

**PLAN DE SEGURIDAD AL SISTEMA OPERATIVO DEL GAS, EN LA
ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN LA GLORIA, OPERADA POR LA
EMPRESA PERENCO COLOMBIA LIMITED.**

DIEGO FERNANDO NIÑO SILVA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA
2010**

**PLAN DE SEGURIDAD AL SISTEMA OPERATIVO DEL GAS, EN LA
ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN LA GLORIA, OPERADA POR LA
EMPRESA PERENCO COLOMBIA LIMITED.**

DIEGO FERNANDO NIÑO SILVA

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR EL TITULO DE ESPECIALISTA EN
INGENIERIA DEL GAS**

Director, RAFAEL ANTONIO JAIME MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DEL GAS
BUCARAMANGA
2010**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
2. OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GENERAL	12
2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. GENERALIDADES	13
3.1 RESEÑA HISTÓRICA	13
3.2 LOCALIZACIÓN	13
3.3 ASPECTOS GENERALES DE PRODUCCIÓN	15
3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	16
4. MARCO CONCEPTUAL	18
4.1 RIESGO	18
4.2. FACTORES DE RIESGO	18
4.2.1 Factor de riesgo mecánico	18
4.2.2 Factor de riesgo eléctrico	18
4.2.3 Factor de riesgo químico	19
4.2.4 Factor de riesgo físico	19
4.2.5 Factor de riesgo biológico	19
4.2.6 Factor de riesgo ergonómico	20
4.2.7 Factor de riesgo sicosocial	20
4.2.8 Factor de riesgo locativo	20
4.2.9 Factor de riesgo físico – químico	20

4.2.10 Factor de riesgo	21
4.3 VALORACIÓN DE FACTORES DE RIESGOS	21
4.3.1 Exposición	21
4.3.2 Probabilidad	21
4.3.3. Consecuencia	21
4.3.4 Grado de peligrosidad	22
4.3.5 Factor de ponderación	22
4.3.6 Grado de repercusión	23
5. ANÁLISIS DE RIESGOS	24
6. PLAN DE SEGURIDAD	43
6.1 SOLUCIONES RELACIONADAS CON CAPACITACIÓN	43
6.2 MEDIDAS RELACIONADAS CON MANTENIMIENTO	43
6.3 RECOMENDACIONES SOBRE EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	44
6.4 MEDIDA ADICIONAL	44
7. CONCLUSIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Escala de valoración para factores de riesgo	21
Tabla 2 Ponderación del grado de repercusión	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localización general del contrato de asociación Casanare	14
Figura 2. Localización del campo La Gloria en relación con los demás campos del contrato de asociación Casanare	15

RESUMEN

TITULO: PLAN DE SEGURIDAD AL SISTEMA OPERATIVO DEL GAS, EN LA ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN LA GLORIA, OPERADA POR LA EMPRESA PERENCO COLOMBIA LIMITED*

AUTOR:
DIEGO FERNANDO NIÑO SILVA**

PALABRAS CLAVES
Gas, riesgo, exposición, probabilidad, consecuencia,

DESCRIPCIÓN:

Con este proyecto se realizó un plan de seguridad al sistema operativo del gas, en la estación de producción La Gloria. El estudio partió de una minuciosa identificación de los riesgos asociados a la operación en el circuito del gas, se identificaron, localizaron y valoraron los riesgos de una forma sistematizada y organizada dentro de un contexto operativo, para cada uno de estos riesgos identificados se realizó el cálculo de las variables: consecuencia, probabilidad y exposición; ya determinadas estas variables se calculó el grado de peligrosidad, y el grado de repercusión, como indicador que refleja la incidencia del riesgo con la población expuesta.

Como resultado del análisis descrito se encontraron veintiún riesgos, de estos, doce se clasificaron dentro del factor de riesgo mecánico, dos como químico, dos físico, dos locativo y uno ergonómico; el grado de peligrosidad calculado, para cuatro riesgos se sitúa dentro del grado medio y para los dieciocho restantes como bajo; ocho riesgos se ubican en grado medio dentro de la escala de grado de repercusión, y los demás en grado bajo.

