEDIDAS DE DESEMPEÑO	TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN	INVOLUCRAMIENTO DE LOS EMPLEADOS	ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD	ANÁLISIS DE PROCESOS
CLASE MUNDIAL	Estrategia Corporativa de Mantenimiento	Multi-habilidades independiente de la operación	Mayor planificación de proyectos e ingeniería a largo plazo	Todas las técnicas empleadas, basadas en análisis	Efectividad de Equipos, Benchmarking y excelente base de datos de costos	Base de datos totalmente integradas	Equipos de trabajo autónomos	Programa total de confiabilidad	Revisión regular de los procesos de costo, tiempo y calidad.
COMPETENTE	Plan de mejora a largo plazo	Algunas multi-habilidades	Buena planeación del trabajo, programación y soporte de Ingeniería	Algunos CBM, Algunos PM.	MTBF/MTTR, Availability, Reliability, costos de mantenimiento por separado	Totalmente funcional. Vinculado a finanzas/materiales	Equipos de mejoramiento continuo	Algunas FMECA implementada	Alguna revisión de la admón., procedimientos de ingeniería y operaciones
CONSCIENTE	Plan de mejora a un año	Descentralizados grupo de operaciones mixta	Grupos de planeación e ingeniería de mantenimiento establecidos formalmente	Inspecciones basadas en tiempo y uso. Algunos NDT	Tiempo de paradas con causa y costos de mito disponibles	Totalmente funcional. Ningún vínculo con otro sistema	Comités de mejoramiento del lugar de trabajo	Buena base de datos de falla, bien utilizada	Revisión periódicas de procesos o procedimientos técnicos y documentación de los procesos administrativos
INSATISFACTORIO	Plan de Mejoramiento de Mantenimiento Preventivos	Parte centralizada para algunos grupos	Soporte en la detección de fallas. Inspección en la programación	Inspección basada en tiempo	Algunos registros de tiempos de inactividad y costos de mantenimiento no segregados	Mtto básico programado. Algunos registros	Algunas reuniones de mejoramiento en seguridad	Registro de fallas poco usado	revisión de procesos sólo una vez
INOCENTE	Principalmente reactivo a falla	Altamente centralizada	No planeación. Poca programación y no existe ingeniería	Inspección únicamente a Paradas anuales	No se aprovecha el sistema, costos de mito no	Manual para sistemas de especialidad ad-hoc	Solo reuniones con el personal para tocar temas sindicales o sociales	No existe registro de fallas	Nunca han revisado

Autor: Jhon Dixon Camprell, UPTIME Strategies for Excellence in Maintenance Management

Fuente: Jhon Dixon Camprell, UPTIME Strategies for Excellence in Maintenance Management, Evaluación estado actual mantenimiento por Gentil Vidal.

Lo anterior nos define a realizar una investigación para evaluar estrategias, prácticas y técnicas de mantenimiento desarrolladas, las cuales han sido implementadas con éxito en todo tipo de industria; que aporten, a las unidades descompresoras de gas virtual (RCU) para que cumplan con la función para la cual fueron diseñadas, sin fallas.

La estrategia seleccionada para conseguir los objetivos propuestos fue la del PMO, Independientemente de la forma en que se desarrolle el programa de

mantenimiento, siempre existirá la necesidad de su revisión y actualización basadas en el historial de fallas, en los cambios operacionales y la aparición de nuevas tecnologías para la implementación del mantenimiento predictivo. El proceso para realizar dichos análisis se conoce como Optimización del Plan de Mantenimiento (PMO). PMO se ha usado, desde que el mundo se industrializó y la humanidad entendió los beneficios de la ejecución de mantenimiento preventivo.

4 CONCEPTUALIZACION PMO

⁵PMO, es un proceso que se basa en los principios de RCM (Reliability Centred Maintenance – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) para racionalizar los programas existentes de mantenimiento, historial de fallas y otra información técnica y eliminar defectos.

Es muy común que las organizaciones cuenten con un programa de mantenimiento PM, algunas fuentes del Mantenimiento Preventivo:

Figura 15. Fuentes del Mantenimiento Preventivo



⁵ VALDERRAMA, Maria del Pilar. Optimización del plan de mantenimiento PMO. Colombia, 2010

Fuente: Steve Turner, Director de OMSC International, Optimización del Plan de Mantenimiento, Sección 1

4.1 PROCESO PMO

El PMO inicia con los planes de mantenimiento existentes, recopilando o documentando el programa de mantenimiento existente y comprende los siguientes 9 pasos:

4.1.1 PASO UNO PMO

Recopilación de Tareas: Recopilación de las tareas de mantenimiento que estén siendo ejecutadas a los equipos a analizar.

Figura 16. Recopilación de Tareas

Tarea	Frecuencia	Responsable
Tarea 1	Diario	Operador
Tarea 2	Diario	Operador
Tarea 3	6 meses	Mecánico
Tarea 4	6 meses	Mecánico
Tarea 5	Anual	Electricista
Tarea 6	Semanal	Operador

Fuente: Valderrama, Maria del Pilar.

4.1.2 PASO DOS PMO

Análisis de modos de falla (FMA): Identificar para que modos de falla están enfocadas las tareas de mantenimiento

Figura 17. Análisis de Modos de Falla

Tarea	Frecuencia	Responsable	Falla
Tarea 1	Diario	Operador	Falla A
Tarea 2	Diario	Operador	Falla B
Tarea 3	6 meses	Mecánico	Falla C
Tarea 4	6 meses	Mecánico	Falla A
Tarea 5	Anual	Electricista	Falla B

Fuente: Valderrama, Maria del Pilar.

4.1.3 PASO TRES PMO

Racionalización y Revisión del FMA: Ordenando la información por modos de falla se hace más fácil la identificación de duplicación de tareas. La duplicación de tareas se presenta cuando el mismo modo de falla se le aplican varias rutinas de PM por parte de las diferentes especialidades, en este paso el Equipo de Trabajo revisa los modos de falla resultado del FMA y agrega aquellos modos de falla faltantes.

Figura 18. Análisis y Adición FMA

Tarea	Frecuencia	Responsable	Falla
Tarea 1	Diario	Operador	Falla A
Tarea 4	6 meses	Mecánico	Falla A
Tarea 7	Semanal	Mecánico	Falla A
Tarea 2	6 meses	Operador	Falla B
Tarea 5	Anual	Electricista	Falla B
Tarea 3	Semanal	Mecánico	Falla C
Tarea 6	Diario	Operador	Falla C
Modo de Falla Nuevo			Falla D

Fuente: Valderrama, Maria del Pilar.

4.1.4 PASO CUATRO PMO (OPCIONAL)

Evaluación de Consecuencias: Evaluar si el modo de falla es evidente u oculto y cuál será el efecto y consecuencia.

Figura 19. Pérdida de Funciones por FMA

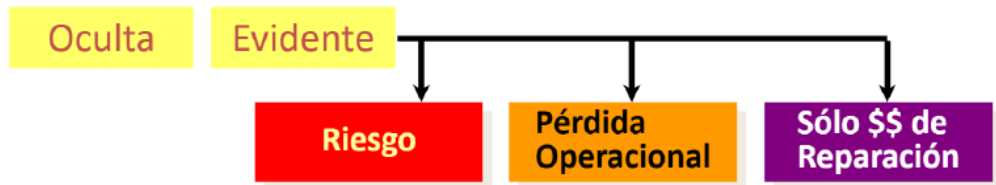
Modo de Falla	Función
Falla A	Función 1
Falla B	Función 2
Falla C	Función 3
Falla D	Función 4

Fuente: Valderrama, Maria del Pilar.

4.1.5 PASO CINCO PMO

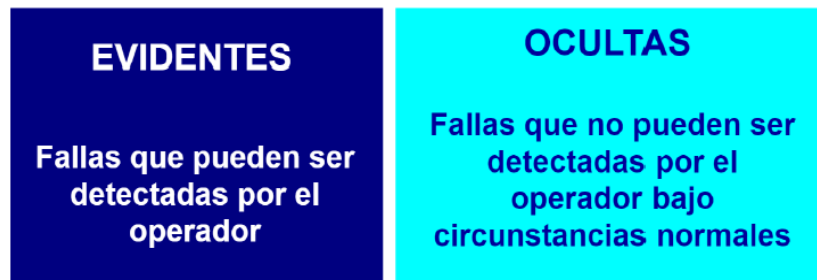
Evaluación de Consecuencias: Evaluar si el modo de falla es evidente u oculto y cuál será el efecto y consecuencia.

Figura 20. Evaluación FMA, (Oculto o Evidente)



Fuente: Valderrama, Maria del Pilar.

Figura 21. Fallas Ocultas y Evidentes



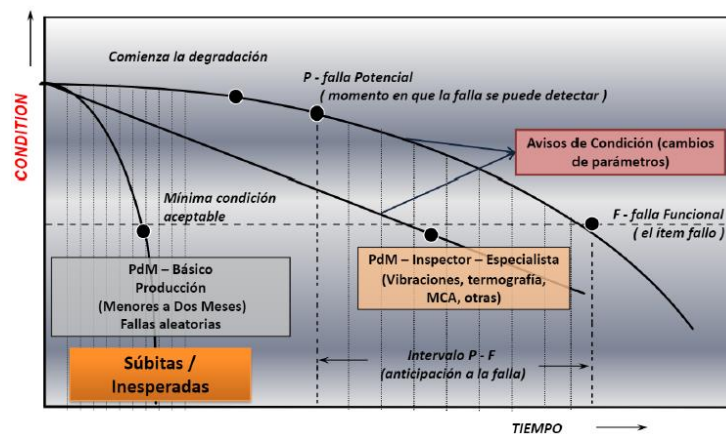
Fuente: Valderrama, Maria del Pilar.

Las fallas ocultas no pueden ser detectadas por el operador bajo circunstancias normales y, es oculta a menos que alguna otra falla ocurra o se ejecute una tarea de búsqueda de fallas, deben aparecer al menos dos fallas antes de que la falla oculta pueda identificarse.

Hay tres estrategias de mantenimiento para mitigar o eliminar los modos de falla evidentes:

- ✓ Monitoreo por condición (Mantenimiento Predictivo) Intervalo determinado por el intervalo de la falla potencial.

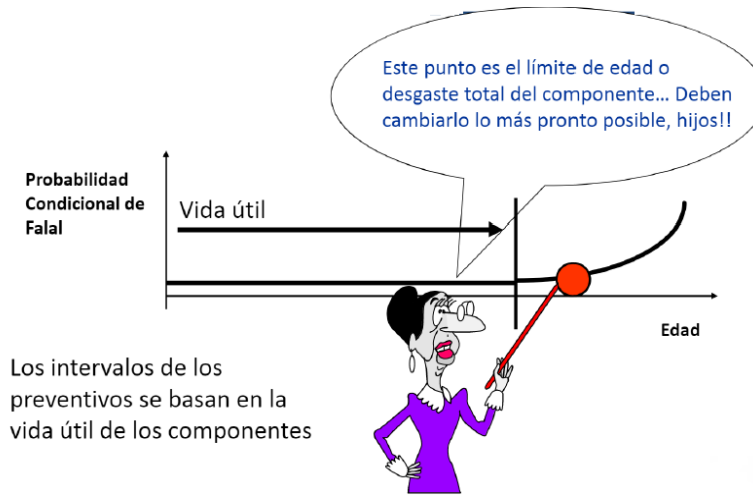
Figura 22. Enfoque en las tareas Predictivas Básicas y Especializadas



Fuente: Valderrama, Maria del Pilar.

- ✓ Reemplazo o reparación programada (Mantenimiento Preventivo), determinado por la vida segura o útil.
- ✓ Llevar a Falla, donde las fallas son aleatorias e impredecibles o el costo del PM es mayor que el costo de la falla.

Figura 23. Intervalo de tareas Preventivas.



Fuente: Valderrama, Maria del Pilar.

4.1.6 PASO SEIS PMO

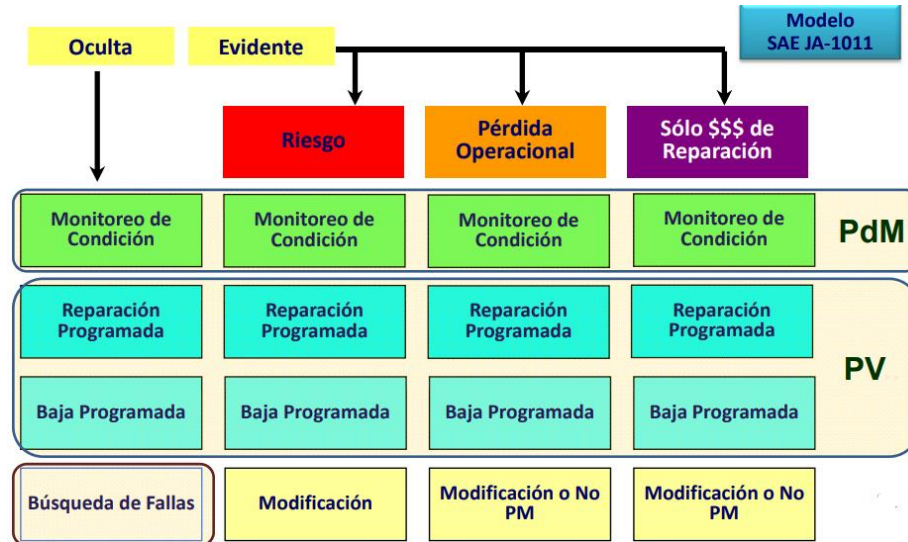
Definición de la Política de Mantenimiento: Selección de las tareas óptimas y aseguramiento del enfoque hacia el monitoreo de condición, minimizando el mantenimiento intrusivo.

Figura 24. Figura 22. Definición de Política de Mantenimiento.

Modo de Falla	Función	Consecuencia	Tarea Nueva	Frecuencia	Responsable
Falla A	Función 1	Peligrosa	Inspección	Diario	Operador
Falla B	Función 2	Operacional	Inspección	Semanal	Mecánico
Falla C	Función 3	Operacional	No Mto Programado		
Falla D	Función 4	Ocultas	Pruebas	6 meses	Electricista

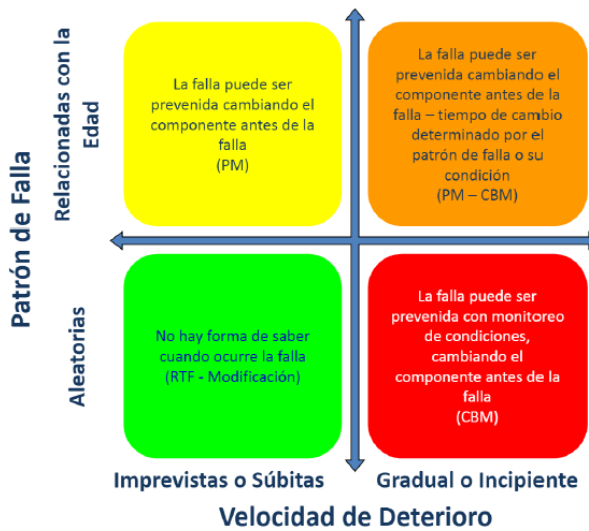
Fuente: Valderrama, Maria del Pilar.

Figura 25. Definición de Política de Mantenimiento.



Fuente: Valderrama, Maria del Pilar.

Figura 26. Selección de tareas según el tipo de Fallas



Fuente: Valderrama, Maria del Pilar.

4.1.7 PASO SIETE PMO

Revisión y Agrupación, se agrupan las tareas de mantenimiento por especialidad responsable y frecuencias y se revisan los resultados del análisis para establecer los medios eficientes y efectivos para asegurar que la política de mantenimiento este alineada con los objetivos tanto de mantenimiento como con los de producción.

4.1.8 PASO OCHO PMO

Aprobación e Implementación, Obtención de la aprobación del personal indicado, se decide que más se necesita para iniciar la implementación de las recomendaciones e iniciar el proceso.

4.1.9 PASO NUEVE PMO

Programa dinámico, asegurar que el programa de mantenimiento que se ha revisado se complete a tiempo, revisar las fallas de los equipos y adoptar las herramientas de ingeniería de confiabilidad apropiadas para acelerar la tasa de mejoramiento.

Se entrega la estrategia de mantenimiento optimizada al proceso de planeación y programación para su implementación y seguimiento.

Figura 27. Programa Dinámico.



Fuente: Valderrama, Maria del Pilar.

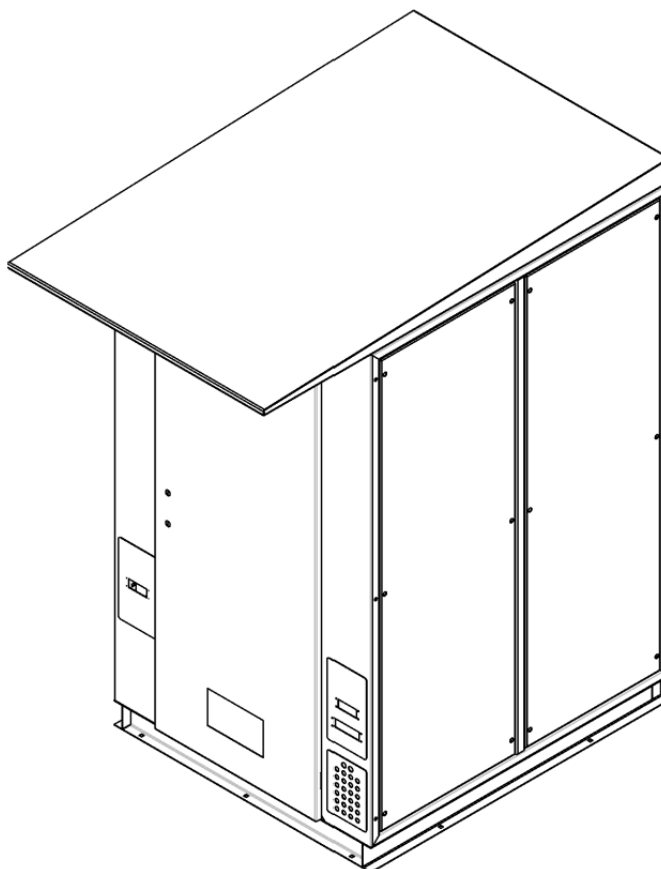
4.2 DESCRIPCION PARTES RCU

Las unidades de control y reducción de gas están dotadas con 5 sistemas cada uno de ellos fundamentales para el buen funcionamiento de la máquina.

4.2.1 TABLERO DE CONTROL

En este encontraremos todos los periféricos que nos permiten tener el control de lógica de funcionamiento de la RCU de los sistemas de interconexiones eléctricas, sistema de calentamiento, mesas de descompresión y compresores.

Figura 28. Tablero de control RCU



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500, NeoGas del Brasil S.A.

4.2.2 UNIDADES DE REDUCCIÓN DE PRESIÓN

4.2.2.1 PRIMERA ETAPA DE REDUCCIÓN

La primera etapa de regulación está formada por una válvula RHPS para alto flujo y presión, esta válvula está formado por un cuerpo en acero inoxidable y posea una línea de back-up de regulación para los casos que se requiera. Con esta válvula ponemos regular presiones hasta de 90 bar.

Figura 29.Valvula de Regulación RHPS



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500,NeoGas del Brasil S.A.

4.2.2.2 SEGUNDA ETAPA DE REDUCCIÓN

Para la segunda etapa contamos con una válvula con casi las mismas características de la primera a diferencia que esta nos permitirá la regulación de por debajo de los 90 bar y para esto cuenta con una alimentación externa que le permite ser más acertada la hora de la regulación.

4.2.2.3 SISTEMA DE BY-PASS

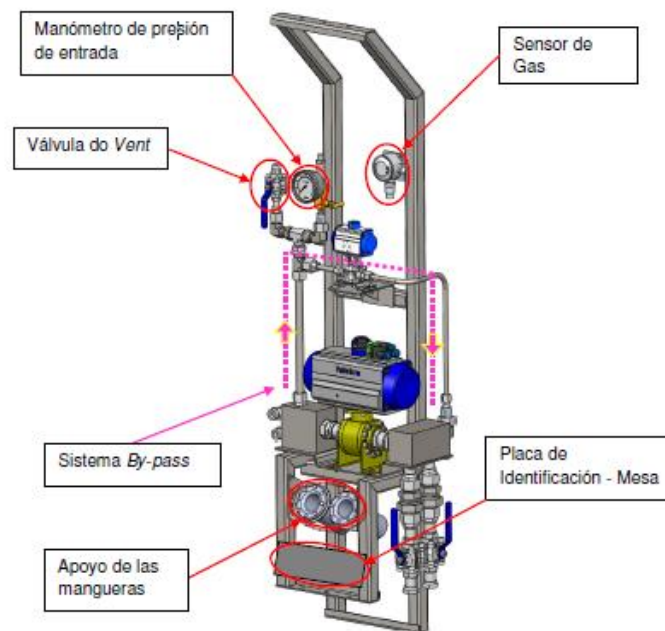
Este sistema está ligado con las dos válvulas anteriores como ya había mencionado en la primera etapa solo se regulan presiones que se encuentren por

encima de los 90 bar y en la segunda aquellas que estén por debajo, lo que permite este sistema de BY-Pass es que si la presión de entrada al sistema se encuentra por debajo de los 90 bar este flujo de gas pase directamente a la segunda etapa de reducción.

4.2.3 MESA DE DESCOMPRESIÓN

El sistema es compuesto por tres mesas de descompresión que trabajan en parejas. Cada una es compuesta con sensor de gas, botonera de emergencia, manguera para conectar en el contenedor, sistema de venteo, transmisores de presión entre otros componentes.

Figura 30.Mesa de Descompresión



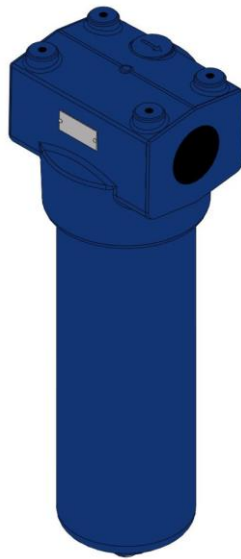
Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500,NeoGas del Brasil S.A.

4.2.4 UNIDAD FILTRANTE

4.2.4.1 FILTRO DE ENTRADA

A la entrada de la RCU se encuentra un filtro de partículas de alta presión , el cual tiene capacidad de filtrar hasta partículas de $3,0\mu\text{m}$, este elemento cuenta con un drenado manual.

Figura 31.Filtro de Entrada de la RCU 1500

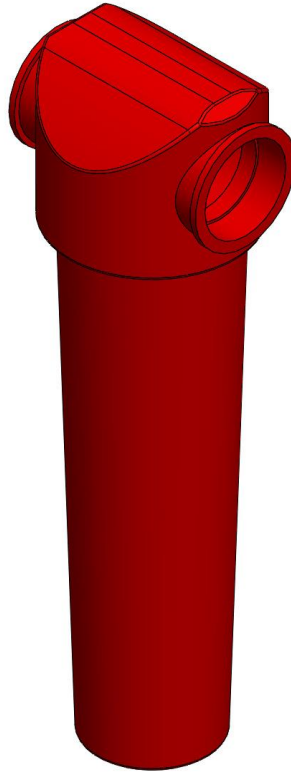


Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500,NeoGas del Brasil S.A.

4.2.4.2 FILTRO DE SALIDA

En la salida se encuentra un filtro coalescente el cual cuenta con un drenado automático y es para bajas presiones, se encuentra instalado en el sistema de By – Pass del equipo.

Figura 32. Filtro de Salida de la RCU 1500



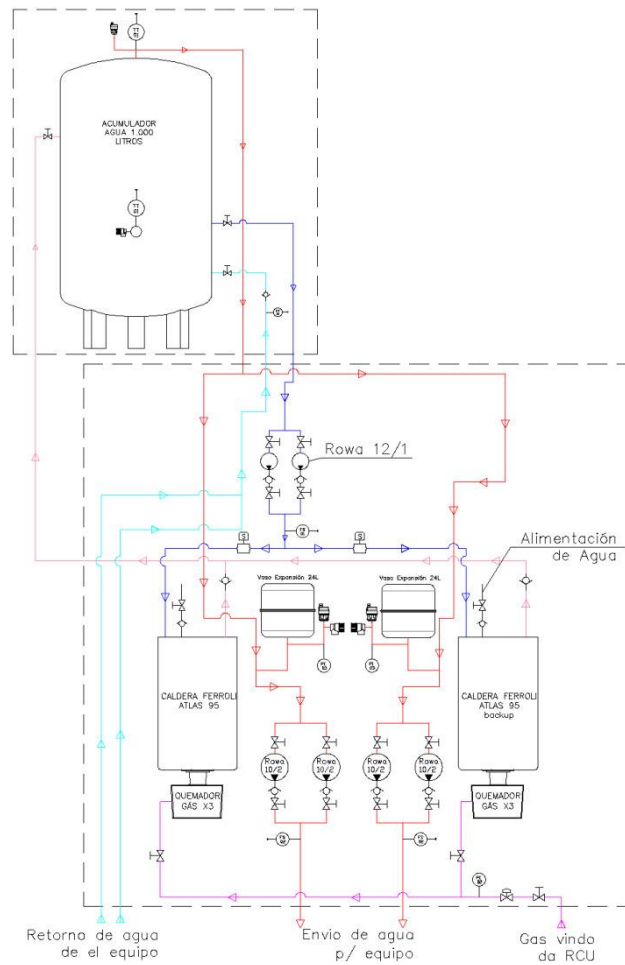
Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500, NeoGas del Brasil S.A.

4.2.5 SISTEMA DE CALENTAMIENTO

El sistema de calentamiento de la RCU está compuesto por un tanque acumulador de agua y dos intercambiadores de calor los cuales son los encargados de regular la temperatura en dos etapas, el agua circula por el sistema gracias a dos Bombas hidráulicas.

La temperatura es monitorizada a través de sensores y estos datos son visualizados a través a un tablero automatizado y posteriormente es comparada con la temperatura programa por defecto en el PLC el cual tomada la decisión de activas o desactivar el calentador según corresponda, en la Figura 33 se puede apreciar el diagrama funcional del sistema de calentamiento de la RCU 1500.

Figura 33. Diagrama de la unidad de calentamiento



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500, NeoGas del Brasil S.A

4.2.5.1 CALDERAS

El equipo se encuentra formado por dos calderas con capacidad de 103 KW , una de estas siempre se encuentra como Backup , y son las encargadas de calentar el agua del vaso acumulador , posteriormente del agua circula hasta los intercambiadores de calor que son responsables por hacer el cambio de calor entre el agua caliente y el gas frio, así dejando el gas en la temperatura registrada en el CLP.

Figura 34. Caldera Ferrolí



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500, NeoGas del Brasil S.A.

4.2.5.2 QUEMADORES

Cuenta con dos quemadores ubicados debajo de casa una de las calderas, estos quemadores son capaces de producir hasta 150.000 Kcal/h. las llamas que produce este quemador es la que calienta el agua dentro de la caldera.

Figura 35. Quemado Gas



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500, NeoGas del Brasil S.A.

4.2.5.3 BOMBAS HIDRÁULICAS

Las RCU utilizan dos tipos de bombas para ejecutar las tareas, de las cuales 3 son bombas de respaldo. Las Bombas grandes identificadas como 12/1 tiene un flujo de 6000 litros por horas son usadas para enviar agua fría del acumulador y bombear a las calderas y las pequeñas identificadas como 10/2 tiene un flujo de

14.000 litros por minuto y son utilizadas para bombear agua caliente de los acumuladores hasta los intercambiadores de calor de la RCU.

Figura 36. Bomba Rowa 12/1



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500, NeoGas del Brasil S.A.

Figura 37. Bomba Rowa 10/2



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500, NeoGas del Brasil S.A.

4.2.5.4 VASO DE EXPANSIÓN

Se utiliza un vaso de expansión de 24 litros el cual cumple la función de compensar el aumento de volumen del agua causada por el aumento de su temperatura, sea en la calefacción o la producción de agua caliente.

Figura 38.Vaso de Expansión

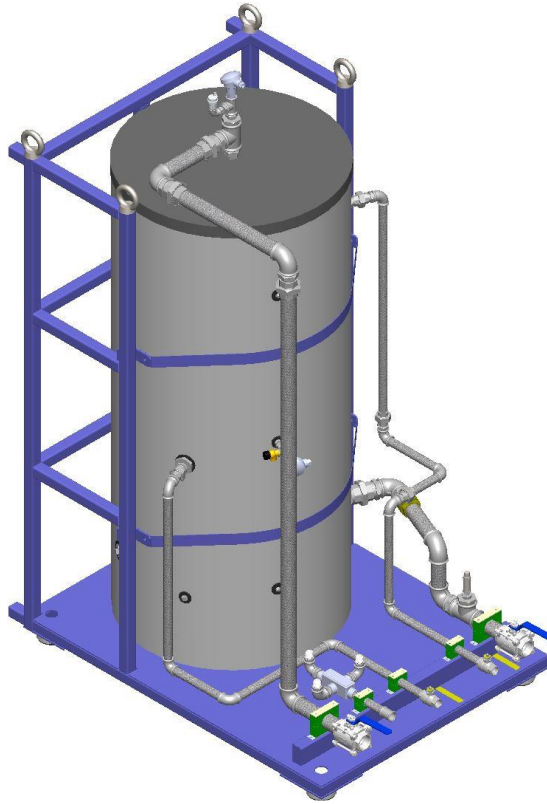


Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500,NeoGas del Brasil S.A.

4.2.5.5 ACUMULADOR

El acumulador es el tanque encargado de almacenar el agua que posteriormente es usado para calentar el gas en las RCU y tiene una capacidad de 1000 litros.

Figura 39.Acumulador - 1000 Litros



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500,NeoGas del Brasil S.A.

4.2.6 SISTEMA DE EMERGENCIA

El sistema de seguridad de la RCU se encuentra conformado por 3 válvulas de alivio de presión, las cuales están calibradas para que se activen después de que el sistema sobrepasa el 10% de la presión de trabajo máximo.

Están se encuentran estratégicamente ubicadas durante todo el trayecto que recorre el gas en su reducción empezando por una al momento que ingresa el gas al sistema posteriormente después de la etapa uno y dos.

Por otro lado, este sistema se seguridad se encuentra respaldo por una serie de sensores de presión lo cuales están conectados CLP el cual al encontrar una presión fuera de rango emitirá una alarma y maniobrará las válvulas de bloqueo para asegurar la integridad de la RCU.

4.2.6.1 BOTONERA DE EMERGENCIA

Son dos botones de emergencia que se encuentra uno dentro del tablero de control y al lado de la RCU , este botón al ser pulsado enviara un pulso al PLC que de manera inmediata realizara parada de toda la operación de la RCU.

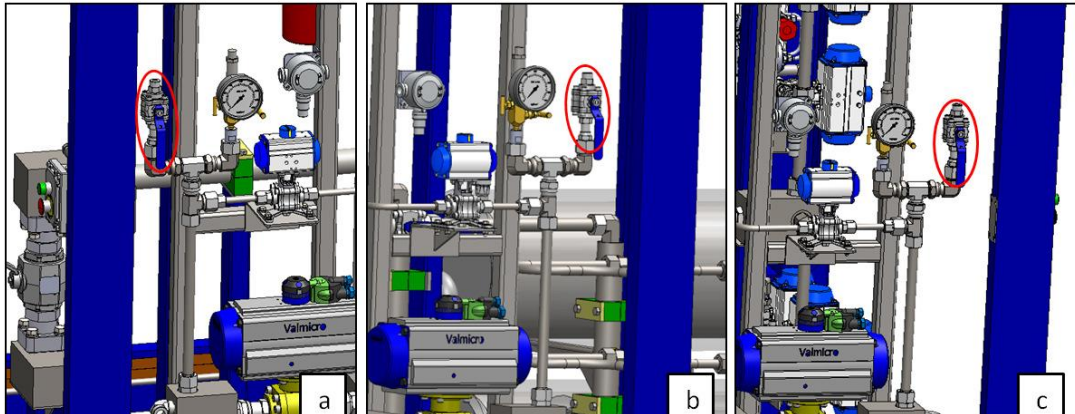
4.2.6.2 VÁLVULAS DE ALIVIO

Las válvulas de alivia se activan el momento que el sistema tiene una presión por encima (aprox. 10%) a la que debe funcionar el sistema, la válvula al ser activada redirige el gas a una línea que lo libera a la atmosfera y una vez el sistema retome la presión de trabajo estándar esta válvula se cerrera automáticamente permitiendo la operación normal de la RCU.

4.2.6.3 SISTEMA DE VENTEO

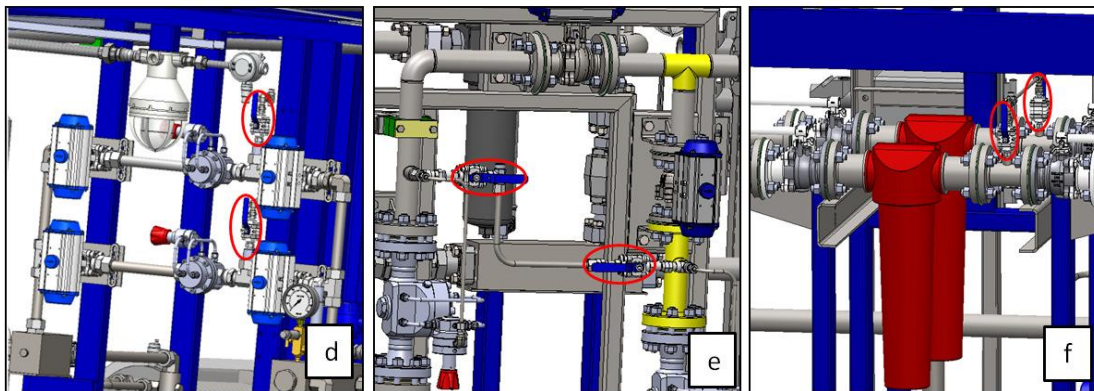
El sistema de venteo con el que cuenta la RCU es utilizado para cuando la maquina requiere un mantenimiento y requiera ser despresurizada como el cambio de una válvula o accesorio del sistema.

Figura 40.Puntos de Venteo RCU 1500



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500,NeoGas del Brasil S.A.

Figura 41.Puntos de Venteo RCU 1500



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500,NeoGas del Brasil S.A.

- ✓ Válvula del venteo en la Mesa integrada 1 (Izquierda)
- ✓ Válvula del venteo en la Mesa integrada 2 (Media)
- ✓ Válvula del venteo en la Mesa integrada 3 (Derecha)
- ✓ Válvulas del venteo de las RHPS da la Primera Etapa de Reducción
- ✓ Válvulas del venteo intermedios

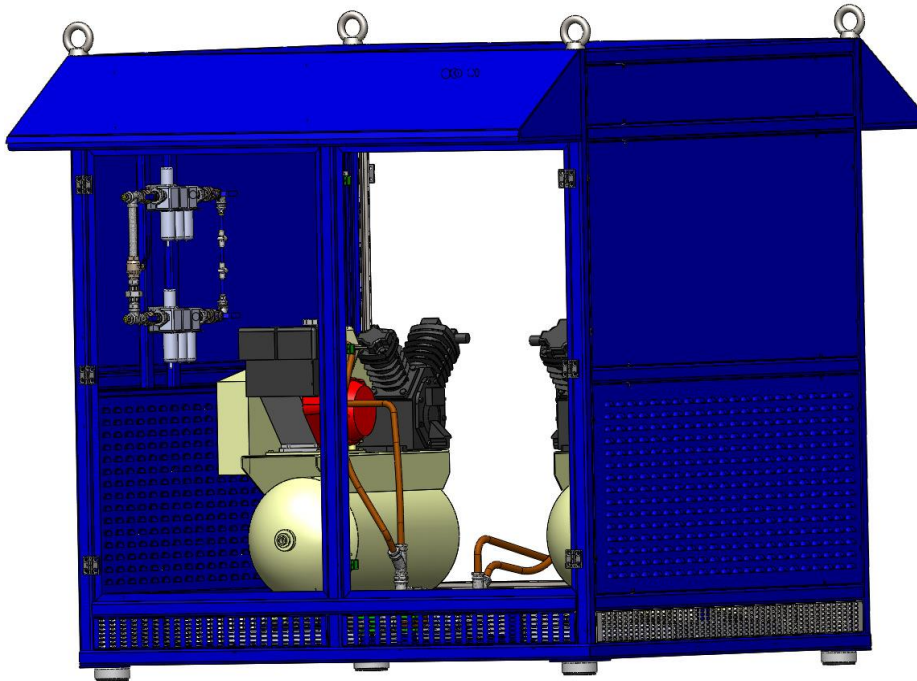
- ✓ Válvulas del venteo en la salida de la RCU

4.2.7 UNIDAD COMPRESORA DE AIRE

El sistema de compresión de aire cuenta con dos compresores cada uno de estos tiene un caballo de fuerza y pueden funcionar simultáneamente ambos compresores, pero son encendidos y puestas en marcha se realizan en dos etapas, el primero arranca a 7.5 Bar y el segundo a 7 bar.

La regulación de estos compresores se maneja de manera individual, pero todo el manejo eléctrico se le da desde el tablero de control.

Figura 42. Sistema de compresores de aire RCU 1500



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento RCU1500, NeoGas del Brasil S.A.

5 DESARROLLO PLAN MEJORADO DE MANTENIMIENTO

El presente trabajo se desarrolla dado a la importancia que tienen las unidades de reducción y control de presión de gas RCUs para la continua producción de los campos petroleros de la compañía en donde se encuentran ubicadas, como alternativa de suministro de gas combustible para la generación y distribución eléctrica de estos.

PMO, Optimización del Mantenimiento Preventivo fue la metodología seleccionada a desarrollar para obtener un plan de mantenimiento adecuado en estos equipos, se tomó esta decisión pues presenta una fuerte ventaja en menor tiempo de ejecución al momento de desarrollarla, por otra parte, se cuenta con información relevante del equipo para la aplicación de esta metodología, información que a continuación se relaciona:

- ✓ El equipo cuenta con un plan de mantenimiento administrado por un CMMS (MP9), el cual se desarrolló a partir de las principales fallas funcionales.
- ✓ Se cuenta con históricos y reportes de fallas, alojados en una base de datos y administrados en el CMMS (MP9).
- ✓ Actividades que se ejecutan y no se almacenan en la base de datos del CMMS, estas podrían dar valor y ser incluidas dentro de la optimización del plan de mantenimiento.

El desarrollo del PMO para las Unidades de Reducción y Control de Presión de Gas (RCUs) se ejecutó teniendo en cuenta la información suministrada por la empresa que actualmente ejecuta las labores de mantenimiento como lo son los planes de mantenimiento, las tareas que apoyan estos planes de mantenimiento, información digital consignada en las Ordenes de trabajo en esos equipo, el tipo de mantenimiento ya sea preventivo o correctivo, información acerca del componente que falla, apoyo del personal técnico, y del líder del grupo de operaciones de la compañía, el suministro de manuales de operación y mantenimiento apoyados con el sistema de información MP9.

A continuación, se presenta el desarrollo de la optimización del plan de Mantenimiento

5.1 RECOPIACION DE LA INFORMACIÓN

La recopilación de la información se dio a través de la empresa que actualmente opera y mantiene estas unidades y se basó en el suministro y revisión de los planes de mantenimiento y en las tareas que componen cada plan, así mismo información de tareas preventivas y correctivas ejecutadas en una base de tiempo establecida lo que nos permitió ir más allá de los pasos del PMO establecidos analizando la información de los reportes de falla y de los componentes que fallan, así mismo el suministro de los manuales de operación y

mantenimiento de estas unidades, destacando la siguiente información como fuentes de las actividades del plan actual:

- ✓ Planes y tareas de mantenimiento cargadas actualmente en el CMMS.
- ✓ Rutinas por parte del personal de operación.
- ✓ Reportes de fallas.

En el ejercicio se evidenciaron planes que estaban compuestos por paso a paso y no por tareas, estos paso a paso deben ir consignados en un manual de procedimientos y no en un plan de mantenimiento, los cuales fueron eliminados del plan actual, así mismo tareas repetidas.

5.1.1 REGISTRO DE TAREAS ACTUALES

Las informaciones de estas actividades se registraron en un formato que describe la siguiente información:

Tarea: Actividad consignada actualmente en el plan de mantenimiento.

Frecuencia: Periodicidad con la cual se debe realizar la tarea.

Responsable: Ejecutor establecido para cada tarea de mantenimiento.