El desarrollo del proyecto permitió proponer medidas para eliminar siete de los riesgos existentes, disminuir la probabilidad para cuatro de los riesgos con capacitación al personal, y plantear medidas para disminuir el impacto a seis de los riesgos.

*Proyecto de grado

**Facultad de Ciencias Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de petróleo. Director: Rafael Jaime Martínez.

SUMMARY

TITULO: SAFETY PLAN FOR THE OPERATIVE SYSTEM OF THE GAS, ON THE STATION OF PRODUCTION THE GLORIA PRODUCED BY THE COMPANY PERENCO COLOMBIA LIMITED.*

AUTHOR: DIEGO FERNANDO NIÑO SILVA**

KEY WORDS

Gas, risk, exposure, probability, consequence.

DESCRIPTION

This Project developed a security plan for the operative gas system at La Gloria production station. The study began from a detailed identification of the associated risks of the gas circuit operation. Within an operative context, risks were identified, localized, and valued in an organized and systemized fashion. The following variables were calculated for each of these identified risks: consequence, probability and exposition. Once they were determined, the degree of dangerousness was calculated as well as the repercussion degree, as an indicator that reflects the incidence of the risk on the exposed population.

Twenty one risks were found as a result of the described analysis. From these, twelve were classified as mechanical risk factors, two as chemical, two physical, two locative and one ergonomic. The calculated dangerousness degree of four risks fell in the middle degree range, and for the eighteen risks left, on a low degree range. On the repercussion scale, eight risks were at the middle range degree, and the rest on the low range degree.

With the development of this project it was possible to propose measures to eliminate seven of the existing risks, lower the probability of four risks by personnel induction, and to lower the impact of six risks.

*Work Degree

** Faculty of Physicochemical Sciences. School of Petroleum Engineering. Directress: Rafael Jaime Martínez.

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este proyecto consiste en realizar un plan de seguridad al sistema operativo del gas, en la estación de producción La Gloria, este campo se ubica en el municipio de Aguazul, Casanare, y es operado por la empresa Perenco Colombia Limited.

El trabajo es de gran utilidad ya que la empresa no cuenta con un plan de seguridad que permita identificar y reducir los riesgos en la batería de producción, derivados de la operación del gas.

La única información existente es un panorama de riesgos realizado por la ARP, que evalúa los riesgos de una manera muy general para cualquier estación de producción.

Con este plan de seguridad se identifican, localizan y valoran los riesgos de una forma sistematizada y organizada dentro de un contexto operativo. Siendo este plan la base de partida coherente, que permita la programación de las actividades para la intervención eficaz sobre los riesgos, que conlleve a designar los recursos de una manera apropiada, dirigidos a la previsión, prevención o protección de los riesgos.

Para este estudio se realiza una recopilación de información sobre panoramas de riesgo, identificación de riesgos y planes de seguridad.

Luego se hace una visita a la estación, para realizar una minuciosa identificación de los riesgos asociados a la operación en el circuito del gas; con estos riesgos identificados se realiza el cálculo de las variables de consecuencia probabilidad y exposición para cada uno; ya determinadas estas variables se calcula el grado de peligrosidad, y el grado de repercusión, como indicador que refleja la incidencia del riesgo con la población expuesta; para finalmente hacer una descripción de una serie de medidas propuestas encaminadas a eliminar el riesgo o disminuir su impacto, priorizando las de grado de repercusión más alto, pues estas son las de mayor impacto.

2. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un plan de seguridad al sistema operativo del gas en la estación de producción La Gloria de la empresa Perenco Colombia Limited.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los riesgos al sistema operativo del gas presentes en la estación La Gloria.
- Hallar el grado de peligrosidad para los riesgos encontrados.
- Calcular el grado de repercusión, para cada uno de los riesgos.
- Determinar la posibilidad de eliminar los riesgos.
- Encontrar medidas que permita disminuir el grado de repercusión.

3. GENERALIDADES

3.1 RESEÑA HISTÓRICA.

El campo La Gloria fue descubierto en 1974 con la perforación del pozo La Gloria-1 (LGL-1) perforado por Intecol. En 1987 se perfora LGL-2 con el propósito de explorar las formaciones Mirador, Barco, Guadalupe, Gacheta y Areniscas Inferiores; dando como resultado que las formaciones con mayor interés comercial petrolero para este campo provienen de Mirador y Areniscas Inferiores.