Tabla 2. Alistamiento de Tareas según el plan de Mantenimiento Actual

TAREA ACTUAL	FRECUENCIA	RESPONSABLE
INSPECCION RUTINARIA RCU SEMANAL CORQT-AT-24	SEMANAL	NEOGAS
Inspección de Valvulas Reguladoras de Primer Brazo 1 y 2 Línea (Presiones 40-60Bar), Verificar By Pass Cerrado	SEMANAL	NEOGAS
Inspección de valvulas reguladoras de segundo brazo 1 y 2 línea (presiones entre 4-8bar)	SEMANAL	NEOGAS
Realizar drenaje de filtros de baja y alta presión	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar presión de agua en sistema de calentamiento de 1 a 2 bar	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar funcionamiento de bombas, sentido de giro y fugas por sellos	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar las mangueras y tubería del sistema de calentamiento e intercambiadores	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar elemento filtrante de la unidad de mantenimiento cambiar si se requiere	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar los manómetros (medición, glicerina)	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar si están habilitados todos los sensores en pantalla oculta HMI	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar operatividad de la iluminaria de la RCU y cuartos de control	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar encendido de compresores y niveles de aceites	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar filtros de ingreso agua a calentadores (no aplica calentador ferrolli)	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar fugas de aire en línea neumáticas y bloques de electroválvulas	SEMANAL	NEOGAS
Realizar limpieza a rejillas de ingreso aire a tablero eléctrico (verificar funcionamiento ventiladores)	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar y realizar purga a unidad de mantenimiento	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar valores de presión y temperatura HMI comparar con la lectura de los instrumentos	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar estructura tablero eléctrico, unidad de mto y RCU (chapas, visagras, carpa)	SEMANAL	NEOGAS
Verificar temperaturas: entrada, primera reduc, segunda reduc, calentamiento y ambiente.	SEMANAL	NEOGAS
Verificar funcionamiento actuadores neumáticos y sensores de posicionamiento	SEMANAL	NEOGAS
INSPECCION RUTINARIA RCU TRIMESTRAL CORQT-AT-26	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar con agua jabonosa manguera y conectores de aire (fugas)	TRIMESTRAL	NEOGAS

Todas las Tareas de los planes de mantenimiento actual se evidencian en el Anexo A, para un total de 101 tareas.

5.1.2 INCLUSIÓN DE TAREAS DE MANTENIMIENTO SEGÚN FABRICANTE

A continuación, se adiciona en el formato de tareas actuales, todas las tareas de mantenimiento que el fabricante recomienda para ello pueden consultar el Anexo B: Manual de Operación y Mantenimiento RCU 1500.

Tabla 3. Adición de Tareas según Recomendaciones del Fabricante al plan de Mantenimiento.

TAREA ACTUAL + TAREAS DE MANTENIMIENTO RECOMENDAS POR FABRICANTE	FRECUENCIA	RESPONSABLE
CORI-AT.34 CALIBRACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD PSV Y EXCESO DE FLUJO(anual)	ANUAL	NEOGAS
MESA DE DESCOMPRESION		NEOGAS
Pesquisa y control de fuga	ANUAL	NEOGAS
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar fijaciones: tornillo, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros.	ANUAL	NEOGAS
Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos	ANUAL	NEOGAS
Verificación de la válvula actuadora principal	MENSUAL	NEOGAS
Verificación de la válvula actuadora del by-pass	MENSUAL	NEOGAS
Verificar sistema de venteo	ANUAL	NEOGAS
Verificar la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	TRIMESTRAL	NEOGAS
UNIDAD FILTRANTE		NEOGAS
Pesquisa y control de fuga	ANUAL	NEOGAS
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS
Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos	ANUAL	NEOGAS
Verificar la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera	TRIMESTRAL	NEOGAS
Hacer la purga de los filtros de alta presión	SEMANTAL	NEOGAS
Hacer la limpieza en el filtro de baja presión.	SEMANTAL	NEOGAS
RCU		NEOGAS
Pesquisa y control de fuga	ANUAL	NEOGAS
Conservación de las estructuras (limpieza, corrosión, infiltración).	TRIMESTRAL	NEOGAS

Anexo C. Tareas Actuales más Tareas de Mantenimiento Recomendadas según Fabricante, para un total de 155 tareas.

Como ya se había indicado anteriormente, los planes actuales de mantenimiento preventivo en estas unidades contaban con tareas que al evaluarlas en realidad son los paso a paso para poder ejecutar dicha tarea, estos paso a paso deben de ir consignados en un manual de procedimiento y no en actividades como tareas a ejecutar dentro de un plan de mantenimiento, con el fin de depurar aún más las tareas estos paso a paso son eliminados, así mismo se eliminan tareas que son planteadas de forma muy general quedando así la tabla anterior:

Tabla 4. Adición de Tareas según Recomendaciones del Fabricante al plan de Mantenimiento actual menos actividades que no deben estar en el Plan como tareas, pero si consignadas en el procedimiento del mantenimiento.

TAREA ACTUAL + TAREAS DE MANTENIMIENTO RECOMENDAS POR FABRICANTE - ELIMINACIÓN PASO A PASO PROCEDIMENTAL	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Conservación de las estructuras (limpieza, corrosión, infiltración).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar las tuberías de entrada y salida	CUANDO SEA NECESARIO	NEOGAS
Inspeccionar la parte interna del tablero eléctrico (sistema eléctrico, neumático, humedad, filtración)	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificación de la válvula actuadora principal	MENSUAL	NEOGAS
Verificación de la válvula actuadora del by-pass	MENSUAL	NEOGAS
Hacer funcionar la válvula de alivio	QUINCENAL	NEOGAS
Hacer la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera	QUINCENAL	NEOGAS
Realizar limpieza a rejillas de ingreso aire a tablero electrico (verificar funcionamiento ventiladores)	SEMANAL	NEOGAS
Verificar la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar el funcionamiento de la válvula solenoide de la unidad de calefacción	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar sistema de venteo	ANUAL	NEOGAS
Verificar la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar los cables (guayas) y mosquetones de seguridad a mangueras de alta presión	MENSUAL	NEOGAS
Verificación de los fusibles	TRIMESTRAL	NEOGAS

Anexo D. Tareas Actuales más Tareas de Mantenimiento Recomendadas según Fabricante menos Actividades paso a paso, para un total de 93 tareas a analizar.

5.2 ANALISIS MODO DE FALLA DE CADA TAREA

Después de recopilar la información de cada una de las tareas del plan actual de mantenimiento, adicionar las tareas de mantenimiento que el fabricante recomienda y de golpe la eliminación de actividades que no corresponden a tareas dentro de un plan de mantenimiento construyendo un plan coherente para realizar el análisis de modo de falla y continuar con la optimización del plan de mantenimiento preventivo a las unidades de reducción y control de presión de gas RCU.

En la siguiente tabla, se evidencia la evaluación a que modos de falla cada tarea de mantenimiento puede ayudar a prevenir o mitigar.

Tabla 5. Evaluación a qué modo de falla puede ayudar a prevenir o mitigar cada una de las tareas del plan de mantenimiento.

TAREA ACTUAL + TAREAS SEGÚN RECOMENDACIÓN FABRICANTE	FRECUENCIA	RESPONSABLE	MODO DE FALLA
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS	desajustes ,vibraciones
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS	desajustes ,vibraciones
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS	desajustes ,vibraciones
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS	deterioro del equipo(corrocion)
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS	deterioro del equipo(corrocion)
Conservación de las estructuras (limpieza, corrosión, infiltración).	TRIMESTRAL	NEOGAS	deterioro del equipo(corrocion)
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS	deterioro del equipo(corrocion)
Inspeccionar las tuberías de entrada y salida	CUANDO SEA NECESARIO	NEOGAS	deterioro del equipo(corrocion)
Inspeccionar la parte interna del tablero eléctrico (sistema eléctrico, neumático, humedad, filtración)	TRIMESTRAL	NEOGAS	Arco Eléctrico
Verificación de la válvula actuadora principal	MENSUAL	NEOGAS	Bloqueo en actuador y válvula
Verificación de la válvula actuadora del by-pass	MENSUAL	NEOGAS	Bloqueo en actuador y válvula
Hacer funcionar la válvula de alivio	QUINCENAL	NEOGAS	Bloqueo , Fuga
Hacer la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera	QUINCENAL	NEOGAS	Bloqueo , Fuga
Realizar limpieza a rejillas de ingreso aire a tablero eléctrico (verificar funcionamiento ventiladores)	SEMANAL	NEOGAS	bloqueo de flujo de aire al tablero
Verificar la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera	TRIMESTRAL	NEOGAS	Bloqueo de Válvula
Inspeccionar el funcionamiento de la válvula solenoide de la unidad de calefacción	TRIMESTRAL	NEOGAS	Bloqueo de Válvula
Verificar sistema de venteo	ANUAL	NEOGAS	Bloqueo de Válvula
Verificar la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	TRIMESTRAL	NEOGAS	Bloqueo de Válvula
Inspeccionar los cables (guayas) y mosquetones de seguridad a mangueras de alta presión	MENSUAL	NEOGAS	Cables y mosquetones en mal estados
Verificación de los fusibles	TRIMESTRAL	NEOGAS	Circuito abierto
Verificar el condensador	SEMANAL	NEOGAS	Contencion
Inspeccion de controlador electrónico calentador ferroli (verde operativo rojo alarmado)	MENSUAL	NEOGAS	Controlador en Falta
Inspeccionar conexiones eléctricas y medir voltajes	MENSUAL	NEOGAS	cortocircuito
Verificación de las conexiones y de los cables	SEMESTRAL	NEOGAS	cortocircuito
Verificar el estado físico de los cables	SEMESTRAL	NEOGAS	cortocircuito

Anexo E. Se encuentra todo el análisis de modo de falla de cada una de las tareas del plan.

5.3 RACIONALIZACION DE LOS MODOS DE FALLA

Luego de analizar y evaluar cada una de las tareas del plan de mantenimiento propuesto procedemos a racionalizar estas tareas a través de los modos de falla, es decir, agrupando las tareas a través de los modos de falla, es importante acotar que el equipo se divide en varios sistemas por esa razón se definió que para algunos componentes de sistemas la tarea puede ser dividida, es decir, tareas diferentes a pesar de que el modo de falla sea el mismo.

- ✓ Sistemas que Componen la Unidad de Reducción y Control de Gas RCU
 - Sistema de Calentamiento
 - Sistema de Filtración de Gas
 - Sistema de Mesas
 - Gabinete de Control
 - Sistema Neumático
 - Sistema de Regulación de Gas
 - Sistema eléctrico.
 - Sistema de Seguridad.

- ✓ Tipos de Mantenimiento que se realizan a la Unidad
 - Mantenimiento Correctivo
 - Mantenimiento Preventivo
 - Inspección
 - Datos Operacionales (DOP)

Tabla 6.Desarrollo Análisis Racionalización Modo de Falla (Ejemplo)

MODO DE FALLA	TAREA PLAN + TAREA SEGÚN FABRICANTE (NUEVA TAREA)
desajustes , vibraciones	Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).
desajustes , vibraciones	Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).
desajustes , vibraciones	Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).
deterioro del equipo(corrosion)	Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).
deterioro del equipo(corrosion)	Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).
deterioro del equipo(corrosion)	Conservación de las estructuras (limpieza, corrosión, infiltración).
deterioro del equipo(corrosion)	Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).
deterioro del equipo(corrosion)	Inspeccionar las tubería de entrada y salida
Arco Electrico	Inspeccionar la parte interna del tablero eléctrico (sistema eléctrico, neumático, humedad, filtración)
Bloqueo en actuador y valvula	Verificación de la válvula actuadora principal
Bloqueo en actuador y valvula	Verificación de la válvula actuadora del by-pass
Bloqueo , Fuga	Hacer funcionar la válvula de alivio
Bloqueo , Fuga	Hacer la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera
bloqueo de flujo de aire al tablero	Realizar limpieza a rejillas de ingreso aire a tablero electrico (verificar funcionamiento ventiladores)
Bloqueo de Válvula	Verificar la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera
Bloqueo de Válvula	Inspeccionar el funcionamiento de la válvula solenoide de la unidad de calefacción
Bloqueo de Válvula	Verificar sistema de venteo
Bloqueo de Válvula	Verificar la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera
Cables y mosquetones en mal estados	Inspeccionar los cables (guayas) y mosquetones de seguridad a mangueras de alta presion
Circuito abierto	Verificación de los fusibles
Contencion	Verificar el condensador
Controlador en Falla	Inspeccion de controlador electronico calentador ferrolli (verde operativo rojo alarmado)
cortocircuito	Inspeccionar conexiones electricas y medir voltajes
cortocircuito	Verificación de las conexiones y de los cables
cortocircuito	Verificar el estado físico de los cables

Anexo F, Se encuentra como ejemplo la Agrupación de Tareas por Modo de Falla.

Hacia la Definición de una Nueva política de Mantenimiento PMO, En este punto es preciso identificar si el modo de Falla que se analizo para cada tarea de mantenimiento es Aleatorio o Temporal, para tal motivo definimos que un modo de falla es aleatorio cuando se presenta sin dar ningún aviso y un modo de falla es temporal o por tiempo cuando este se evidencia por algún síntoma, teniendo ya esta evaluación del tipo del modo de falla a cada modo de falla, se procede a evaluar las consecuencias de la fallas

5.4 EVALUACION DE LAS CONSECUENCIAS

En este punto lo que se realizó para evaluar la consecuencia de la falla, fue el de determinar cuáles de las fallas son ocultas o evidentes, se considera oculta cuando la falla funcional no es evidente por si misma bajo circunstancias normales

de operación y es evidente cuando en circunstancias normales de operación se hace notoria.

Como cada modo de falla tiene diferentes efectos, por esa razón se realizó la evaluación cada modo de falla y que consecuencias acarrearían en los aspectos ambiental, seguridad a personas (HSEQ) y producción (PROD), arrojando como resultados posibles afectaciones a seguridad de personas e indiscutiblemente con afectación a la producción con altos costos de mantenimiento sobre los sistemas de levantamiento artificial y en algunos casos la pérdida de pozos productores.

Tabla 7. Tabla No 6 Evaluación del Tipo MDF, Ocultas o Evidentes y su Consecuencia.

TAREA PLAN + TAREA SEGÚN FABRICANTE (NUEVA TAREA)	TIPO MTTTO	FRECUENCIA	RESPONSABLE	TIPO MDF	EVALUACIÓN MD	CONSECUENCIA
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	PVO	ANUAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	PVO	ANUAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	PVO	ANUAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Conservación de las estructuras (limpieza, corrosión, infiltración).	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Inspeccionar las tuberías de entrada y salida	INS	CUANDO SEA NECESARIO	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Inspeccionar la parte interna del tablero eléctrico (sistema eléctrico, neumático, humedad, filtración)	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	HSEQ
Verificación de la válvula actuadora principal	PVO	MENSUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Verificación de la válvula actuadora del by-pass	PVO	MENSUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Hacer funcionar la válvula de alivio	PVO	QUINCENAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Hacer la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	PVO	QUINCENAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Realizar limpieza a rejillas de ingreso aire a tablero eléctrico (verificar funcionamiento ventiladores)	PVO	SEMANAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Verificar la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Inspeccionar el funcionamiento de la válvula solenoide de la unidad de calefacción	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Verificar sistema de viento	INS	ANUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Verificar la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Inspeccionar los cables (guayas) y mosquetones de seguridad a mangueras de alta presión	INS	MENSUAL	NEOGAS	T	Evidente	HSEQ
Verificación de los fusibles	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Verificar el condensador	INS	SEMANAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD

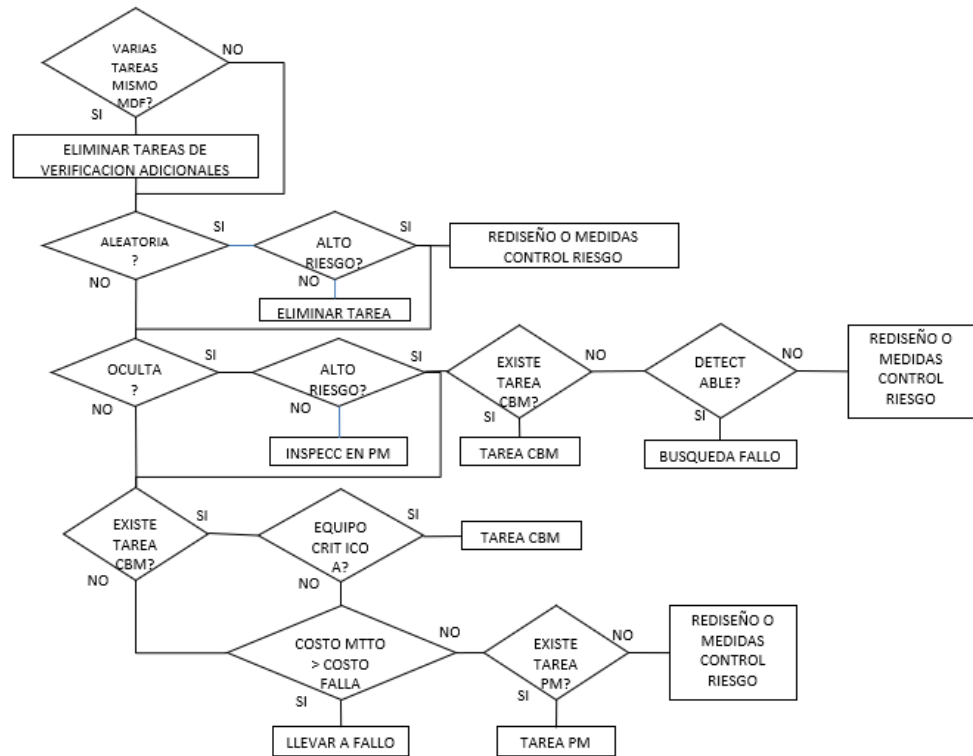
Anexo G, Se encuentra completo el desarrollo de evaluación del Tipo de los MDF y su Consecuencia

5.5 DEFINICION DE LA POLITICA DE MANTENIMIENTO

Para definir la política de mantenimiento nos basamos en el siguiente diagrama de decisión, en este diagrama cada modo de falla fue analizado teniendo como base

para su valoración las evaluaciones anteriores realizadas con anterioridad en los cuales se tuvo en cuenta la determinación acerca de si la falla fue oculta o evidente, aleatorio y/o en el tiempo y su consecuencia.

Figura 43. Diagrama Optimización de Tareas



Fuente: GOMEZ LOZANO, Iván Darío

Consecuentemente para la definición de la nueva política de mantenimiento se tuvo en cuenta los modos de falla que cubrían varias tareas de mantenimiento, estas tareas de mantenimiento fueron eliminadas.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla la nueva política de mantenimiento basado en el anterior diagrama de decisión, en esta tabla se puede observar que es acompañada por nuevas columnas que incluyen la descripción de la tarea nueva, con su respectivo responsable y tiempo en que toma realizar la tarea.

Tabla 8. Definición de Tareas Nuevas, Frecuencia, Tiempo estimado para ejecutar la labor y Nuevo responsable

POLITICA SOBRE TAREA	TAREA NUEVA	HORAS ESTIMADAS	FRECUENCIA NUEVA	RESPONSABLE NUEVO
Agrupar	Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	90 min	ANUAL	MANTENIMIENTO
Agrupar	Conservación de Equipos Mecánicos, Estructuras y Tuberías (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.)	90 min	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Agrupar	Inspeccionar conexiones electricas, estado Físico de los cables y medir voltajes	180 min	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Agrupar	Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos	30 min	DIARIA	OPERADOR
Agrupar	Inspeccionar Fugas de Aire con Agua Jabonosa líneas, conectores y Bloques de Valvula	90 min	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Agrupar	Verificar la tensión de la correa de los compresores de Aire	30 min	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Agrupar	Realizar Purga de los Filtros de Alta y Baja Presion de Gas	10 min	DIARIA	OPERADOR
Dejar la misma		20 min	TRIMESTRAL	
Dejar la misma		10 min	SEMANTAL	
Dejar la misma		10 min	TRIMESTRAL	
Dejar la misma		5 min	DIARIA	OPERADOR
Dejar la misma				
Dejar la misma				
Dejar la misma		15 min	DIARIA	OPERADOR
Nueva Tarea	Inspeccionar encendido de compresores y niveles de aceites	30 min	SEMANTAL	MANTENIMIENTO
Dejar la misma Tarea		30 min	DIARIA	OPERADOR
Dejar la misma Tarea		300 min		
Dejar la misma Tarea		30 min	DIARIA	OPERADOR
Dejar la misma Tarea		60 min		

Anexo H, Se encuentra completo la Definición de la Nueva política de Mantenimiento.

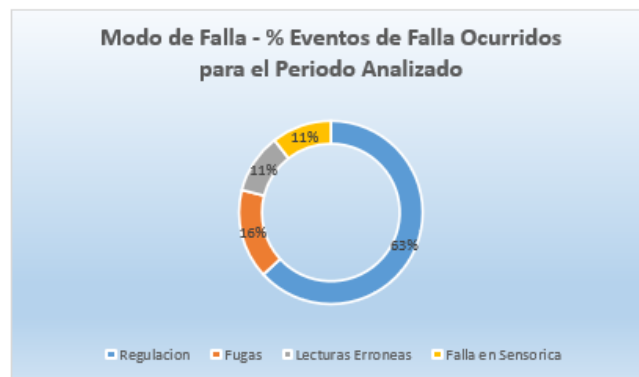
5.6 PROPUESTA

con el objetivo de mejorar la confiabilidad en estos equipos y robustecer la optimización del plan de mantenimiento se evaluó la información de los eventos de falla que han tenido estas unidades, a continuación, tabla de eventos de falla:

Tabla 9.Eventos de Falla en las Unidades de Reducción y Control de Presión de Gas

FALLAS PRESENTADAS											Frecuencia en que se presenta la falla x dias				
Item	Q.T. Origen	Q.T.	Fecha Prog.	Fecha Cierre	Días en Abierto	Tiempo	Equipo	Tipo de Mantenimiento	Responsable	Solicitud de Servicio	Elemento de Falla	Regulacion	Fugas	Medicion	Falla en Sensorica
1	000395	06/05/2019	05/05/2019	-1	8,32	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON		SD DEL EQUIPO	Regulacion	6			
2	000396	000321	30/04/2019	23/04/2019	-7	4,38	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	QUIRLEY PEREZ DIAZ	Linea principal y back-up de 2da etapa se bloquean	Regulacion	13			
3	000396	000396	17/04/2019	17/04/2019	0	4,48	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON	CAMBIO DIAFRAGMA REGULADORAS	Regulacion	1			
4	000394	000394	16/04/2019	16/04/2019	-1	5,45	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON	SD RCU POR REGULACION	Regulacion	2			
5	000394	000398	14/04/2019	07/04/2019	-7	0,80	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	QUIRLEY PEREZ DIAZ	Defecto linea 2 de 1era etapa	Regulacion	2			
6	000392	000393	14/04/2019	07/04/2019	-7	0,75	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	QUIRLEY PEREZ DIAZ	Fugas gas actuado bypass 1de Temperatura	Fugas		27		
7	000373	000373	12/04/2019	13/04/2019	1	0,85	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON	FALLA PRIMERA REGULACION DE TETAPA	Regulacion	28			
8	0002923	0002923	14/03/2019	16/03/2019	2	2,88	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	QUIRLEY PEREZ DIAZ	FUGA POR EL PILOTO DE PRIMERA REGULACION	Regulacion	30			
9	0002919	0002919	11/03/2019	11/03/2019	0	5,53	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	QUIRLEY PEREZ DIAZ	corregir fuga e conector de valvula Bypass mesa 3	Fugas		05		
10	0002808	0002808	14/02/2019	14/02/2019	0	8,48	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON	DEFECTO EN LINEA PRINCIPAL DE TETAPA DE REGULACION	Regulacion	38			
11	0002797	0002797	09/02/2019	09/02/2019	0	8,92	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON	Falla en transmisor y manometro de presion de salida	Lecturas Erroneas			1	
12	0002795	0002795	08/02/2019	08/02/2019	0	8,57	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	QUIRLEY PEREZ DIAZ	Inspección de presión RCU Kona	Lecturas Erroneas			80	
13	0002624	0002658	14/01/2019	07/01/2019	-7	1,8	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON	Se debe cambiar sello obturador de reguladora back-up de segunda regulacion.	Regulacion	15			
14	0002669	0002669	23/12/2018	23/12/2018	0	1,05	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	HAROLD DAVID ALVAREZ RIPPOLL	revision reguladores back up de segunda por falla	Regulacion	13			
15	0002534	0002534	11/12/2018	11/12/2018	-1	87,00	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	JOHN ADENIR ALVAREZ GARZON	Falla RCU 500, problemas de regulacion segunda etapa (separacion servicio del 9 dic 2018)	Regulacion	23			
16	0002458	0002464	03/12/2018	28/11/2018	-7	4,10	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	HAROLD DAVID ALVAREZ RIPPOLL	Fuga en unidad de mantenimiento.	Fugas	6			
17	0002439	0002439	20/11/2018	20/11/2018	0	2,50	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	HAROLD DAVID ALVAREZ RIPPOLL	CAMBIO DE POSICIONADORES	Falla Sensorica				7
18	0002436	0002436	19/11/2018	19/11/2018	0	1,83	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	JULIAN RICARDO MARQUEZ	FALLA EN REGULACION	Regulacion				
19	0002396	0002396	13/11/2018	11/11/2018	-2	5,95	00009-R.U 500 -KONA	CORRECTIVO PLANEADO	JULIAN RICARDO MARQUEZ	falla en RCU al momento del cambio de mesa	Falla Sensorica				

Figura 44.Distribución de Eventos



Si observamos la distribución de eventos de falla, el mayor aporte a fallas lo genera el sistema de regulación de gas (63%), el otro 37% se distribuye entre Fugas (16%), Lecturas Erróneas (11%) y Falla en Sensorica (11%), observando la frecuencia con la cual se presentan las fallas y analizando los reportes de falla, se evidencia que existieron fallas de comisionamiento en el arranque del equipo, así

como también fallas prematuras en los componentes, esto hablando de aquellas que hacen parte de ese 37%, es decir, si se hubiese hecho un buen comisionamiento el % de falla del sistema de regulación hubiese crecido a un 84% y la falla prematura de equipos (Sensores) hubiese llegado a un 16%, por tal motivo nuestro análisis se centrara en el sistema de regulación.

Minimizar o eliminar por completo la falla que se está presentando en estas unidades, centra nuestro análisis en el sistema de regulación por tal razón se presenta la siguiente propuesta con su respectiva acción de mejora el cual deberá incluir una nueva selección de materiales o insumos y un nuevo instructivo o procedimiento para realizar la tarea.

Evaluando los reportes de trabajo del personal técnico y sus observaciones, la Principal causa por la cual falla el sistema de regulación, es porque hay presencia de líquidos tales como aceites y condensados en los reguladores evidenciándose afectación en los internos de estos.

Para completar el plan de mantenimiento preventivo se definen las siguientes sugerencias en una eventual implementación del PMO a las Unidades de reducción y control de Gas RCUs, las cuales se adicionarían como nuevas columnas así:

- ✓ Implementar drenajes automáticos sobre la filtración de gas de alta y baja presión, estos drenajes automáticos deberán ir a un sistema cerrado, normalmente al circuito de tea de baja presión.

5.6.1 INSTRUCTIVO Y PROCEDIMIENTO:

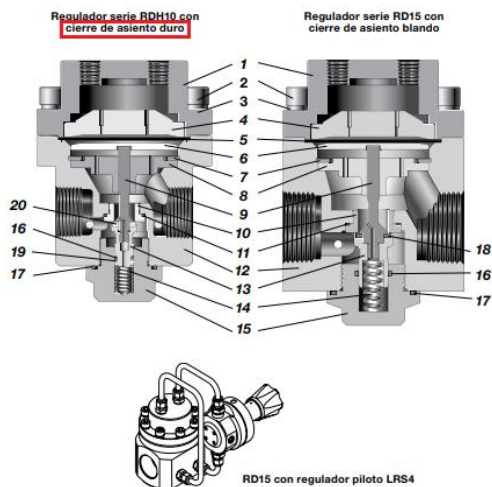
- ✓ Acción Inmediata, en el nuevo plan de mantenimiento la acción de drenado manual de esta filtración se cambia a diario y quien ejecutará esta actividad será el operador en sus rondas, tener presente que, si se va a utilizar algún recipiente, éste deberá ser metálico y puesto en piso, verificar la facilidad de extender el drenaje a piso con tubing.
- ✓ Acción Inmediata: Como un dato operacional, el operador deberá registrar en sus rondas operacionales el nivel de saturación del elemento filtrante a través de la indicación de presión diferencial en el filtro.

5.6.2 MATERIALES

- ✓ Acción Inmediata: Asegurar material de los internos del regulador y piloto:
 - Cierre de Asiento Duro, Material en PCTFE
 - Diafragma en Nitrilo
 - Junta teórica y Junta Teórica del Tapón en Nitrilo

Figura 45.Regulador de Presión RHPS

Materiales de construcción



Componente	Material / Especificación
1 Cámara de pilotaje	Acero inox. 316L / A479
2 Tornillo de la carcasa	A4-80
3 Arandela	A4
4 Placa de la cámara de pilotaje	Acero inox. 316L / A479
5 Diafragma	EPDM, FKM o nitrilo
6 Placa del diafragma	Acero inox. 316L / A479
7 Anillo de sujeción	Acero inoxidable comercial
8 Placa del cuerpo	Acero inox. 316L / A479
9 Obturador	
10 Asiento	EPDM, FKM o nitrilo
11 Junta tórica	
12 Cuerpo	Acero inox. 316L / A479
13 Carcasa del obturador	
14 Muelle del obturador	Acero inox. 302 / A313
15 Tapón del cuerpo	Acero inox. 316L / A479
16 Junta tórica	EPDM, FKM o nitrilo
17 Junta tórica del tapón	
Solo componentes serie RD	
18 Cierre del asiento	EPDM, FKM o nitrilo
Solo componentes serie RDH	
19 Anillo soporte (RDH10 solo)	PTFE
20 Cierre del asiento	PCTFE o PEEK
Lubricantes húmedos: Con base de silicona y con base de hidrocarburo sintético	

Componentes húmedos mostrados en cursiva.
Tapones de los manómetros (no se muestran): Acero inox. 431 / A276.



Fuente: <https://www.swagelok.com/downloads/webcatalogs/es/MS-02-430.PDF>

Tabla 10.Optimización del plan de mantenimiento con inclusión de Sugerencias v según evaluación Análisis de Falla.

TAREA NUEVA	HORAS ESTIMADAS	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Materiales / Insumos	Rediseño /Propuesta	Instructivo / Procedimiento
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscaadas y otros).	90 min	ANUAL	MANTENIMIENTO			
Conservación de Equipos Mecánicos, Estructuras y Tuberías (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.)	90 min	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO			
Inspeccionar conexiones eléctricas, estado físico de los cables y medir voltajes	180 min	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO			
Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos	30 min	DIARIA	OPERADOR			
Inspeccionar Fugas de Aire con Agua Jabonosa líneas, conectores y Bloques de Valvula	90 min	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO			
Verificar la tensión de la correa de los compresores de Aire	30 min	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO			
Realizar Purga de los Filtros de Alta y Baja Presion de Gas	10 min	DIARIA	OPERADOR		Implementar drenajes automáticos sobre la filtración de gas de alta y baja presión, estos drenajes automáticos deberán ir a un sistema cerrado, normalmente al circuito de tea de baja presión.	tener presente que, si se va a utilizar algún recipiente, éste deberá ser metálico y puesto en piso, verificar la facilidad de extender el drenaje a piso con tubing, registrar en sus rondas operacionales el nivel de saturación del elemento filtrante a través de la indicación de presión diferencial en el filtro.
	20 min	TRIMESTRAL				
	10 min	SEMANAL				
	10 min	TRIMESTRAL				
	5 min	DIARIA	OPERADOR			
	15 min	DIARIA	OPERADOR			
Inspeccionar encendido de compresores y niveles de aceites	30 min	SEMANAL	MANTENIMIENTO			
	30 min	DIARIA	OPERADOR			
	300 min					
	30 min	DIARIA	OPERADOR			

Anexo I, Se encuentra completo actividades del plan de mantenimiento optimizado.

5.7 APROBACIÓN DEL NUEVO PLAN DE MANTENIMIENTO.

El plan de mantenimiento optimizado de las unidades reductoras y de control de Gas RCUs será presentado y socializado a la empresa que opera y mantiene estas unidades para su revisión y comentarios, de antemano sabemos que será acogido pues se realizó una labor concienzuda en pos de mejorar la confiabilidad de estos equipos.

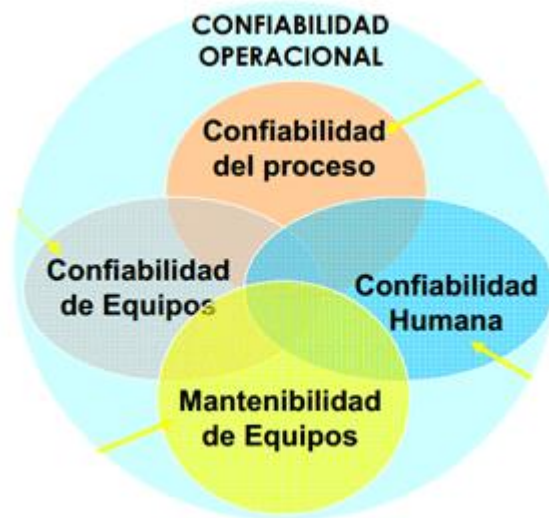
5.8 ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN

La palabra cambio siempre va a generar una reacción contraria a lo planteado, físicamente a toda acción siempre va a ver una reacción y es en esta “reacción al cambio” en que debemos trabajar con el grupo especialistas que intervienen en el equipo, grupo de supervisores y directivos, para que sea percibido en una forma de cambio a la mejora, con el único fin de obtener una mayor disponibilidad en el equipo, consecuentemente menos intervenciones de reparación, que se traduce en menos recursos y todos felices. Es en este contexto que cobra gran importancia trabajar en la confiabilidad humana, ya que el compromiso del personal es esencial para que la estrategia sea implementada con éxito.

PMO Unidades de Reducción y Control de Presión de Gas + Confiabilidad Humana = Confiabilidad Operacional.

La confiabilidad humana por sí sola no causa en la estrategia corporativa un nivel de éxito, si esta no va enlazada a la confiabilidad de los procesos y de los equipos, no dará ningún resultado, por lo cual, para que funcione debe estar asociado a la confiabilidad operacional y es a través del desarrollo del actual PMO a las Unidades de Reducción y Control de Presión de gas cuyo objetivo no es otro que la confiabilidad del equipo y del proceso.

Figura 46 Confiabilidad Operacional – Gestión de Activos.



Fuente: <https://www.gestiopolis.com/ingenieria-de-confiabilidad-1/>

La metodología PMO se desarrolla bajo una estructura racional buscando entre otros mejorar la confiabilidad de los equipos y la reducción de costos. El plan de mantenimiento actual es el punto de partida y a través del desarrollo de la metodología de PMO se puede lograr rápidamente la optimización de los recursos,

estos recursos que se liberan pueden enfocarse a corregir defectos de diseño, limitaciones en la operación o el establecimiento de prácticas de mantenimiento que modifiquen la estrategia de mantenimiento como lo es la instalación de instrumentos para el sensado en línea, reflejando mejor desempeño en la planeación, programación, gestión de inventarios entre otros.

El desarrollar esta metodología en la compañía, proyectara unas pautas, enfocándola a:

- ✓ Crear una cultura de continua mejora
- ✓ Evaluar y garantizar que todas las tareas del plan generen valor.
- ✓ Analizar cada falla que se presente.
- ✓ Personal capacitado en técnicas de análisis.
- ✓ Motivación al personal, Sentido de Pertinencia.
- ✓ Compromiso parte de la dirección
- ✓ Departamento más productivo aportando a la optimización en los costos de producción.

6 HACIA EL CAMINO DE LA OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DE REDUCCIÓN Y CONTROL DE PRESIÓN DE GAS RCUS

Evidentemente las Unidades de Reducción y Control de Presión de Gas RCUs son equipos con una criticidad alta por el impacto que tiene en la producción y los altos costos reflejados en los mantenimientos de los pozos y en algunos casos la pérdida de estos frente a fallas presentadas en estos equipos cuya función principal es entregar un volumen a una presión determinada de gas combustible para su transformación en energía eléctrica.

Para ello se evaluó la criticidad de los Equipos a través del desarrollo de una matriz, en donde se evidencia que quien eleva este equipo como crítico con una valoración de riesgo alto es la cantidad de fallas que se presentan en este equipo, llevándonos con ello a evaluar la estrategia de mantenimiento actual y consecuentemente mejorar su nivel de confiabilidad.

6.1 PROCESO DE OPTIMIZACIÓN DEL PM

Empecemos con el alistamiento de las tareas de mantenimiento que se encontraban cargados en los planes para estos equipos, en total 101 tareas, en donde se observaron tareas repetidas, tareas que no corresponden a un plan de mantenimiento pues son más procedimentales, inclusión de nuevas tareas con la

evaluación del catálogo de operación y mantenimiento del fabricante, eliminación de tareas muy generales.

Como se puede observar en el Figura 47 de las 101 tareas contempladas en el plan de mantenimiento inicial (Tareas PI), de las cuales 51 (TG y TPROC) son actividades que no generan ningún valor al plan de mantenimiento que incluyen Tareas muy generales, tareas repetidas y actividades que en realidad son procedimientos de como ejecutar una tarea, es decir, que el 51% de estas actividades no generan ningún valor y que 50 Tareas generan valor.