Este campo hace parte del contrato de asociación Casanare, que fue firmado en enero de 1978 entre Ecopetrol y las empresas asociadas ELF Aquitane, Hocol y Louisiana Land & E, con extensión acordada en el año 2004 hasta alcanzar los límites económicos. Este contrato corresponde a 12 campos descubiertos, operados por PERENCO COLOMBIA LIMITED; los cuales son: Caño Garza, Caño Garza Norte, Barquereña, Cravo Este, Cravo Sur, La Flora, La Gloria Norte, La Gloria, Morichal, Tierra Blanca, Morichal y Tocaria.

Según los términos de la extensión, la participación de los socios en las inversiones es de la siguiente forma:

- Empresa Colombiana de Petróleos: 50.0 %
- Hocol: 18.0 %
- PERENCO COLOMBIA LIMITED (Operador): 32.0 %

Los porcentajes sobre la producción a los que tiene derecho cada socio descontando las regalías son los siguientes:

- Empresa Colombiana de Petróleos: 60.00 %
- Hocol: 16.96 %
- PERENCO COLOMBIA LIMITED. (Operador): 23.04 %

Las regalías son del 20% las cuales se descuentan antes de repartir el porcentaje de participación de cada Empresa.

3.2. LOCALIZACIÓN

El contrato de asociación Casanare se encuentra ubicado geográficamente en el centro del departamento de Casanare, con un área comercial de 1662 km² aproximadamente, en la figura 1 se observa la ubicación general del contrato asociación Casanare.

El área de estudio se localiza en jurisdicción del municipio de Aguazul en el Departamento de Casanare, a 35 Km. al Sur de la ciudad de Yopal, sus coordenadas geográficas son Norte 5° 1' 52.6" y Oeste 72° 21' 11.4".

Con respecto a los campos vecinos y productores más cercanos se encuentra separado a 12 km al suroeste del campo La Gloria Norte y a 20 Km al sur del campo Morichal, En la figura 2 se ilustra la ubicación del campo la gloria en relación con sus campos vecinos.

Figura 1. Localización general del contrato de asociación Casanare

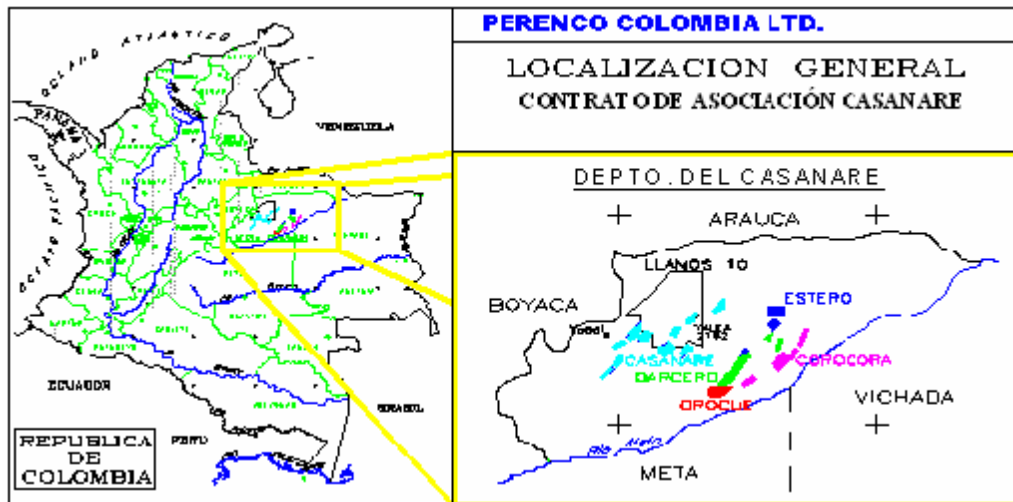
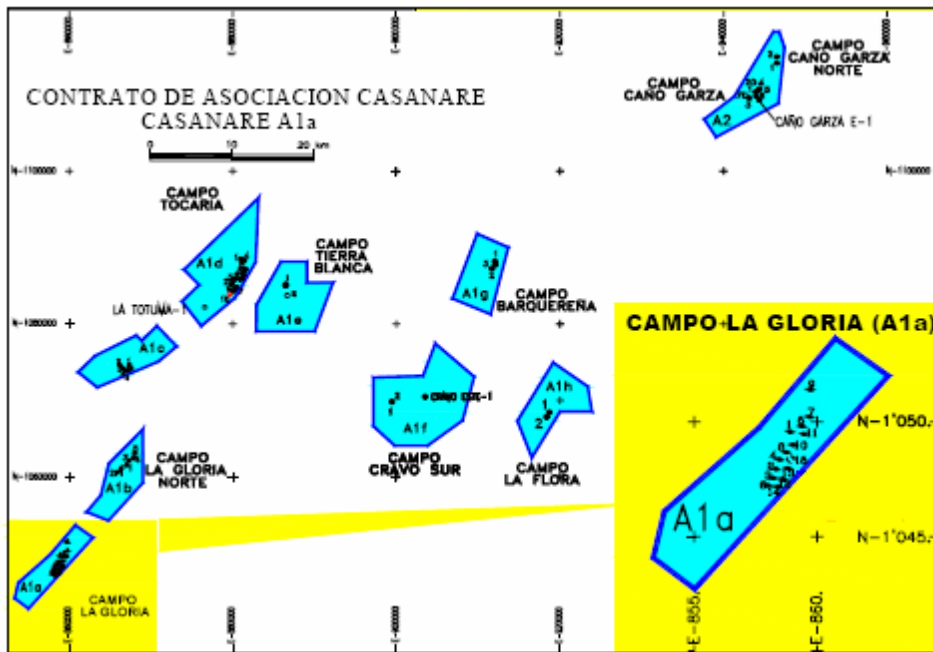