Figura 47. esentación gráfica de la evaluación de tareas PM Inicial

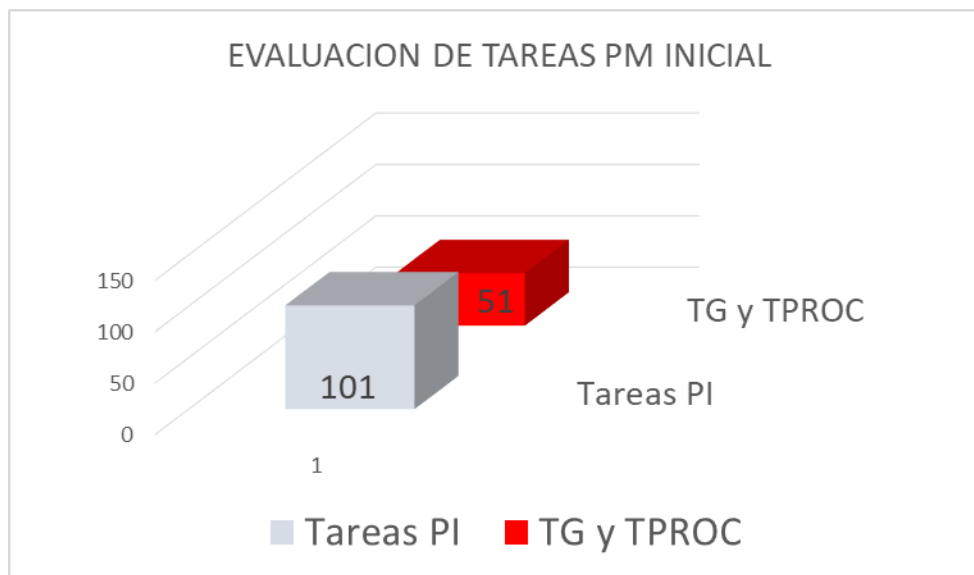
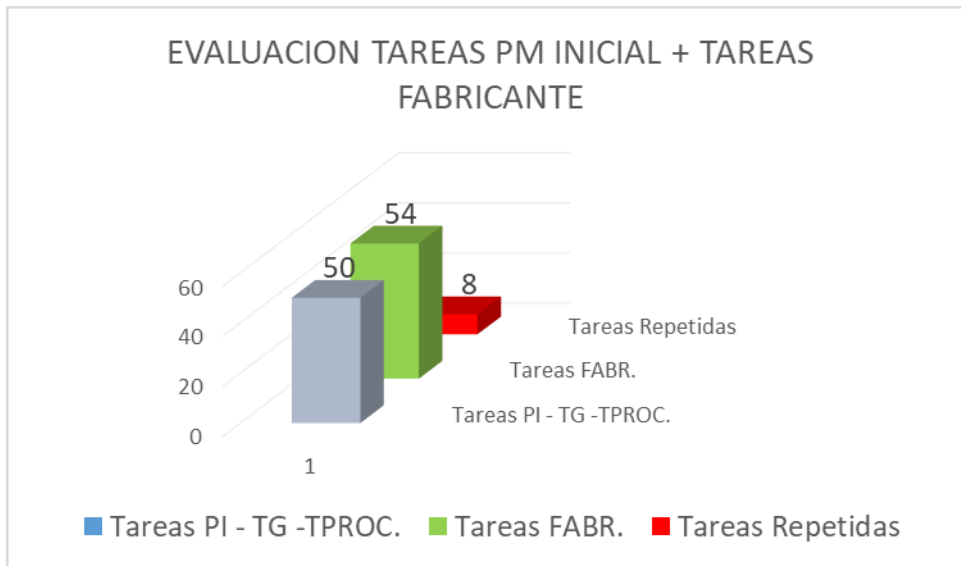


Figura 48. Representación gráfica de la evaluación de tareas PM Inicial + Tareas del Fabricante



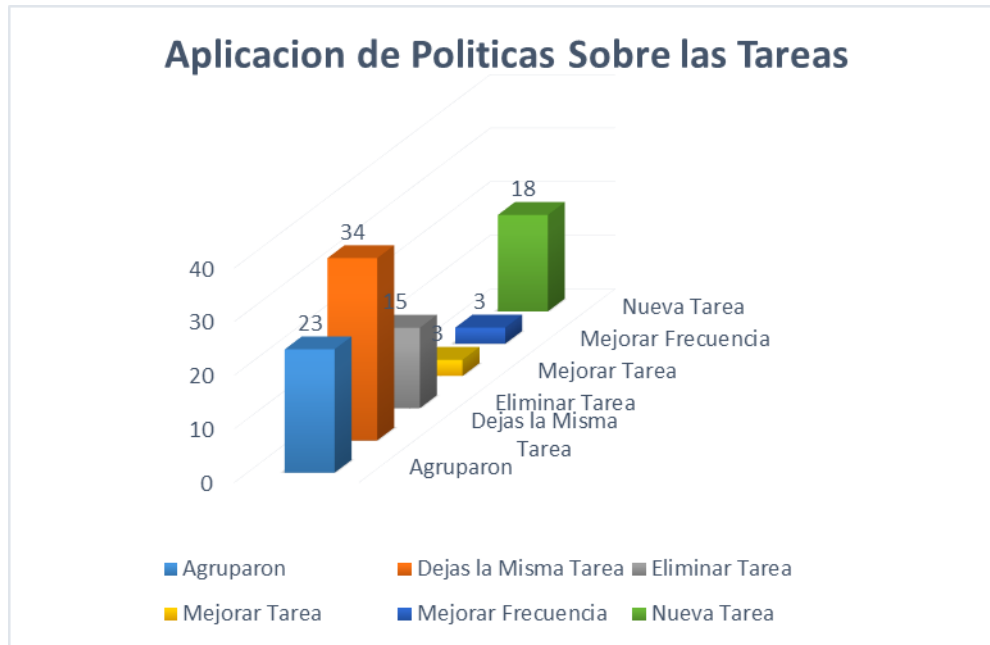
Fuente: autor

A las 50 tareas del plan inicial de mantenimiento evaluado se adicionan 54 tareas que sugiere el fabricante, para un total de 104 tareas, haciendo un análisis de las 50 tareas que quedaron del plan inicial y estas que se adicionaron (54 tareas) se evidencian que hay 8 tareas que se repiten, por lo cual no se tienen en cuenta quedando en total 96 tareas.

Como punto importante a resaltar es que al realizar la evaluación de las consecuencias en el programa del PMO este arroja que el 93% apunta a Producción, lo que corrobora las apreciaciones anteriores justificados en la evaluación del riesgo y criticidad de equipos apuntándoles también a producción.

6.2 NUEVA POLÍTICA AL PLAN DE MANTENIMIENTO

Figura 49. Representación gráfica de las tareas tras aplicación de la nueva política



Fuente: autor

Después de aplicar las nuevas políticas de mantenimiento al plan de mantenimiento inicial, se observa que se adicionan 18 tareas nuevas, se agruparon 23 tareas las cuales se distribuyeron en grupos según los mismos modos de falla, de las 50 tareas que quedaron del plan de mantenimiento inicial (después de la primera evaluación) quedaron 34 tareas al aplicar la nueva política, es decir que 16 tareas de esas iniciales, se agruparon entre ellas y/o con tareas nuevas, se eliminaron, se mejoraron tanto en tarea como en frecuencia.

El nuevo plan de mantenimiento consta de 62 Tareas.

A continuación, agrupación por frecuencias del nuevo plan de mantenimiento, es interesante observar que antes del plan de mantenimiento todas las tareas las ejecutaba el contratista encargado del mantenimiento (101 tareas antes de Optimización del plan), con una frecuencia mínima semanal en algunas actividades, con la optimización se proyectaron 62 tareas a ejecutar, dentro de las cuales se asignan tareas a los operadores, tareas diarias que permitirán hacer seguimiento mucho más frecuente a ciertas condiciones del equipo, el poder registrarlos y reportar el comportamiento es un valor agregados además de hacerlos partícipes del correcto funcionamiento de estas unidades.

En total son 14 tareas o actividades que desarrollaran los operadores, es decir, que, de las 62 tareas del nuevo plan de mantenimiento, el grupo contratista ejecutara 48 tareas, es decir, una reducción en un 47% de tareas a desarrollar respecto al plan inicial de mantenimiento en donde se contemplaban 101 tareas.

Figura 50. Agrupación por Frecuencia de las Tareas de Mantenimiento después del PMO.

OPTIMIZACIÓN DEL PLAN MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS UNIDADES DE REDUCCION Y CONTROL DE PRESION DE GAS RCU		
TAREA	FRECUENCIA NUEVA	RESPONSABLE NUEVO
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	MANTENIMIENTO
Verificar si hay obstrucción en la salida de los humos de combustión	ANUAL	MANTENIMIENTO
Calibración Manómetros y Transmisores de Presion	ANUAL	MANTENIMIENTO
Pruebas Hidrísticas Mangueras de Gas	ANUAL	MANTENIMIENTO
Calibración Valvulas de Seguridad PSVs y de Exceso de Flujo	ANUAL	MANTENIMIENTO
Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos	DIARIA	OPERADOR
Realizar Purga de los Filtros de Alta y Baja Presion de Gas	DIARIA	OPERADOR
Inspeccion de controlador electronico calentador ferrolli (verde operativo rojo alarmado)	DIARIA	OPERADOR
Inspeccionar los manómetros (medicion, glicerina)	DIARIA	OPERADOR
Inspeccionar acoples rapidos, acoplamientos, fugas y limpieza	DIARIA	OPERADOR
Verificar temperaturas: entrada, primera reduc, segunda reduc, calentamiento y ambiente.	DIARIA	OPERADOR
Inspeccionar valores de presion y temperatura HMI comparar con la lectura de los instrumentos	DIARIA	OPERADOR
Prueba Funcional Sensor de Gas (Semestral - Mantto)	DIARIA	OPERADOR
Inspeccionar presion de agua en sistema de calentamiento de 1 a 2 bar	DIARIA	OPERADOR
Inspeccionar visualmente válvula check de mesa (que no de paso y presurice mesas)	DIARIA	OPERADOR
Inspeccionar la temperatura en las calderas de 60 a 90 C	DIARIA	OPERADOR
Inspeccionar temperaturas en intercambiadores	DIARIA	OPERADOR
Inspeccionar los reguladores de gas a linea de calentadores	DIARIA	OPERADOR
Inspeccionar funcionamiento de bombas, sentido de giro, fugas, Ruidos Anormales.	DIARIA	OPERADOR
Realizar la calibración de la presión regulada en el tramo en operación y reserva.	MENSUAL	MANTENIMIENTO
Verificar funcionamiento de las bombas (visor de rotación, vibración)	MENSUAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar con agua jabonosa fugas de gas en la Unidad	MENSUAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar las mangueras de gas, rasgaduras, estrangulamientos y aglomeramientos en terminales.	MENSUAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar los cables (guayas) y mosquetones de seguridad a mangueras de alta presion	MENSUAL	MANTENIMIENTO
Verificación de la válvula actuadora principal de cada una de las mesas	MENSUAL	MANTENIMIENTO
Verificación de la válvula actuadora del by-pass de cada una de las mesas	MENSUAL	MANTENIMIENTO
Verificar la Polea del Compresor	MENSUAL	MANTENIMIENTO
Prueba Funcional Alarmas en el Controlador PLC	MENSUAL	MANTENIMIENTO
Verificar funcionalidad de las Valvulas de Alivio	QUINCENAL	MANTENIMIENTO
Hacer la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera	QUINCENAL	MANTENIMIENTO
Inversión de la operación entre tramos (operación con reserva).	QUINCENAL	MANTENIMIENTO
Inspeccion/Evaluacion de Internos de Valvulas Reguladoras de Primera Etapa de Regulacion.	QUINCENAL	MANTENIMIENTO
Inspeccion/Evaluacion de Internos de Valvulas Reguladoras de Segunda Etapa de Regulacion.	QUINCENAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar encendido de compresores y niveles de aceites	SEMANAL	MANTENIMIENTO
Realizar limpieza a rejillas de ingreso aire a tablero electrico (verificar funcionamiento ventiladores)	SEMANAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar las mangueras y tubería del sistema de calentamiento e intercambiadores	SEMANAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar estructura tablero electrico, unidad de mto y RCU (chapas, visagras, carpa)	SEMANAL	MANTENIMIENTO
Verificar funcionamiento actuadores neumaticos y sensores de posicionamiento	SEMANAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar y realizar purga a unidad de mantenimiento	SEMANAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar filtros de ingreso agua a calentadores (no aplica calentador ferrolli)	SEMANAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar elemento filtrante de la unidad de mantenimiento cambiar si se requiere	SEMANAL	MANTENIMIENTO
Verificar el Condesador de Aire	SEMANAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar operatividad de la iluminaria de la RCU y Gabinete de Control	SEMANAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar si estan habilitados todos los sensores en pantalla oculta HMI	SEMANAL	MANTENIMIENTO
Verificar estado fisico del calentador	SEMESTRAL	MANTENIMIENTO
Realice pruebas al bloque de electrovalvulas	SEMESTRAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar paradas emergencia.	SEMESTRAL	MANTENIMIENTO
Realice limpieza del tablero	SEMESTRAL	MANTENIMIENTO
Verificar que el sistema sonoro del equipo se active, al pulsar las paradas de emergencias.	SEMESTRAL	MANTENIMIENTO
Verificar activacion de las alarmas en el display HMI	SEMESTRAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar el calentador de gas, destapar tapa frontal (limpieza interior con aire a presión)	SEMESTRAL	MANTENIMIENTO
Conservacion de equipos mecanicos, Estructuras y Tuberías (limpieza, corrosión, infiltración, arrancarrage, nombramiento)	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar conexiones electricas, estado Físico de los cables y medir voltajes	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar Fugas de Aire con Agua Jabonosa lineas, conectores y Bloques de Valvula	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Verificar la tensión de la correa de los compresores de Aire	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Revisar el elemento filtrante del filtro coalescente de alta y baja presión. (cambiar si es necesario)	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Mantenimiento Preventivo Compresores de Aire	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Hacer el mantenimiento y limpieza del sistema de alivio	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar la parte interna del tablero eléctrico (sistema eléctrico, neumático, humedad, filtración)	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Inspeccionar el funcionamiento de la válvula solenoide de la unidad de calefacción	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Mantenimiento Purga Automatica Neumatica	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO
Verificación de los fusibles	TRIMESTRAL	MANTENIMIENTO

CONCLUSIONES

El trabajo actual de optimización del plan de mantenimiento a la unidad de reducción y control de precisión de gas RCU marca una pauta para el desarrollo de este tipo de programas, el cual puede ser aplicable a todos los activos de la compañía dejando con ella un modelo base de desarrollo estándar para todos estos.

A través del desarrollo de esta monografía se entrega una estrategia de mantenimiento optimizada para los procesos de planeación, programación, implementación y seguimiento para todos los activos de la compañía.

En plan de mantenimiento actual se corrigen tareas como actividades procedimentales que no deben estar cargadas como tareas dentro de un plan de mantenimiento, tareas repetidas logrando reducir hasta en un 50% estas actividades.

El desarrollo de esta estrategia de PMO en estas unidades logra ensamblar la experiencia con el desarrollo inicial del plan de mantenimiento, las sugerencias de actividades de mantenimiento por parte del fabricante y la evaluación del

comportamiento del activo en condiciones reales de operación logrando con este ensamble un plan de mantenimiento optimo y confiable.

PMO nos puede brindar la posibilidad de reforzar las tareas y evaluar el diseño de los componentes que presentan fallas a partir de los datos de falla en esta unidad, es así como en este desarrollo se refuerzan esas tareas y se propone diseños tanto en equipos y materiales como en líneas y estructuras, con el objetivo de optimizar costos y mejorar la confiabilidad del equipo.

Se mejora la frecuencia y el seguimiento de las condiciones del equipo empoderando al equipo de operaciones, producción con tareas de inspección y toma de datos operacionales dentro del plan de mantenimiento logrando con ello formalizar estas tareas y la creación de avisos reportando datos fuera de rango justo a tiempo.

El plan de mantenimiento optimizado se encuentra listo para su implementación previa autorización de la empresa que mantiene el Activo y evaluación en conjunto de la compañía Parex dueña del activo.

La actual propuesta de optimización del plan de mantenimiento fue desarrollada de una manera responsable cumpliendo con todos los requerimientos para mantener en condiciones adecuadas de operación el sistema reducción y control de presión de gas, siempre y cuando se ejecuten en las frecuencias sugeridas, con las recomendaciones expuestas y la co-relación de la información por parte de producción hacia el grupo de mantenimiento.

El talento humano son parte fundamental para que la optimización del mantenimiento preventivo tenga éxito, con la implementación a futuro del actual trabajo generara una cultura de participación y compromiso a todos los funcionarios que intervienen en los activos de la compañía, logrando una mayor productividad con el mejor aprovechamiento de los recursos soportados con unos altos niveles de confiabilidad Operacional.

BIBLIOGRAFIA

AMENDOLA LUIS, balanced Scorecard en la gestión del mantenimiento.

MONICA DEL PILAR GUERRERO, optimización de planes de mantenimiento basados en la metodología PMO para los sistemas principales de una locación remota de producción de gas.

ZAMORA ZAMORA, Carlos Esteban, Metodología para el aprovechamiento del gas natural asociado en los llanos orientales, Trabajo de grado para el título de especialista en producción de hidrocarburos, Universidad Industrial de Santander, Noviembre de 2016.

GUZMAN ROA, Fredy Alexander, PALACIOS SANCHEZ, Byron Leandro, TORRADO ZULETA, Luis Jesus, Optimización del Plan de Mantenimiento (PMO) Al sistema de compresión de gas natural del campo rio ceibas, Monografía especialización en gerencia de mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías físico-mecánicas, 2015. 50p

BERNAL MUÑOZ, Edgar. Mantenimiento y mecánica. En: Mantenimiento Predictivo. Junio, 2002. vol 3, no. 12; p. 63–69.

DUELL, Michael y BECK, Richard. Enterprise asset performance management improves plant maintenance. Oil & Gas Journal, may 19th 2003. T101. No. 20. p. 52-61. Available from Internet: <http://proquest.umi.com/pqdweb>

LEVITT, Joel. Basics of Fleet Maintenance. New York: Reliability, 2010. 243 p.

MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas de industriales ó de servicios. Medellín: AMG. 2005.

MOUBRAY, John. Mantenimiento centrado en confiabilidad. Mexico: Aladon, 2004.

MOUBRAY, Jhon. Reliability-Centered Maintenance RCM II. New York: Industrial Press Inc, 1997. 421p.

NAKANO, Kinjiro. Planned Maintenance: Keikaku Hozen. Tokio: Japan Institute of Plant Maintenance, 2003.

PULIDO, Luis. Herramientas de Mantenimiento predictivo útil para equipo eléctrico. Junio, 2002. no. 9. Available from Internet: <http://www.mantenimientomundial.com/articulos/9herram.asp>

ANEXOS

ANEXO A.Tareas de los planes de mantenimiento actual

TAREA ACTUAL	FRECUENCIA	RESPONSABLE
INSPECCION RUTINARIA RCU SEMANAL CORQT-AT-24	SEMANAL	NEOGAS
Inspección de Válvulas Reguladoras de Primer Brazo 1 y 2 Línea (Presiones 40-60Bar), Verificar By Pass Cerrado	SEMANAL	NEOGAS
Inspección de válvulas reguladoras de segundo brazo 1 y 2 línea (presiones entre 4-8bar)	SEMANAL	NEOGAS
Realizar drenaje de filtros de baja y alta presión	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar presión de agua en sistema de calentamiento de 1 a 2 bar	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar funcionamiento de bombas, sentido de giro y fugas por sellos	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar las mangueras y tubería del sistema de calentamiento e intercambiadores	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar elemento filtrante de la unidad de mantenimiento cambiar si se requiere	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar los manómetros (medición, glicerina)	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar si están habilitados todos los sensores en pantalla oculta HMI	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar operatividad de la iluminaria de la RCU y cuartos de control	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar encendido de compresores y niveles de aceites	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar filtros de ingreso agua a calentadores (no aplica calentador ferrillo)	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar fugas de aire en línea neumáticas y bloques de electroválvulas	SEMANAL	NEOGAS
Realizar limpieza a rejillas de ingreso aire a tablero eléctrico (verificar funcionamiento ventiladores)	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar y realizar purga a unidad de mantenimiento	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar valores de presión y temperatura HMI comparar con la lectura de los instrumentos	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar estructura tablero eléctrico, unidad de mito y RCU (chapas, bisagras, carpa)	SEMANAL	NEOGAS
Verificar temperaturas: entrada, primera reduce, segunda reduce, calentamiento y ambiente.	SEMANAL	NEOGAS
Verificar funcionamiento actuadores neumáticos y sensores de posicionamiento	SEMANAL	NEOGAS
INSPECCION RUTINARIA RCU TRIMESTRAL CORQT-AT-26	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar con agua jabonosa manguera y conectores de aire (fugas)	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar la parte interna del tablero eléctrico (sistema eléctrico, neumático, humedad, filtración)	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar conexiones eléctricas y medir voltajes	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar el funcionamiento de la válvula solenoide de la unidad de calefacción	TRIMESTRAL	NEOGAS
INSPECCION RUTINARIA RCU MENSUAL CORQT-AT-25	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar las mangueras de gas, rasgaduras, estrangulamientos y agravamientos en terminales.	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar con agua jabonosa fugas de gas en la RCU	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar los reguladores de gas a línea de calentadores	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar temperaturas en intercambiadores (verificar válvulas, bombas, purgar)	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar los cables (guayas) y mosquetones de seguridad a mangueras de alta presión	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar transmisores de presión (fugas, sello, fecha de vencimiento y placa de identificación)	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar válvulas de seguridad (fugas, sellos, fecha de vencimiento y placa de identificación)	MENSUAL	NEOGAS