Figura 2. Localización del campo La Gloria en relación con los demás campos del contrato de asociación Casanare



3.3 ASPECTOS GENERALES DE PRODUCCIÓN

En la actualidad (Septiembre de 2010) se producen 3200 barriles de crudo por día, utilizando dos sistemas de levantamiento artificial: Gas Lift y Bombeo electro sumergible.

La producción del gas de formación es 1.2 MMSCFD

El Campo cuenta con 18 pozos perforados desde 1974 hasta hoy de los cuales los pozos 5-15-16 y 18 son Electro sumergibles, los pozos 3-4-7-11 y 17 son con Gas Lift, los pozos 2-9-10 son inyectores de agua, mientras que los pozos 6-8-12-13 y 14 colapsaron.

El pico máximo de producción del campo fue en el año 2004 cuando se llegó a 10.000 barriles de crudo por día.

La gravedad API del crudo varía entre 15.6 – 16.7 @. 60° F, el BS&W del fluido proveniente de los pozos varía entre el 50% y el 99%, con una producción de agua que llega a los 30.000 BWPd. Dentro de los componentes de este fluido se encuentra el CO₂, componente bastante corrosivo que obliga a la necesidad de emplear químicos anticorrosivos proporcionales a la cantidad de agua producida. La salinidad alcanza una concentración promedio de 20.000 ppm de cloruros.

3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

El gas asociado a crudo y agua procedente de los pozos, llega al manifold de recibo de donde es direccionado a los separadores trifásicos, (dos generales y uno de prueba), de estos el agua, pasa a través de diferentes equipos del proceso donde además se le realiza tratamiento con químicos para cumplir con los parámetros de inyección; El crudo se envía a un tratador térmico de este se dirige a un separador atmosférico donde se termina de deshidratar y luego a la estación Gloria Norte donde es fiscalizado.