Inspeccionar acoples rápidos, acoplamientos, fugas y limpieza	MENSUAL	NEOGAS
Inspección de controlador electrónico calentador ferrillo (verde operativo rojo alarmado)	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar la temperatura en las calderas de 60 a 90 C	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar con agua jabonosa mangueras y conectores de aire (fugas)	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar la parte interna del tablero eléctrico (sistema eléctrico, neumático, humedad y filtración)	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar conexiones eléctricas y medir voltajes	MENSUAL	NEOGAS
CORI-AT.27 INSPECCION RUTINARIA DE RCU SEMESTRAL	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar visualmente válvula checo de mesa (que no de paso y presurice mesas)	SEMESTRAL	NEOGAS
Revisar el elemento filtrante del filtro coalescente de alta y baja presión. (cambiar si es necesario)	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar el calentador de gas, desajapar tapa frontal (limpieza interior con aire a presión)	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar paradas emergencia.	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar sensores de gas y verifique que el led verde este encendido.	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar el funcionamiento de la válvula solenoide de la unidad de calentamiento.	SEMESTRAL	NEOGAS
CORI-AT.28 INSPECCION RUTINARIA DE RCU ANUAL	SEMESTRAL	NEOGAS
CORI-AT.11 VERIFICACION FUNCIONAMIENTO SENSOR DE MEZCLAS(semestral)	SEMESTRAL	NEOGAS
Pulsar una a una las paradas de emergencia.	SEMESTRAL	NEOGAS
Verificar activación de las alarmas en el displaye IHM	SEMESTRAL	NEOGAS
Verificar que el sistema sonoro del equipo se active, al pulsar las paradas de emergencias.	SEMESTRAL	NEOGAS
Verifique voltaje a la entrada del tablero eléctrico y registre valor:	SEMESTRAL	NEOGAS
Verifique voltaje al ingreso de la fuente y registre.	SEMESTRAL	NEOGAS
Verifique voltaje a la salida de la fuente y registre.	SEMESTRAL	NEOGAS
Verifique voltaje de ingreso al PLC y registre	SEMESTRAL	NEOGAS
Realice un ajuste de los terminales eléctricos.	SEMESTRAL	NEOGAS
Realice limpieza del tablero	SEMESTRAL	NEOGAS
Realice pruebas al bloque de electroválvulas	SEMESTRAL	NEOGAS
CERTIFICAMOS QUE TODAS LA PRUEBAS REALIZADAS SE ENCUENTRAN CONFORME; DE ACUERDO A LA RESOLUCION 180928.	SEMESTRAL	NEOGAS
CORI-AT.38 PRUEBAS HIDROSTATICAS A MANGUERAS DE GAS(anual)	ANUAL	NEOGAS
Verificar que la manguera no esté en funcionamiento ni presurizada	ANUAL	NEOGAS
Retirar la manguera del equipo	ANUAL	NEOGAS
Entregar la manguera al personal calificado para la prueba hidrostática	ANUAL	NEOGAS
Instalar manguera calibrada	ANUAL	NEOGAS
Presurizar y verificar ausencia de fugas	ANUAL	NEOGAS
Registrar serial y ubicación en la casilla de observación	ANUAL	NEOGAS
CORI-AT.35 CALIBRACION MANOMETROS DE PRESION Y TRANSDUCTORES(anual)	ANUAL	NEOGAS

Despresurizar el equipo y garantizar que la tubería esta sin gas	ANUAL	NEOGAS
se retira instrumentación con líneas de gas presurizadas.	ANUAL	NEOGAS
Realizar calibración (este proceso lo debe realizar una persona calificada o instrumentista)	ANUAL	NEOGAS
Anotar los numero de serie de los instrumentos en el campo de observación	ANUAL	NEOGAS
005-Instalar instrumentación calibrada	ANUAL	NEOGAS
Presurice la línea de gas y garantice que no hay fugas con agua jabonosa	ANUAL	NEOGAS
CORI-AT.48 MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPRESORES(trimestral)	TRIMESTRAL	NEOGAS
CAMBIO DE ACEITE COMPRESOR	TRIMESTRAL	NEOGAS
Identifique el breaker del compresor a intervenir en el tablero eléctrico, desenergice e instale tarjeta de bloqueo.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique que no exista Voltaje en la bornera eléctrica del presostato del compresor.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Retire el tapón o visor del Carter, drene el aceite en un recipiente	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique que el aceite no contenga residuos metálicos.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Realice limpieza, aplique teflón a la rosca e instale visor.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Adicione aceite SAE W40, verifique nivel en el visor o varilla medidora según el caso.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique el filtro de aire limpie o cambie si es necesario.	TRIMESTRAL	NEOGAS
TENSION DE CORREAS:	TRIMESTRAL	NEOGAS
Retire la guarda protectora de la correa	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique estado físico de la correa y poleas: desgaste o cortes. Cambie si es necesario	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique tensión de correa y ajuste con la base del motor.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Instale la guarda protectora de la correa.	TRIMESTRAL	NEOGAS
MANTENIMIENTO PURGA AUTOMATICA:	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique el cheque antiretorno del tanque del compresor. Cambie si es necesario.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Drene el tanque del almacenamiento por medio de la purga	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique en el manómetro del compresor ausencia de presión de aire.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Desconecte el conector eléctrico y manguera de la purga automática.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Realice mantenimiento a la válvula de purga.	TRIMESTRAL	NEOGAS
MANTENIMIENTO UNIDAD DE FILTRADO:	TRIMESTRAL	NEOGAS
Identifique la unidad de mantenimiento conectada al compresor y cierre válvula bola entrada y salida.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique estado físico dela unidad: manómetros y filtros. Cambie si es necesario	TRIMESTRAL	NEOGAS
Realice limpieza de visores y filtros.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Arme la unidad y abra las válvulas bolas de entrada y salida. Verifique que no exista fugas de aire.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Energice breaker del compresor, verifique arranque y parada del compresor.	TRIMESTRAL	NEOGAS
CORI-AT.12 VERIFICACION FUNCIONAMIENTO PRUEBAS ELECTRICAS(semestral)	SEMESTRAL	NEOGAS
CORI-AT.34 CALIBRACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD PSV Y EXCESO DE FLUJO(anual)	ANUAL	NEOGAS

ANEXO B. Manual RCU 1500

Ver en la carpeta anexos adjuntos en el CD.

ANEXO C. Tareas Actuales Mas Adición de Tareas Según Fabricante

TAREA ACTUAL + TAREAS DE MANTENIMIENTO RECOMENDAS POR FABRICANTE	FRECUENCIA	RESPONSABLE
INSPECCION RUTINARIA RCU SEMANAL CORQT-AT-24	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccion de Valvulas Reguladoras de Primer Brazo 1 y 2 Linea (Presiones 40-60Bar), Verificar By Pass Cerrado	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccion de valvulas reguladoras de segundo brazo 1 y 2 linea (presiones entre 4-8bar)	SEMANAL	NEOGAS
Realizar drenaje de filtros de baja y alta presion	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar presion de agua en sistema de calentamiento de 1 a 2 bar	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar funcionamiento de bombas, sentido de giro y fugas por sellos	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar las mangueras y tuberia del sistema de calentamiento e intercambiadores	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar elemento filtrante de la unidad de mantenimiento cambiar si se requiere	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar los manómetros (medicion, glicerina)	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar si estan habilitados todos los sensores en pantalla ocualta HMI	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar operatividad de la iluminaria de la RCU y cuartos de control	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar encendido de compresores y niveles de aceites	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar filtros de ingreso agua a calentadores (no aplica calentador ferrolli)	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar fugas de aire en linea neumaticas y bloques de electrovalvulas	SEMANAL	NEOGAS
Realizar limpieza a rejillas de ingreso aire a tablero electrico (verificar funcionamiento ventiladores)	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar y realizar purga a unidad de mantenimiento	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar valores de presion y temperatura HMI comparar con la lectura de los instrumentos	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar estructura tablero electrico, unidad de mto y RCU (chapas, visagras, carpa)	SEMANAL	NEOGAS
Verificar temperaturas: entrada, primera reduc, segunda reduc, calentamiento y ambiente.	SEMANAL	NEOGAS
Verificar funcionamiento actuadores neumaticos y sensores de posicionamiento	SEMANAL	NEOGAS
INSPECCION RUTINARIA RCU TRIMESTRAL CORQT-AT-26	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar con agua jabonosa manguera y conectores de aire (fugas)	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar la parte interna del tablero eléctrico (sistema eléctrico, neumático, humedad, filtración)	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar conexiones eléctricas y medir voltajes	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar el funcionamiento de la válvula solenoide de la unidad de calefacción	TRIMESTRAL	NEOGAS
INSPECCION RUTINARIA RCU MENSUAL CORQT-AT-25	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar las mangueras de gas, rasgaduras, estrangulamientos y aglobamientos en terminales.	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar con agua jabonosa fugas de gas en la RCU	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar los reguladores de gas a linea de calentadores	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar temperaturas en intercambiadores (verificar valvulas, bombas, purgar)	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar los cables (guayas) y mosquetones de seguridad a mangueras de alta presion	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar transmisores de presion (fugas, sello, fecha de vencimiento y placa de identificacion)	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar valvulas de seguridad (fugas, sellos, fecha de vencimiento y placa de identificacion)	MENSUAL	NEOGAS

Inspeccionar acoples rapidos, acoplamientos, fugas y limpieza	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccion de controlador electronico calentador ferrolli (verde operativo rojo alarmado)	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar la temperatura en las calderas de 60 a 90 C	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar con agua jabonosa mangueras y conectores de aire (fugas)	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar la parte interna del tablero electrico (sistema electrico, neumatico, humedad y filtracion)	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar conexiones electricas y medir voltajes	MENSUAL	NEOGAS
CORI-AT.27 INSPECCION RUTINARIA DE RCU SEMESTRAL	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar visualmente válvula check de mesa (que no de paso y presurice mesas)	SEMESTRAL	NEOGAS
Revisar el elemento filtrante del filtro coalescente de alta y baja presión. (cambiar si es necesario)	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar el calentador de gas, destapar tapa frontal (limpieza interior con aire a presión)	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar paradas emergencia.	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar sensores de gas y verifique que el led verde este encendido.	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar el funcionamiento de la valvula solenoide de la unidad de calentamiento.	SEMESTRAL	NEOGAS
CORI-AT.28 INSPECCION RUTINARIA DE RCU ANUAL		NEOGAS
CORI-AT.11 VERIFICACION FUNCIONAMIENTO SENSOR DE MEZCLAS(semestral)	SEMESTRAL	NEOGAS
Pulsar una a una las paradas de emergencia.	SEMESTRAL	NEOGAS
Verificar activacion de las alarmas en el display HMI	SEMESTRAL	NEOGAS
Verificar que el sistema sonoro del equipo se active, al pulsar las paradas de emergencias.	SEMESTRAL	NEOGAS
Verifique voltaje a la entrada del tablero electrico y registre valor:	SEMESTRAL	NEOGAS
Verifique voltaje al ingreso de la fuente y registre.	SEMESTRAL	NEOGAS
Verifique voltaje a la salida de la fuente y registre.	SEMESTRAL	NEOGAS
Verifique voltaje de ingreso al PLC y registre	SEMESTRAL	NEOGAS
Realice un ajuste de los terminales electricos.	SEMESTRAL	NEOGAS
Realice limpieza del tablero	SEMESTRAL	NEOGAS
Realice pruebas al bloque de electrovalvulas	SEMESTRAL	NEOGAS
CERTIFICAMOS QUE TODAS LA PRUEBAS REALIZADAS SE ENCUENTRAN CONFORME; DE ACUERDO A LA RESOLUCION		NEOGAS
CORI-AT.38 PRUEBAS HIDROSTATICAS A MANGUERAS DE GAS(anual)	ANUAL	NEOGAS
Verificar que la manguera no este en funcionamiento ni presurizada	ANUAL	NEOGAS
Retirar la manguera del equipo	ANUAL	NEOGAS
Entregar la manguera al personal calificado para la prueba hidrostática	ANUAL	NEOGAS
Instalar manguera calibrada	ANUAL	NEOGAS
Presurizar y verificar ausencia de fugas	ANUAL	NEOGAS
Registrar serial y ubicacion en la casilla de observacion	ANUAL	NEOGAS
CORI-AT.35 CALIBRACION MANOMETROS DE PRESION Y TRANSDUCTORES(anual)	ANUAL	NEOGAS

Despresurizar el equipo y garantizar que la tubería esta sin gas	ANUAL	NEOGAS
se retira instrmentacion con lineas de gas presurizadas.	ANUAL	NEOGAS
Realizar calibración (este proceso lo debe realizar una persona calificada o instrumentista)	ANUAL	NEOGAS
Anotar los numero de serie de los instrumentos en el campo de observacion	ANUAL	NEOGAS
005-Instalar instrumentacion calibrada	ANUAL	NEOGAS
Presurice la línea de gas y garantice que no hay fugas con agua jabonosa	ANUAL	NEOGAS
CORI-AT.48 MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPRESORES(trimestral)	TRIMESTRAL	NEOGAS
CAMBIO DE ACEITE COMPRESOR	TRIMESTRAL	NEOGAS
Identifique el breaker del compresor a intervenir en el tablero electrico, desenergice e instale tarjeta de bloqueo.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique que no exista Voltaje en la bornera electrica del presostato del compresor.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Retire el tapon o visor del carter, drene el aceite en un recipiente	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique que el aceite no contenga residuos metalicos.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Realice limpieza, aplique teflon a la rosca e instale visor.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Adicione aceite SAE W40, verifique nivel en el visor o varilla medidora segun el caso.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique el filtro de aire limpie o cambie si es necesario.	TRIMESTRAL	NEOGAS
TENSION DE CORREAS:	TRIMESTRAL	NEOGAS
Retire la guarda protectora de la correa	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique estado fisico de la correa y poleas: desgaste o cortes. Cambie si es necesario	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique tension de correa y ajuste con la base del motor.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Instale la guarda protectora de la correa.	TRIMESTRAL	NEOGAS
MANTENIMIENTO PURGA AUTOMATICA:	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique el cheque antiretorno del tanque del compresor. Cambie si es necesario.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Drene el tanque del almacenamiento por medio de la purga	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique en el manometro del compresor ausencia de presion de aire.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Desconecte el conector electrico y manguera de la purga automatica.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Realice mantenimiento a la valvula de purga.	TRIMESTRAL	NEOGAS
MANTENIMIENTO UNIDAD DE FILTRADO:	TRIMESTRAL	NEOGAS
Identifique la unidad de mantenimiento conectada al compresor y cierre valvula bola entrada y salida.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verifique estado fisico d ela unidad: manometros y filtros. Cambie si es necesario	TRIMESTRAL	NEOGAS
Realice limpieza de visores y filtros.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Arme la unidad y abra las valvulas bola de entrada y salida. Verifique que no exista fugas de aire.	TRIMESTRAL	NEOGAS
Energice breaker del compresor, verifique arranque y parada del compresor.	TRIMESTRAL	NEOGAS
CORI-AT.12 VERIFICACION FUNCIONAMIENTO PRUEBAS ELECTRICAS(semestral)	SEMESTRAL	NEOGAS
CORI-AT.34 CALIBRACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD PSV Y EXCESO DE FLUJO(anual)	ANUAL	NEOGAS

MESA DE DESCOMPRESION		NEOGAS
Pesquisa y control de fuga	ANUAL	NEOGAS
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar fijaciones: tornillo, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros.	ANUAL	NEOGAS
Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos	ANUAL	NEOGAS
Verificación de la válvula actuadora principal	MENSUAL	NEOGAS
Verificación de la válvula actuadora del by-pass	MENSUAL	NEOGAS
Verificar sistema de venteo	ANUAL	NEOGAS
Verificar la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	TRIMESTRAL	NEOGAS
UNIDAD FILTRANTE		NEOGAS
Pesquisa y control de fuga	ANUAL	NEOGAS
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS
Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos	ANUAL	NEOGAS
Verificar la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera	TRIMESTRAL	NEOGAS
Hacer la purga de los filtros de alta presión	SEMANAL	NEOGAS
Hacer la limpieza en el filtro de baja presión.	SEMANAL	NEOGAS
RCU		NEOGAS
Pesquisa y control de fuga	ANUAL	NEOGAS
Conservación de las estructuras (limpieza, corrosión, infiltración).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar fijaciones: tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros.	ANUAL	NEOGAS
Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos (tramos: principal y auxiliar).	ANUAL	NEOGAS
Inversión de la operación entre tramos (operación con reserva).	QUINCENAL	NEOGAS
Hacer el mantenimiento y limpieza del sistema de alivio	TRIMESTRAL	NEOGAS
Hacer funcionar la válvula de alivio	QUINCENAL	NEOGAS
Realizar la calibración de la presión regulada en el tramo en operación y reserva.	MENSUAL	NEOGAS
Verificar tramo en operación	QUINCENAL	NEOGAS
Verificar que en el haya fugas internas del tramo en operación.	MENSUAL	NEOGAS
Verificar la actuación de las alarmas	ANUAL	NEOGAS
Inspeccionar las tubería de entrada y salida	CUANDO SEA NECESARIO	NEOGAS
Verificación de ruido anormal	CUANDO SEA NECESARIO	NEOGAS
Verificar que en el haya fugas internas de los tramos	TRIMESTRAL	NEOGAS
Hacer la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera	QUINCENAL	NEOGAS

UNIDAD DE CALENTAMIENTO – PARTE DEL GAS		NEOGAS
Verificar fuga	ANUAL	NEOGAS
Verificar funcionamiento de las bombas (visor de rotación, vibración)	MENSUAL	NEOGAS
Verificar estado físico del calentador	SEMESTRAL	NEOGAS
Verificar si hay obstrucción en la salida de los humos de combustión	ANUAL	NEOGAS
PANEL DE CONTROL		NEOGAS
Verificación de las conexiones y de los cables	SEMESTRAL	NEOGAS
Verificación de los fusibles	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar operación del PLC	CUANDO SEA NECESARIO	NEOGAS
Verificar alarmas del PLC	MENSUAL	NEOGAS
Verificar el estado físico de los cables	SEMESTRAL	NEOGAS
Estado general del tablero	CUANDO SEA NECESARIO	NEOGAS
Verificar los filtros del sistema de ventilación	CUANDO SEA NECESARIO	NEOGAS
COMPRESOR DE AIRE		NEOGAS
Verificar el condensador	SEMANAL	NEOGAS
Verificar las conexiones eléctricas	MENSUAL	NEOGAS
Verificar la polea	MENSUAL	NEOGAS
Verificar el filtro	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar los tornillos	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar la tensión de la correa	TRIMESTRAL	NEOGAS

ANEXO D.Tareas Actuales + Adición de Tareas Según Fabricante - Acta. Paso A Paso

TAREA ACTUAL + TAREAS DE MANTENIMIENTO RECOMENDAS POR FABRICANTE - ELIMINACION PASO A PASO PROCEDIMENTAL	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Conservación de las estructuras (limpieza, corrosión, infiltración).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar las tubería de entrada y salida	CUANDO SEA NECESARIO	NEOGAS
Inspeccionar la parte interna del tablero eléctrico (sistema eléctrico, neumático, humedad, filtración)	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificación de la válvula actuadora principal	MENSUAL	NEOGAS
Verificación de la válvula actuadora del by-pass	MENSUAL	NEOGAS
Hacer funcionar la válvula de alivio	QUINCENAL	NEOGAS
Hacer la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera	QUINCENAL	NEOGAS
Realizar limpieza a rejillas de ingreso aire a tablero electrico (verificar funcionamiento ventiladores)	SEMANTAL	NEOGAS
Verificar la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar el funcionamiento de la válvula solenoide de la unidad de calefacción	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar sistema de venteo	ANUAL	NEOGAS
Verificar la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar los cables (guayas) y mosquetones de seguridad a mangueras de alta presion	MENSUAL	NEOGAS
Verificación de los fusibles	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar el condensador	SEMANTAL	NEOGAS
Inspeccion de controlador electronico calentador ferrolli (verde operativo rojo alarmado)	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar conexiones electricas y medir voltajes	MENSUAL	NEOGAS
Verificación de las conexiones y de los cables	SEMESTRAL	NEOGAS
Verificar el estado físico de los cables	SEMESTRAL	NEOGAS
Verificar las conexiones eléctricas	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar acoples rapidos, acoplamientos, fugas y limpieza	MENSUAL	NEOGAS
CORI-AT.35 CALIBRACION MANOMETROS DE PRESION Y TRANSDUCTORES(anual)	ANUAL	NEOGAS
Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos (tramos: principal y auxiliar).	ANUAL	NEOGAS
Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos	ANUAL	NEOGAS
Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos	ANUAL	NEOGAS
Verificar temperaturas: entrada, primera reduc, segunda reduc, calentamiento y ambiente.	SEMANTAL	NEOGAS
Verificar los tornillos	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar la polea	MENSUAL	NEOGAS
CORI-AT.11 VERIFICACION FUNCIONAMIENTO SENSOR DE MEZCLAS(semestral)	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar estructura tablero electrico, unidad de mto y RCU (chapas, visagras, carpa)	SEMANTAL	NEOGAS

Inversión de la operación entre tramos (operación con reserva).	QUINCENAL	NEOGAS
CORI-AT.38 PRUEBAS HIDROSTATICAS A MANGUERAS DE GAS(anual)	ANUAL	NEOGAS
Verificar fuga	ANUAL	NEOGAS
Verificar que en el haya fugas internas de los tramos	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar tramo en operación	QUINCENAL	NEOGAS
Verificar que en el haya fugas internas del tramo en operación.	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar las mangueras y tubería del sistema de calentamiento e intercambiadores	SEMANTAL	NEOGAS
Pesquisa y control de fuga	ANUAL	NEOGAS
Pesquisa y control de fuga	ANUAL	NEOGAS
Pesquisa y control de fuga	ANUAL	NEOGAS
Inspeccionar con agua jabonosa fugas de gas en la RCU	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar las mangueras de gas, rasgaduras, estrangulamientos y aglobamientos en terminales.	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar los manómetros (medición, glicerina)	SEMANTAL	NEOGAS
Inspeccionar encendido de compresores y niveles de aceites	SEMANTAL	NEOGAS
Verificar funcionamiento actuadores neumaticos y sensores de posicionamiento	SEMANTAL	NEOGAS
Inspeccionar valores de presión y temperatura HMI comparar con la lectura de los instrumentos	SEMANTAL	NEOGAS
Realice pruebas al bloque de electrovalvulas	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar paradas emergencia.	SEMESTRAL	NEOGAS
CORI-AT.34 CALIBRACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD PSV Y EXCESO DE FLUJO(anual)	ANUAL	NEOGAS
MANTENIMIENTO PURGA AUTOMATICA:	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar sensores de gas y verifique que el led verde este encendido.	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccion de Valvulas Regulatoras de Primer Brazo 1 y 2 Linea (Presiones 40-60Bar), Verificar By Pass Cerrado	SEMANTAL	NEOGAS
Inspeccion de valvulas reguladoras de segundo brazo 1 y 2 linea (presiones entre 4-8bar)	SEMANTAL	NEOGAS
Inspeccionar operatividad de la iluminaria de la RCU y cuartos de control	SEMANTAL	NEOGAS
Inspeccionar si estan habilitados todos los sensores en pantalla oculta HMI	SEMANTAL	NEOGAS
Verificar alarmas del PLC	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar los reguladores de gas a linea de calentadores	MENSUAL	NEOGAS
Verificar estado fisico del calentador	SEMESTRAL	NEOGAS
CAMBIO DE ACEITE COMPRESOR	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar fugas de aire en linea neumaticas y bloques de electrovalvulas	SEMANTAL	NEOGAS
Inspeccionar con agua jabonosa manguera y conectores de aire (fugas)	TRIMESTRAL	NEOGAS
TENSION DE CORREAS:	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar la tensión de la correa	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar presión de agua en sistema de calentamiento de 1 a 2 bar	SEMANTAL	NEOGAS
Realizar la calibración de la presión regulada en el tramo en operación y reserva.	MENSUAL	NEOGAS
Realice limpieza del tablero	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar visualmente válvula check de mesa (que no de paso y presurice mesas)	SEMESTRAL	NEOGAS
Verificar que el sistema sonoro del equipo se active, al pulsar las paradas de emergencias.	SEMESTRAL	NEOGAS

Verificar activación de las alarmas en el display HMI	SEMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar funcionamiento de bombas, sentido de giro y fugas por sellos. (Sentido de Giro no Aplica y las Fugas en el sistema de calentamiento se analizan	SEMANAL	NEOGAS
Verificar funcionamiento de las bombas (visor de rotación, vibración)	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar y realizar purga a unidad de mantenimiento	SEMANAL	NEOGAS
MANTENIMIENTO UNIDAD DE FILTRADO:	TRIMESTRAL	NEOGAS
Realizar drenaje de filtros de baja y alta presión	SEMANAL	NEOGAS
Hacer la purga de los filtros de alta presión	SEMANAL	NEOGAS
Hacer la limpieza en el filtro de baja presión.	SEMANAL	NEOGAS
Inspeccionar filtros de ingreso agua a calentadores (no aplica calentador ferrolli)	SEMANAL	NEOGAS
Revisar el elemento filtrante del filtro coalescente de alta y baja presión. (cambiar si es necesario)	SEMESTRAL	NEOGAS
Verificar el filtro	TRIMESTRAL	NEOGAS
Verificar la actuación de las alarmas	ANUAL	NEOGAS
Inspeccionar elemento filtrante de la unidad de mantenimiento cambiar si se requiere	SEMANAL	NEOGAS
Hacer el mantenimiento y limpieza del sistema de alivio	TRIMESTRAL	NEOGAS
Inspeccionar el calentador de gas, destapar tapa frontal (limpieza interior con aire a presión)	SEMESTRAL	NEOGAS
Verificar si hay obstrucción en la salida de los humos de combustión	ANUAL	NEOGAS
Inspeccionar temperaturas en intercambiadores (verificar valvulas, bombas, purgar) Solo se inspeccionara la Temperatura a Intercambiadores	MENSUAL	NEOGAS
Inspeccionar la temperatura en las calderas de 60 a 90 C	MENSUAL	NEOGAS
Verificación de ruido anormal	CUANDO SEA NECESARIO	NEOGAS

ANEXO E. Evaluación Modos de Falla a Tareas del Plan de Mantenimiento

TAREA ACTUAL + TAREAS SEGÚN RECOMENDACIÓN FABRICANTE	FRECUENCIA	RESPONSABLE	MODO DE FALLA
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS	desajustes, vibraciones
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS	desajustes, vibraciones
Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	ANUAL	NEOGAS	desajustes, vibraciones
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS	deterioro del equipo(carrocion)
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS	deterioro del equipo(carrocion)
Conservación de las estructuras (limpieza, corrosión, infiltración).	TRIMESTRAL	NEOGAS	deterioro del equipo(carrocion)
Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	TRIMESTRAL	NEOGAS	deterioro del equipo(carrocion)
Inspeccionar las tuberías de entrada y salida	CUANDO SEA NECESARIO	NEOGAS	deterioro del equipo(carrocion)
Inspeccionar la parte interna del tablero eléctrico (sistema eléctrico, neumático, humedad, filtración)	TRIMESTRAL	NEOGAS	Arco Eléctrico
Verificación de la válvula actuadora principal	MENSUAL	NEOGAS	Bloqueo en actuador y válvula
Verificación de la válvula actuadora del by-pass	MENSUAL	NEOGAS	Bloqueo en actuador y válvula
Hacer funcionar la válvula de alivio	QUINCENAL	NEOGAS	Bloqueo, Fuga
Hacer la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	QUINCENAL	NEOGAS	Bloqueo, Fuga
Realizar limpieza a rejillas de ingreso aire a tablero eléctrico (verificar funcionamiento ventiladores)	SEMANAL	NEOGAS	bloqueo de flujo de aire al tablero
Verificar la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	TRIMESTRAL	NEOGAS	Bloqueo de Válvula
Inspeccionar el funcionamiento de la válvula solenoide de la unidad de calefacción	TRIMESTRAL	NEOGAS	Bloqueo de Válvula
Verificar sistema de venteo	ANUAL	NEOGAS	Bloqueo de Válvula
Verificar la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	TRIMESTRAL	NEOGAS	Bloqueo de Válvula
Inspeccionar los cables (guayas) y mosquetones de seguridad a mangueras de alta presión	MENSUAL	NEOGAS	Cables y mosquetones en mal estado
Verificación de los fusibles	TRIMESTRAL	NEOGAS	Circuito abierto
Verificar el condensador	SEMANAL	NEOGAS	Contención
Inspección de controlador electrónico calentador ferrolti (verde operativo rojo alarmado)	MENSUAL	NEOGAS	Controlador en Falla
Inspeccionar conexiones eléctricas y medir voltajes	MENSUAL	NEOGAS	cortocircuito
Verificación de las conexiones y de los cables	SEMESTRAL	NEOGAS	cortocircuito
Verificar el estado físico de los cables	SEMESTRAL	NEOGAS	cortocircuito
Verificar las conexiones eléctricas	MENSUAL	NEOGAS	cortocircuito
Inspeccionar acoples rápidos, acoplamientos, fugas y limpieza	MENSUAL	NEOGAS	Deterioro
CORI-AT-35 CALIBRACION MANOMETROS DE PRESION Y TRANSDUCTORES(ANUAL)	ANUAL	NEOGAS	datos erroneos
Verificación de la presión de operación de los mandímetros analógicos (tramos: principal y auxiliar).	ANUAL	NEOGAS	datos erroneos
Verificación de la presión de operación de los mandímetros analógicos	ANUAL	NEOGAS	datos erroneos
Verificación de la presión de operación de los mandímetros analógicos	ANUAL	NEOGAS	datos erroneos
Verificar temperaturas: entrada, primera reduct, segunda reduct, calentamiento y ambiente.	SEMANAL	NEOGAS	datos erroneos
Verificar los tornillos	TRIMESTRAL	NEOGAS	desajusto, vibraciones
Verificar la polea	MENSUAL	NEOGAS	Desaliniación
CORI-AT-11 VERIFICACION FUNCIONAMIENTO SENSOR DE MEZCLAS(SEMESTRAL)	SEMESTRAL	NEOGAS	Detección de Llama
Inspeccionar estructura tablero eléctrico, unidad de mto y RCU (chapas, visagras, carpa)	SEMANAL	NEOGAS	Deterioro del equipo
Inversión de la operación entre tramos (operación con reserva).	QUINCENAL	NEOGAS	Fallas Ocultas
CORI-AT-38 PRUEBAS HIDROSTATICAS A MANGUERAS DE GAS(ANUAL)	ANUAL	NEOGAS	Fuga
Verificar fuga	ANUAL	NEOGAS	Fugas
Verificar que en el haya fugas internas de los tramos	TRIMESTRAL	NEOGAS	Fugas
Verificar tramo en operación	QUINCENAL	NEOGAS	Fugas
Verificar que en el haya fugas internas del tramo en operación.	MENSUAL	NEOGAS	Fugas
Inspeccionar las mangueras y tubería del sistema de calentamiento e intercambiadores	SEMANAL	NEOGAS	Fugas
Pesquisa y control de fuga	ANUAL	NEOGAS	Fugas de Gas
Pesquisa y control de fuga	ANUAL	NEOGAS	Fugas de Gas
Pesquisa y control de fuga	ANUAL	NEOGAS	Fugas de Gas
Inspeccionar con agua jabonosa fugas de gas en la RCU	MENSUAL	NEOGAS	Fugas de Gas
Inspeccionar las mangueras de gas, rasgaduras, estrangulamientos y aglomeramientos en terminales.	MENSUAL	NEOGAS	Integridad, Fugas Gas
Inspeccionar los manómetros (medición, glicerina)	SEMANAL	NEOGAS	Lecturas erroneas
Inspeccionar encendido de compresores y niveles de aceites	SEMANAL	NEOGAS	Mal funcionamiento del compresor
Verificar funcionamiento actuadores neumáticos y sensores de posicionamiento	SEMANAL	NEOGAS	mal funcionamiento de los actuadores, datos erroneos
Inspeccionar valores de presión y temperatura HMI comparar con la lectura de los instrumentos	SEMANAL	NEOGAS	Mediciones erroneas
Realice pruebas al bloque de electroválvulas	SEMESTRAL	NEOGAS	No accionamiento de electroválvulas
Inspeccionar paradas emergencia.	SEMESTRAL	NEOGAS	No accionamiento en control y parada de planta
CORI-AT-34 CALIBRACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD PSV Y EXCESO DE FLUJO(ANUAL)	ANUAL	NEOGAS	No accionamiento de la válvula PSV
MANTENIMIENTO PURGA AUTOMÁTICA:	TRIMESTRAL	NEOGAS	No activación de la purga
Inspeccionar sensores de gas y verifique que el led verde este encendido.	SEMESTRAL	NEOGAS	No alimentación de Voltaje al sensor
Inspección de Válvulas Reguladoras de Primer Brazo 1 y 2 Linea (Presiones 40-60Bar), Verificar By Pass Cerrado	SEMANAL	NEOGAS	No de paso de gas(daño del diafragma, daño de resortes, saturación por bache de condensado de gas,saturación de los diafragmas por condensado), aumento o disminución de gas, Fuga externa(ELP),Taponamiento/ atascamiento(PLU),Taponamiento/ atascamiento(FTF),Falla en abrir bajo demanda(FTO),Deficiencia estructural(STD)

Inspeccion de valvulas reguladoras de segundo brazo 1 y 2 linea (presiones entre 4-8bar)	SEMANAL	NEOGAS	No de paso de gas(daño del diafragma , daño de resortes , saturacion por bache de condensado de gas,saturacion de los diafragmas por condensado) , aumento o disminucion de gas , Fuga externa(ELP),Taponamiento/ atascamiento(PLU),Taponamiento/ atascamiento(FTF),Falla en abrir bajo demanda(FTD),Deficiencia estructural(STD)
Inspeccionar operatividad de la iluminaria de la RCU y cuartos de control	SEMANAL	NEOGAS	No funcionamiento de iluminacion
Inspeccionar si estan habilitados todos los sensores en pantalla oculta HMI	SEMANAL	NEOGAS	No habilitados
Verificar alarmas del PLC	MENSUAL	NEOGAS	No se emitan estado de los controladores
Inspeccionar los reguladores de gas a linea de calentadores	MENSUAL	NEOGAS	No se encuentren en el rango de regulacion
Verificar estado fisico del calentador	SEMESTRAL	NEOGAS	Perdida de Contencion
CAMBIO DE ACEITE COMPRESOR	TRIMESTRAL	NEOGAS	Perdida de las propiedades del aceite
Inspeccionar fugas de aire en linea neumaticas y bloques de electrovalvulas	SEMANAL	NEOGAS	Perdida de presion de aire en el sistema
Inspeccionar con agua jabonosa manguera y conectores de aire (fugas)	TRIMESTRAL	NEOGAS	perdida de presion en el sistema
TENSION DE CORREAS:	TRIMESTRAL	NEOGAS	Perdida de transmision de potencia
Verificar la tension de la correa	TRIMESTRAL	NEOGAS	Perdida de transmision de potencia
Inspeccionar presion de agua en sistema de calentamiento de 1 a 2 bar	SEMANAL	NEOGAS	Presion fuera de rango
Realizar la calibración de la presión regulada en el tramo en operación y reserva.	MENSUAL	NEOGAS	Presion no deseadas en los tramos
Realice limpieza del tablero	SEMESTRAL	NEOGAS	Puntos calientes
Inspeccionar visualmente válvula check de mesa (que no de paso y presurice mesas)	SEMESTRAL	NEOGAS	Que de paso
Verificar que el sistema sonoro del equipo se active, al pulsar las paradas de emergencias.	SEMESTRAL	NEOGAS	Que no emita sonido al activarse la parada de emergencia
Verificar activación de las alarmas en el display HMI	SEMESTRAL	NEOGAS	Que no se resgristen las alarmas
Inspeccionar funcionamiento de bombas, sentido de giro y fugas por sellos. (Sentido de Giro no Aplica y las Fugas en el sistema de calentamiento se analizan en otra tarea)	SEMANAL	NEOGAS	Rotura de Rodamientos
Verificar funcionamiento de las bombas (visor de rotación, vibración)	MENSUAL	NEOGAS	Rotura de Rodamientos
Inspeccionar y realizar purga a unidad de mantenimiento	SEMANAL	NEOGAS	saturacion de filtros
MANTENIMIENTO UNIDAD DE FILTRADO:	TRIMESTRAL	NEOGAS	Saturacion de filtros
Realizar drenaje de filtros de baja y alta presion	SEMANAL	NEOGAS	Saturacion de filtros
Hacer la purga de los filtros de alta presión	SEMANAL	NEOGAS	Saturacion de filtros
Hacer la limpieza en el filtro de baja presión.	SEMANAL	NEOGAS	Saturacion de filtros
Inspeccionar filtros de ingreso agua a calentadores (no aplica calentador ferrolli)	SEMANAL	NEOGAS	Saturacion de filtros.
Revisar el elemento filtrante del filtro coalescente de alta y baja presión. (cambiar si es necesario)	SEMESTRAL	NEOGAS	Saturacion del Elemento Filtrante
Verificar el filtro	TRIMESTRAL	NEOGAS	saturacion del filtro
Verificar la actuación de las alarmas	ANUAL	NEOGAS	Sin indicaciones visuales y/o sonoras
Inspeccionar elemento filtrante de la unidad de mantenimiento cambiar si se requiere	SEMANAL	NEOGAS	sobresaturacion
Hacer el mantenimiento y limpieza del sistema de alivio	TRIMESTRAL	NEOGAS	Taponamiento
Inspeccionar el calentador de gas, destapar tapa frontal (limpieza interior con aire a presión)	SEMESTRAL	NEOGAS	Taponamiento
Verificar si hay obstrucción en la salida de los humos de combustión	ANUAL	NEOGAS	Taponamiento
Inspeccionar temperaturas en intercambiadores (verificar valvulas, bombas, purgar) Solo se inspeccionara la Temperatura a intercambiadores.	MENSUAL	NEOGAS	Temperatura fuera de rango operacional
Inspeccionar la temperatura en las calderas de 60 a 90 C	MENSUAL	NEOGAS	Temperatura fuera de rango operacional
Verificación de ruido anormal	CUANDO SEA NECESARIO	NEOGAS	vibracion

ANEXO F. Agrupación de Tareas según Modos de Falla

MODO DE FALLA	TAREA PLAN + TAREA SEGÚN FABRICANTE (NUEVA TAREA)	TIPO MTTT	FRECUENCIA	RESPONSABLE
desajustes , vibraciones	Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	PVO	ANUAL	NEOGAS
desajustes , vibraciones	Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	PVO	ANUAL	NEOGAS
desajustes , vibraciones	Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	PVO	ANUAL	NEOGAS
deterioro del equipo(corrosion)	Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS
deterioro del equipo(corrosion)	Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS
deterioro del equipo(corrosion)	Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS
deterioro del equipo(corrosion)	Inspeccionar las tuberías de entrada y salida	INS	CUANDO SEA NECES	NEOGAS
Arco Electrico	Inspeccionar la parte interna del tablero eléctrico (sistema eléctrico, neumático, humedad, filtración)	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS
Bloqueo en actuador y valvula	Verificación de la válvula actuadora principal	PVO	MENSUAL	NEOGAS
Bloqueo en actuador y valvula	Verificación de la válvula actuadora del by-pass	PVO	MENSUAL	NEOGAS
Bloqueo , Fuga	Hacer funcionar la válvula de alivio	PVO	QUINCENAL	NEOGAS
Bloqueo , Fuga	Hacer la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera	PVO	QUINCENAL	NEOGAS
bloqueo de flujo de aire al tablero	Realizar limpieza a rejillas de ingreso aire a tablero electrico (verificar funcionamiento ventiladores)	PVO	SEMANAL	NEOGAS
Bloqueo de Valvula	Verificar la maniobrabilidad de las válvula de bloqueo tipo esfera	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS
Bloqueo de Valvula	Inspeccionar el funcionamiento de la válvula solenoide de la unidad de calefacción		TRIMESTRAL	NEOGAS
Bloqueo de Valvula	Verificar sistema de venteo	INS	ANUAL	NEOGAS
Bloqueo de Valvula	Verificar la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS
Cables y mosquetones en mal estados	Inspeccionar los cables (guayas) y mosquetones de seguridad a mangueras de alta presion	INS	MENSUAL	NEOGAS
Circuito abierto	Verificación de los fusibles	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS
Contencion	Verificar el condensador	INS	SEMANAL	NEOGAS
Controlador en Falla	Inspeccion de controlador electronico calentador ferroliti (verde operativo rojo alarmado)	INS	MENSUAL	NEOGAS
cortocircuito	Inspeccionar conexiones electricas y medir voltajes	PVO	MENSUAL	NEOGAS
cortocircuito	Verificación de las conexiones y de los cables	INS	SEMESTRAL	NEOGAS
cortocircuito	Verificar el estado fisico de los cables	INS	SEMESTRAL	NEOGAS
cortocircuito	Verificar las conexiones eléctricas	PVO	MENSUAL	NEOGAS
Deterioro	Inspeccionar acoples rapidos, acoplamientos, fugas y limpieza	INS	MENSUAL	NEOGAS
datos erroneos	CORI-AT.35 CALIBRACION MANOMETROS DE PRESION Y TRANSDUCTORES(anoal)	PVO	ANUAL	NEOGAS
datos erroneos	Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos (tramos: principal y auxiliar).	INS	ANUAL	NEOGAS
datos erroneos	Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos	INS	ANUAL	NEOGAS
datos erroneos	Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos	INS	ANUAL	NEOGAS
datos erroneos	Verificar temperaturas: entrada, primera reduc, segunda reduc, calentamiento y ambiente.	INS	SEMANAL	NEOGAS
desajusto , vibraciones	Verificar los tornillos	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS
Desalinacion	Verificar la polea	INS	MENSUAL	NEOGAS
Deteccion de Llama	CORI-AT.11 VERIFICACION FUNCIONAMIENTO SENSOR DE MEZCLAS(semestral)	INS	SEMESTRAL	NEOGAS
Deterioro del equipo	Inspeccionar estructura tablero electrico, unidad de mto y RCU (chapas, visagras, carpa)	INS	SEMANAL	NEOGAS
Fallas Ocultas	Inversión de la operación entre tramos (operación con reserva).	PVO	QUINCENAL	NEOGAS
Fuga	CORI-AT.38 PRUEBAS HIDROSTATICAS A MANGUERAS DE GAS(anoal)	PVO	ANUAL	NEOGAS
Fugas	Verificar fuga	INS	ANUAL	NEOGAS
Fugas	Verificar que en el haya fugas internas de los tramos	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS
Fugas	Verificar tramo en operación	INS	QUINCENAL	NEOGAS
Fugas	Verificar que en el haya fugas internas del tramo en operación.	INS	MENSUAL	NEOGAS
Fugas	Inspeccionar las mangueras y tubería del sistema de calentamiento e intercambiadores	INS	SEMANAL	NEOGAS
Fugas de Gas	Pesquisa y control de fuga	PVO	ANUAL	NEOGAS
Fugas de Gas	Pesquisa y control de fuga	INS	ANUAL	NEOGAS
Fugas de Gas	Pesquisa y control de fuga	INS	ANUAL	NEOGAS
Fugas de Gas	Inspeccionar con agua jabonosa fugas de gas en la RCU	PVO	MENSUAL	NEOGAS
Integridad, Fugas Gas	Inspeccionar las mangueras de gas, rasgaduras, estrangulamientos y aglobamientos en terminales.	INS	MENSUAL	NEOGAS
Lecturas erroneas	Inspeccionar los manometros (medicion, glicerina)	INS	SEMANAL	NEOGAS
Mal funcionamiento del compresor	Inspeccionar encendido de compresores y niveles de aceites	INS	SEMANAL	NEOGAS
mal funcionamiento de los actuadores , datos erroneos	Verificar funcionamiento actuadores neumaticos y sensores de posicionamiento	PVO	SEMANAL	NEOGAS