El gas rico en una cantidad de 4.2 MMSFD sale de los separadores, en el separador de prueba se cuenta el gas producido por cada uno de los pozos con un contador de platina de orificio, cambiando la platina de orificio de acuerdo al caudal de cada pozo, la temperatura promedio a la salida es de 155°f y la presión de 98 psi de ahí pasa por un intercambiador gas – agua, a temperatura ambiente donde se le disminuye la temperatura a +130°f, de este pasa por un scrubber donde se le retira el agua y el hidrocarburo que se condensa, para luego pasar a través de un proceso de enfriamiento en un intercambiador de casco y tubo, que consigue la condición de enfriamiento por medio de un ciclo de refrigeración, que utiliza freón 22 como refrigerante para llegar a disminuir la temperatura al gas a 60°f; el gas frío llega al scrubber de succión de compresores a una presión de 90 psi donde es tomado por seis de los siete compresores Ajax DPC 162 con capacidad de 500 MSCFD cada uno, estos compresores tienen tres etapas de compresión de la primera sale a 220 psi, de la descarga de la segunda etapa el gas a 600 psi va a la planta de la empresa A.M.V. CONGAS, donde se mezcla con el gas sobrante de la succión de compresores Ajax, gas que es succionado por un compresor Ariel y descargado a los 600 Psi que es la presión de alimento de la planta de A.M.V. CONGAS, donde el gas es tratado y procesado, para de regreso ser utilizado como: gas de arranque de los compresores; combustible para los motores de los generadores, bombas de inyección de agua, y los compresores; como combustible del tratador térmico; gas de potencia para las bombas neumáticas Gardner Denver (utilizadas para bombear el crudo hacia la estación Gloria Norte); además este gas es utilizado para la instrumentación; y la mayor parte 3 MMSCFD va a la tercera etapa de compresión, de ésta ultima sale a 1800 psi, va al cabezal de inyección y de éste a los pozos con levantamiento artificial gas lift.

Todo el gas que sobra, sumado al de despresurizaciones, de apertura de válvulas de seguridad se dirige a la Tea pero antes pasa por un Torch Gas Scrubber donde el gas es despojado de las gotas de líquido que pueda llegar a contener, en la tea el gas es quemado o evacuado a la atmósfera, esta tea se enciende de forma manual cuando se estima que la cantidad de gas es suficiente para mantenerla encendida.

Existe un sistema de autoconsumo para utilizar en caso de que la planta de A.M.V. se encuentre fuera de operación y consiste en tomar gas del scrubber de succión de compresores e incrementarle la presión a 170 psi por medio de un compresor Nash Elmo motor eléctrico, para descargarlo a los scrubber de gas de arranque de compresores e instrumentación - gas combustible; tiene como inconveniente la presencia de condensados en los diferentes equipos cuando está en funcionamiento.

Además como respaldo al sistema hay un gasoducto con trampa de recibo de raspador, que conecta a la estación La Gloria con la estación Morichal pasando por la Estación La Gloria Norte, del cual se puede tomar gas en caso de ser necesario; este gasoducto se utilizo para transportar el gas consumo antes de la entrada en funcionamiento del auto consumo y la planta de A.M.V.

4. MARCO CONCEPTUAL

A continuación se definen los términos utilizados en el desarrollo de esta monografía.

4.1 RIESGO

Es la probabilidad de que un determinado suceso se produzca en un determinado periodo de tiempo. En el contexto preventivo se refiere a la probabilidad de que se produzcan sucesos negativos indeseables y anti-económicos, tales como, fallas averías accidentes, lesiones enfermedades o catástrofes. En términos generales se refiere a los efectos o las consecuencias de los eventos. (1)

4.2. FACTORES DE RIESGOS

Se entiende bajo esta denominación, la existencia de elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación y/o control del elemento agresivo. (4) A continuación se describen los diferentes factores de riesgo.

4.2.1 Factores de riesgo mecánico. Objetos, máquinas, equipos, herramientas que por sus condiciones de funcionamiento, diseño o forma, tamaño, ubicación y disposición, tienen la capacidad potencial de entrar en contacto con las personas o materiales, provocando lesiones en los primeros y daños en los segundos. Algunos de estos factores son:

- Caídas de altura
- Caídas a nivel
- Atrapamientos
- Golpes – pisadas – choques
- Caídas de objetos
- Gestos violentos

4.2.2. Factores de riesgo eléctrico. Se refiere a los sistemas eléctricos de las máquinas y los equipos, instalaciones o materiales de estos, que al entrar en contacto con las personas pueden provocar lesiones o daños a la propiedad.

- Contacto indirecto
- Contacto directo
- Alta tensión
- Baja tensión

- Electricidad estática

4.2.3 Factores de riesgo químico. Toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fracción, manejo, transporte, almacenamiento o uso, pueda incorporarse al aire ambiente y ser inhalada, entrar en contacto con la piel o ser ingerida, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades o exposición que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas.