Mediciones erróneas	Inspeccionar valores de presión y temperatura HMI comparando con la lectura de los instrumentos	INS	SEMANTAL	NEOGAS
No accionamiento de electroválvulas	Realice pruebas al bloque de electroválvulas	PVO	SEMANTAL	NEOGAS
No accionamiento en control y parada de planta	Inspeccionar paradas emergencia.	INS	SEMANTAL	NEOGAS
No accionamiento de la válvula PSV	CORI-AT.34 CALIBRACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD PSV Y EXCESO DE FLUJO(ANUAL)	PVO	ANUAL	NEOGAS
No activación de la purga	MANTENIMIENTO PURGA AUTOMÁTICA:	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS
No alimentación de Voltaje al sensor	Inspeccionar sensores de gas y verifique que el led verde este encendido.	INS	SEMANTAL	NEOGAS
No de paso de gas(daño del diafragma , daño de resortes , saturación por bache de condensado de gas,saturación de los diafragmas por condensado) , aumento o disminución de gas , Fuga externa(ELP),Taponamiento/ atascamiento(PLU),Taponamiento/ atascamiento(FTF),Falla en abrir bajo demanda(FTO),Deficiencia estructural(STD)	Inspección de Válvulas Reguladoras de Primer Brazo 1 y 2 Línea (Presiones 40-60Bar), Verificar By Pass Cerrado	INS	SEMANTAL	NEOGAS
No de paso de gas(daño del diafragma , daño de resortes , saturación por bache de condensado de gas,saturación de los diafragmas por condensado) , aumento o disminución de gas , Fuga externa(ELP),Taponamiento/ atascamiento(PLU),Taponamiento/ atascamiento(FTF),Falla en abrir bajo demanda(FTO),Deficiencia estructural(STD)	Inspección de válvulas reguladoras de segundo brazo 1 y 2 línea (presiones entre 4-8bar)	INS	SEMANTAL	NEOGAS
No funcionamiento de iluminación	Inspeccionar operatividad de la luminaria de la RCU y cuartos de control	INS	SEMANTAL	NEOGAS
No habilitados	Inspeccionar si están habilitados todos los sensores en pantalla oculta HMI	INS	SEMANTAL	NEOGAS
No se emitan estado de los controladores	Verificar alarmas del PLC	PVO	MENSUAL	NEOGAS
No se encuentren en el rango de regulación	Inspeccionar los reguladores de gas a línea de calentadores	INS	MENSUAL	NEOGAS
Perdida de Contención	Verificar estado físico del calentador	INS	SEMANTAL	NEOGAS
Perdida de las propiedades del aceite	CAMBIO DE ACEITE COMPRESOR	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS
Perdida de presión de aire en el sistema	Inspeccionar fugas de aire en línea neumáticas y bloques de electroválvulas	INS	SEMANTAL	NEOGAS
Perdida de presión en el sistema	Inspeccionar con agua jabonosa manguera y conectores de aire (fugas)	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS
Perdida de transmisión de potencia	TENSION DE CORREAS:	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS
Perdida de transmisión de potencia	Verificar la tensión de la correa	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS
Presión fuera de rango	Inspeccionar presión de agua en sistema de calentamiento de 1 a 2 bar	INS	SEMANTAL	NEOGAS
Presión no deseadas en los tramos	Realizar la calibración de la presión regulada en el tramo en operación y reserva.	PVO	MENSUAL	NEOGAS
Puntos calientes.	Realice limpieza del tablero	PVO	SEMANTAL	NEOGAS
Que de paso	Inspeccionar visualmente válvula check de mesa (que no de paso y presurice mesas)	INS	SEMANTAL	NEOGAS
Que no emita sonido al activarse la parada de emergencia	Verificar que el sistema sonoro del equipo se active, al pulsar las paradas de emergencias.	PVO	SEMANTAL	NEOGAS
Que no se resgristen las alarmas	Verificar activación de las alarmas en el display HMI	PVO	SEMANTAL	NEOGAS
Rotura de Rodamientos	Inspeccionar funcionamiento de bombas, sentido de giro y fugas por sellos. (Sentido de Giro no Aplica y las Fugas en el sistema de calentamiento se analizan en otra tarea)	INS	SEMANTAL	NEOGAS
Rotura de Rodamientos	Verificar funcionamiento de las bombas (visor de rotación, vibración)	INS	MENSUAL	NEOGAS
saturación de filtros	Inspeccionar y realizar purga a unidad de mantenimiento	INS	SEMANTAL	NEOGAS
Saturación de filtros	MANTENIMIENTO UNIDAD DE FILTRADO:	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS
Saturación de filtros	Realizar drenaje de filtros de baja y alta presión	PVO	SEMANTAL	NEOGAS
Saturación de filtros	Hacer la purga de los filtros de alta presión	PVO	SEMANTAL	NEOGAS
Saturación de filtros	Hacer la limpieza en el filtro de baja presión.	PVO	SEMANTAL	NEOGAS
Saturación de filtros.	Inspeccionar filtros de ingreso agua a calentadores (no aplica calentador ferrolli)	INS	SEMANTAL	NEOGAS
Saturación del Elemento Filtrante	Revisar el elemento filtrante del filtro coalescente de alta y baja presión. (cambiar si es necesario)	PVO	SEMANTAL	NEOGAS
saturación del filtro	Verificar el filtro	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS
Sin indicaciones visuales y/o sonoras	Verificar la actuación de las alarmas	PVO	ANUAL	NEOGAS
sobresaturación	Inspeccionar elemento filtrante de la unidad de mantenimiento cambiar si se requiere	INS	SEMANTAL	NEOGAS
Taponamiento	Hacer el mantenimiento y limpieza del sistema de alivio	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS
Taponamiento	Inspeccionar el calentador de gas, destapar tapa frontal (limpieza interior con aire a presión)	PVO	SEMANTAL	NEOGAS
Taponamiento	Verificar si hay obstrucción en la salida de los humos de combustión	PVO	ANUAL	NEOGAS
Temperatura fuera de rango operacional	Inspeccionar temperaturas en intercambiadores (verificar válvulas, bombas, purgar) Solo se inspeccionara la Temperatura a intercambiadores.	INS	MENSUAL	NEOGAS
Temperatura fuera de rango operacional	Inspeccionar la temperatura en las calderas de 60 a 90 C	INS	MENSUAL	NEOGAS
vibración	Verificación de ruido anormal	INS	CUANDO SEA NECES	NEOGAS

ANEXO G. Evaluación Tipo de Falla, Evidente - Oculta y Consecuencias

MODO DE FALLA	TAREA PLAN + TAREA SEGÚN FABRICANTE (NUEVA TAREA)	TIPO MITO	FRECUENCIA	RESPONSABLE	TIPO MDF	EVALUACIÓN MD	CONSECUENCIA
desajustes , vibraciones	Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	PVO	ANUAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
desajustes , vibraciones	Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	PVO	ANUAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
desajustes , vibraciones	Verificar fijaciones (tornillos, base, soportes, reductores, palancas, bridas, conexiones roscadas y otros).	PVO	ANUAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
deterioro del equipo(corrucion)	Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
deterioro del equipo(corrucion)	Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
deterioro del equipo(corrucion)	Conservación de las estructuras (limpieza, corrosión, infiltración).	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
deterioro del equipo(corrucion)	Conservación del equipo mecánico y accesorios (limpieza, corrosión, infiltración, almacenaje, iluminación, trancas, etc.).	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
deterioro del equipo(corrucion)	Inspeccionar las tuberías de entrada y salida	INS	CUANDO SEA NECES	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Arco Eléctrico	Inspeccionar la parte interna del tablero eléctrico (sistema eléctrico, neumático, humedad, filtración)	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	HSEQ
Bloqueo en actuador y válvula	Verificación de la válvula actuadora principal	PVO	MESESUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Bloqueo en actuador y válvula	Verificación de la válvula actuadora del by-pass	PVO	MESESUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Bloqueo , Fuga	Hacer funcionar la válvula de alivio	PVO	QUINCENAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Bloqueo , Fuga	Hacer la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	PVO	QUINCENAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
bloqueo de flujo de aire al tablero	Realizar limpieza a rejillas de ingreso aire a tablero eléctrico (verificar funcionamiento ventiladores)	PVO	SEMANAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Bloqueo de Válvula	Verificar la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Bloqueo de Válvula	Inspeccionar el funcionamiento de la válvula solenoide de la unidad de calefacción	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Bloqueo de Válvula	Verificar sistema de venteo	INS	ANUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Bloqueo de Válvula	Verificar la maniobrabilidad de las válvulas de bloqueo tipo esfera	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Cables y mosquetones en mal estado	Inspeccionar los cables (guayas) y mosquetones de seguridad a mangueras de alta presión	INS	MESESUAL	NEOGAS	T	Evidente	HSEQ
Circuito abierto	Verificación de los fusibles	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Contención	Verificar el condensador	INS	SEMANAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Controlador en Falla	Inspeccionar controlador electrónico calentador ferrolit (verde operativo rojo alarmado)	INS	MESESUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
cortocircuito	Inspeccionar conexiones eléctricas y medir voltajes	PVO	MESESUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
cortocircuito	Verificación de las conexiones y de los cables	INS	SEMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
cortocircuito	Verificar el estado físico de los cables	INS	SEMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
cortocircuito	Verificar las conexiones eléctricas	PVO	MESESUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Deterioro	Inspeccionar acoples rápidos, acoplamientos, fugas y limpieza	INS	MESESUAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
datos erroneos	CORI-AT 35 CALIBRACION MANOMETROS DE PRESION Y TRANSDUCTORES(annual)	PVO	ANUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
datos erroneos	Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos (tramos: principal y auxiliar).	INS	ANUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
datos erroneos	Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos	INS	ANUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
datos erroneos	Verificación de la presión de operación de los manómetros analógicos	INS	ANUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
datos erroneos	Verificar temperaturas: entrada, primera reduccion, segunda reduccion, calentamiento y ambiente.	INS	SEMANAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
desajusto , vibraciones	Verificar los tornillos	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Desalinización	Verificar la polea	INS	MESESUAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Detección de Llama	CORI-AT 11 VERIFICACION FUNCIONAMIENTO SENSOR DE MEZCLAS(semesteral)	INS	SEMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Deterioro del equipo	Inspeccionar estructura tablero eléctrico, unidad de mto y RCU (chapas, visagras, carga)	INS	SEMANAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Fallas Ocultas	Inversión de la operación entre tramos (operación con reserva).	PVO	QUINCENAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Fuga	CORI-AT 38 PRUEBAS HIDROSTATICAS A MANGUERAS DE GAS(annual)	PVO	ANUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Fugas	Verificar fuga	INS	ANUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Fugas	Verificar que en el haya fugas internas de los tramos	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Fugas	Verificar tramo en operación	INS	QUINCENAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Fugas	Verificar que en el haya fugas internas del tramo en operación.	INS	MESESUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Fugas	Inspeccionar las mangueras y tuberías del sistema de calentamiento e intercambiadores	INS	SEMANAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Fugas de Gas	Pesquisa y control de fuga	PVO	ANUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Fugas de Gas	Pesquisa y control de fuga	INS	ANUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Fugas de Gas	Pesquisa y control de fuga	INS	ANUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Fugas de Gas	Inspeccionar con agua jabonosa fugas de gas en la RCU	PVO	MESESUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Fugas de Gas	Inspeccionar las mangueras de gas, rasgaduras, estrangulamientos y aglomeramientos en terminales.	INS	MESESUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Integridad, Fugas Gas	Inspeccionar los manómetros (medición, glicerina)	INS	SEMANAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Lecturas erroneas	Inspeccionar encendido de compresores y niveles de aceites	INS	SEMANAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Mal funcionamiento del compresor	Verificar funcionamiento actuadores neumáticos y sensores de posicionamiento	PVO	SEMANAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
mal funcionamiento de los actuadores , datos erroneos	Inspeccionar valores de presión y temperatura HMI comparar con la lectura de los instrumentos	INS	SEMANAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Mediciones erroneas	Realice pruebas al bloque de electroválvulas	PVO	SEMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
No accionamiento de electroválvulas	Inspeccionar paradas emergencia	INS	SEMESTRAL	NEOGAS	A	Oculta	HSEQ
No accionamiento en control y parada de planta	CORI-AT 34 CALIBRACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD PSV Y EXCESO DE FLUJO(annual)	PVO	ANUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
No accionamiento de la válvula PSV	MANTENIMIENTO PURGA AUTOMATICA:	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
No alimentación de Voltaje al sensor	Inspeccionar sensores de gas y verifique que el led verde este encendido.	INS	SEMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
No de paso de gas(daño del diafragma , daño de resortes , saturacion por bache de condensado de gas,saturacion de los diafragmas por condensado) , aumento o disminucion de gas , Fuga externa(ELP),Taponamiento/ atascamiento(PLU),Taponamiento/ atascamiento(FTF),Falla en abrir bajo demanda(FTO),Deficiencia estructural(STD)	Inspeccion de Valvulas Reguladoras de Primer Brazo 1 y 2 Linea (Presiones 40-60Bar), Verificar By Pass Cerrado	INS	SEMANAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
No de paso de gas(daño del diafragma , daño de resortes , saturacion por bache de condensado de gas,saturacion de los diafragmas por condensado) , aumento o disminucion de gas , Fuga externa(ELP),Taponamiento/ atascamiento(PLU),Taponamiento/ atascamiento(FTF),Falla en abrir bajo demanda(FTO),Deficiencia estructural(STD)	Inspeccion de valvulas reguladoras de segundo brazo 1 y 2 linea (presiones entre 4-8bar)	INS	SEMANAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
No funcionamiento de iluminación	Inspeccionar operatividad de la iluminaria de la RCU y cuartos de control	INS	SEMANAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD

No habilitados	Inspeccionar si estan habilitados todos los sensores en pantalla oculta HMI	INS	SEMANTAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
No se emitan estado de los controladores	Verificar alarmas del PLC	PVO	MENSUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
No se encuentren en el rango de regulacion	Inspeccionar los reguladores de gas a linea de calentadores	INS	MENSUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Perdida de Contencion	Verificar estado fisico del calentador	INS	SEMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Perdida de las propiedades del aceite	CAMBIO DE ACEITE COMPRESOR	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Perdida de presion de aire en el sistema	Inspeccionar fugas de aire en linea neumaticas y bloques de electrovalvulas	INS	SEMANTAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
perdida de presion en el sistema	Inspeccionar con agua jabonosa manguera y conectores de aire (fugas)	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Perdida de transmision de potencia	TENSION DE CORREAS:	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Perdida de transmision de potencia	Verificar la tension de la correa	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Presion fuera de rango	Inspeccionar presion de agua en sistema de calentamiento de 1 a 2 bar	INS	SEMANTAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Presion no deseadas en los tramos	Realizar la calibracion de la presion regulada en el tramo en operacion y reserva.	PVO	MENSUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Puntos calientes.	Realice limpieza del tablero	PVO	SEMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Que de paso	Inspeccionar visualmente valvula check de mesa (que no de paso y presurice mesas)	INS	SEMESTRAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Que no emita sonido al activarse la parada de emergencia	Verificar que el sistema sonoro del equipo se active, al pulsar las paradas de emergencias.	PVO	SEMESTRAL	NEOGAS	A	Oculto	HSEQ
Que no se resgrieten las alarmas	Verificar activacion de las alarmas en el display HMI	PVO	SEMESTRAL	NEOGAS	A	Oculto	HSEQ
Rotura de Rodamientos	Inspeccionar funcionamiento de bombas, sentido de giro y fugas por sellos. (Sentido de Giro no Aplica y las Fugas en el sistema de calentamiento se analizan en otra tarea)	INS	SEMANTAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Rotura de Rodamientos	Verificar funcionamiento de las bombas (visor de rotacion, vibracion)	INS	MENSUAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
saturation de filtros	Inspeccionar y realizar purga a unidad de mantenimiento	INS	SEMANTAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Saturacion de filtros	MANTENIMIENTO UNIDAD DE FILTRADO:	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Saturacion de filtros	Realizar drenaje de filtros de baja y alta presion	PVO	SEMANTAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Saturacion de filtros	Hacer la purga de los filtros de alta presion	PVO	SEMANTAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Saturacion de filtros	Hacer la limpieza en el filtro de baja presion.	PVO	SEMANTAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Saturacion de filtros.	Inspeccionar filtros de ingreso agua a calentadores (no aplica calentador ferrolli)	INS	SEMANTAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Saturacion del Elemento Filtrante	Revisar el elemento filtrante del filtro coalescente de alta y baja presion. (cambiar si es necesario)	PVO	SEMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
saturation del filtro	Verificar el filtro	INS	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Sin indicaciones visuales y/o sonoras sobresaturacion	Verificar la actuacion de las alarmas	PVO	ANUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Taponamiento	Inspeccionar elemento filtrante de la unidad de mantenimiento cambiar si se requiere	INS	SEMANTAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Taponamiento	Hacer el mantenimiento y limpieza del sistema de alivio	PVO	TRIMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Taponamiento	Inspeccionar el calentador de gas, destapar tapa frontal (limpieza interior con aire a presion)	PVO	SEMESTRAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Taponamiento	Verificar si hay obstruccion en la salida de los humos de combustion	PVO	ANUAL	NEOGAS	T	Evidente	PROD
Temperatura fuera de rango operacional	Inspeccionar temperaturas en Intercambiadores (verificar valvulas, bombas, purgar) Solo se inspeccionara la Temperatura a intercambiadores.	INS	MENSUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
Temperatura fuera de rango operacional	Inspeccionar la temperatura en las calderas de 60 a 90 C	INS	MENSUAL	NEOGAS	A	Evidente	PROD
vibracion	Verificacion de ruido anormal	INS	CUANDO SEA NECES	NEOGAS	A	Evidente	PROD

ANEXO H. Definición de la Nueva política de Mantenimiento

Ver en la carpeta anexos adjuntos en el CD.

ANEXO I.Optimización del Plan de Mantenimiento.

Ver en la carpeta anexos adjuntos en el CD

ANEXO J. Árbol de decisión de optimización de tareas.

Ver en la carpeta anexos adjuntos en el CD

ANEXO K. Reguladores de Presión

Ver en la carpeta anexos adjuntos en el CD