- Aerosoles sólidos y líquidos
- Polvos
- Gases y vapores (No detectables organoelectrónicamente)
- Gases y vapores (Detectables electrónicamente)
- Líquidos
- Humos

4.2.4 Factores de riesgo físico. Son todos aquellos factores ambientales de naturaleza física que pueden provocar efectos adversos a la salud según sea la intensidad o tiempo de exposición. Se clasifican en:

- Energía mecánica: Ruido, vibraciones, presión barométrica
- Energía térmica: Calor, frío
- Radiaciones ionizantes
- Radiaciones no ionizantes

4.2.5 Factores de riesgo biológico. Todos aquellos seres vivos ya sean de origen animal o vegetal y todas aquellas sustancias derivadas de los mismos, que pueden ser susceptibles de provocar efectos negativos en la salud de los trabajadores en la forma de procesos infecciosos, tóxicos o alérgicos se clasifican en:

- Animales
- Vegetales
- Fungales
- Protistas
- Mónera
- Virus

4.2.6. Factores de riesgo ergonómico. Se refiere a todos los aspectos de la organización del trabajo, de la estación o puesto de trabajo y su diseño, que pueden alterar la relación del individuo con el objeto del trabajo produciendo

problemas en la salud, en la secuencia de uso o la producción. Estos riesgos pueden ser:

- Sobrecarga
- Esfuerzos
- Postura habitual
- Diseño del puesto

4.2.7. Factores de riesgo sicosocial. Se refieren a aquellos aspectos intrínsecos y organizativos del trabajo y a las interrelaciones humanas, que al interactuar con factores humanos endógenos (edad, patrimonio genético, antecedentes psicológicos) y exógenos (vida familiar, cultura), tienen la capacidad potencial de producir cambios en el comportamiento (agresividad, ansiedad, insatisfacción) o trastornos físicos o psicosomáticos (fatiga, dolor de cabeza, espasmos musculares, alteraciones en ciclo de sueño, propensión a la úlcera gástrica, la hipertensión, la cardiopatía envejecimiento acelerado) su fuente depende de:

- Tipo de organización y métodos de trabajo
- Contenido de la tarea
- Organización del tiempo de trabajo
- Relaciones humanas
- Gestión
- Monotonía

4.2.8 Factor de riesgo locativo. Condiciones de la zona geográfica, las instalaciones o áreas de trabajo, que bajo circunstancias no adecuadas pueden ocasionar accidentes de trabajo o pérdidas para la empresa. Se incluyen las deficientes condiciones de orden y aseo, la falta de dotación, señalización o ubicación adecuada de extintores, la carencia de señalización de vías de evacuación, estado de vías de tránsito, techos, puertas, paredes.

4.2.9 Factores de riesgo Físico – Químico. Todos aquellos objetos, sustancias químicas, materiales combustibles y fuentes de calor que bajo circunstancias de inflamabilidad o combustibilidad, pueden desencadenar incendios y explosiones con consecuencias como lesiones personales, muertes, daños materiales y pérdidas. Los incendios se pueden generar por cualquiera de los siguientes agentes:

- Sólidos
- Líquidos
- Gases
- Eléctricos
- Combinaciones

4.2.10 Factores de riesgo público. Son aquellas circunstancias de origen social y externas a la empresa, a las que se puede ver enfrentado el trabajador por razón de su oficio, tales como delincuencia, extorsión robo, asonada, condiciones de tránsito.

4.3 VALORACIÓN DE FACTORES DE RIESGO

Se realiza mediante una valoración cuali – cuantitativa, utilizando una escala para los riesgos que generan patologías traumáticas, asignando un valor numérico de 1 a 10 para la exposición, probabilidad y consecuencia de cada uno de los riesgos.

4.3.1 Exposición. La frecuencia con que se presenta la situación del riesgo que tratamos de evaluar, pudiendo ocurrir el primer acontecimiento que inicia la secuencia hacia los sucesos.

4.3.2 Probabilidad. Una vez presentada la situación de riesgo, se trata de evaluar la posibilidad de que los acontecimientos de la cadena, se completen en el tiempo. Originándose los sucesos no deseados.

4.3.3 Consecuencia. El resultado más probable esperado a causa de la actualización del riesgo que se evalúa incluyendo daños personales y/o materiales.

La escala de valoración para factores de riesgo que generan accidentes de trabajo; modificada para el caso bajo estudio se observa en la tabla.

Tabla 1. Escala de valoración para factores de riesgo

VALOR	CONSECUENCIA
10	Muerte y/o daños superiores a 200 millones de pesos
7	Lesiones incapacitantes permanentes y/o daños entre 20 y 200 millones de pesos.
4	Lesiones con incapacidad no permanente Y/o daños entre 2 y 20 millones de pesos
1	Lesiones con heridas leves, contusiones, golpes y/o daños menores de 2 millones de pesos
VALOR	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
10	La situación de riesgo ocurre continuamente o muchas veces al día
7	Frecuentemente o una vez al día
4	Ocasionalmente o una vez por semana

1	Remotamente posible
VALOR	PROBABILIDAD
10	Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar
7	Es completamente posible nada extraño tiene una probabilidad de actualización del 50%
4	Sería una coincidencia rara. Tiene una probabilidad de actualización del 20%.
1	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición al riesgo, pero es concebible. Probabilidad del 5%.

4.3.4 Grado de peligrosidad Es un indicador de la gravedad de un riesgo reconocido, calculado con base en sus consecuencias ante la probabilidad de ocurrencia y en función del tiempo o la frecuencia de exposición al mismo (2)

La fórmula para grado de peligrosidad es la siguiente:

$$G.P. = E \times P \times C$$

Una vez determinado el G.P. de cada riesgo se ubica dentro de una escala de grado de peligrosidad así:



4.3.5. Factor de ponderación. El factor de ponderación se establece con base en los grupos de expuestos del número total de trabajadores, para este caso se tomo como 15 el número máximo de trabajadores expuestos, obteniendo el factor de ponderación como se muestra la tabla siguiente,

Tabla 2 Factor de ponderación

FACTOR DE PONDERACIÓN	% DE TRABAJADORES EXPUESTOS	NUMERO DE TRABAJADORES EXPUESTOS
1	1 – 20 %	1 – 3
2	21 – 40 %	4 – 6
3	41 – 60 %	7 – 9
4	61 – 80 %	10 – 12
5	81 – 100 %	13 – 15

4.3.6 Grado de repercusión. El grado de repercusión de los riesgos es un indicador que refleja la incidencia de un riesgo con relación a la población expuesta. Permite visualizar claramente cual riesgo debe ser intervenido prioritariamente y resulta de multiplicar el valor del grado de peligrosidad por el factor de ponderación de cada riesgo.

$$G.R. = G.P. \times F.P.$$

Una vez calculado el grado de repercusión el valor obtenido se ubica dentro de la siguiente escala. Obteniéndose la interpretación (alto, medio, bajo)



5. ANÁLISIS DE RIESGOS

Riesgo 1: Válvulas de seguridad (P.S.V.) sin mantenimiento en ninguno de los equipos como: separadores de producción, etapas de compresores, scrubber's.



Descripción del riesgo: Se presenta una sobrepresión en un scrubber o un separador y la válvula de seguridad no actúa, lo que genera una explosión.

Factor de riesgo: Riesgo Mecánico

Exposición: 8. Son equipos que están en toda la estación y muy cerca de donde camina el personal de la estación.

Probabilidad: 10. Si hay una sobrepresión y la válvula de seguridad no actúa, la explosión del equipo sería inminente.

Consecuencia: 10. El costo del accidente sería alto y podría generar al menos una muerte y comprometer la operatividad y producción de la planta

Grado de peligrosidad: 800

Factor de ponderación: 4. Una explosión de esta magnitud afectaría a 10 personas

Grado de repercusión: 3200

Solución: Elaborar un programa riguroso de mantenimiento preventivo y predictivo de las válvulas de seguridad.

Riesgo 2. Contador de platina y orificio, del separador de prueba, presenta una pequeña fuga por la compuerta, mientras se cambia la platina.



Descripción del Riesgo: Debido a la fuga de gas que se presenta en el contador mientras se cambia la platina, se origina un incendio.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 6. La platina de orificio se cambia cada 2 días en promedio.

Probabilidad: 5. Sería una coincidencia rara aunque es probable que ocurra un incendio, si se presenta una chispa mientras se cambia la platina, hay que tener en cuenta que la fuga se incrementa.

Consecuencia: 3. No generaría daños económicos importantes y no serían graves las quemaduras para el operador.

Grado de peligrosidad: 90

Factor de ponderación: 1. El cambio de platina siempre lo realiza una persona o dos.

Grado de repercusión: 90

Solución: Realizar una inspección del contador por un especialista para determinar si es posible corregir la fuga o es necesario cambiar el contador.

Riesgo 3. Válvulas de ½", ¾" y 1" sin tapón; ubicadas en diferentes líneas del circuito del gas, cabezas de pozo, o en la estación.



Descripción del riesgo: Al no tener tapón la válvula y ser de palanca se puede abrir accidentalmente, ocasionando una fuga de gas.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 7. La situación de riesgo es frecuente debido al continuo tránsito de personal cerca de las válvulas y la cantidad de válvulas sin tapón.

Probabilidad: 6. Como la palanca de la válvula está en posición horizontal, aumenta la posibilidad que sea movible, y cualquier persona que transite por el lugar puede abrir la válvula accidentalmente.

Consecuencia: 5. Se puede presentar un incendio.

Grado de peligrosidad: 210

Factor de ponderación: 2. En este incendio se pueden ver involucradas cinco personas, que se encuentren realizando un trabajo específico en el sitio como cambio de una válvula de seis o ocho pulgadas.

Grado de repercusión: 420

Solución: Realizar un inventario exhaustivo de los sitios donde hacen falta tapones, solicitarlos a bodega y mantener en la estación disponibles.

Riesgo 4. Algunas válvulas sin mango y otras demasiado duras.

Descripción del riesgo: Operador sufre un lumbago en la espalda, al abrir la válvula de succión de uno de los compresores, esta es muy dura y el trabajador queda en una posición incómoda para abrirla.

Factor de Riesgo: Ergonómico.

Exposición: 9. Esta labor se realiza varias veces al día cada que se pone en funcionamiento un compresor.

Probabilidad: 8. Es posible que ocurra debido a que es una labor de rutina.

Consecuencia: 5. Generaría una incapacidad por algunos días a la persona afectada.

Grado de peligrosidad: 360

Factor de ponderación: 1. Únicamente se vería afectada la persona que abre la válvula.

Grado de repercusión: 360

Solución: realizar una campaña de adecuación de mango de las válvulas de la estación, y engrase a las válvulas que se puedan engrasar.

Riesgo 5. No funciona el encendido electrónico de los pirotubos del tratador térmico y no existe un procedimiento escrito para el encendido manual de manera segura.



Descripción del riesgo: Se intenta encender los pirotubos del tratador térmico de manera inadecuada, sin ventilar la cámara de combustión.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 6. El tratador se requiere encender casi una vez por semana.

Probabilidad: 7. En la empresa han ocurrido accidentes en los que el operador ha sufrido quemaduras leves, y en una ocasión la explosión arrancó la tapa de una de las chimeneas.

Consecuencia: 10. Se origina una explosión, que podría ocasionar la destrucción del equipo y una incapacidad permanente o la muerte a los operadores que hacen la labor.

Grado de peligrosidad: 420

Factor de ponderación: 1. Dos personas son las que encienden el tratador y serían las involucradas en el accidente.

Grado de repercusión: 420

Solución: Realizar un procedimiento escrito claro, sobre el encendido de manera segura, de los pirotubos del tratador térmico y socializarlo con todo el personal vinculado a la operación; o habilitar el sistema de encendido electrónico.

Riesgo 6. Tea sin piloto.



Descripción del riesgo: Se requiere encender la tea, la única forma de hacerlo es manualmente por medio de dos poleas y una guaya por las que se sube un mechero encendido.

Factor de Riesgo: Químico

Exposición: 7. Es necesario encender la tea casi todos los días.

Probabilidad: 6. Si hay una acumulación de gas en el sitio, cuando el mechero llegue al nivel de la mezcla óptima, y encienda, la radiación puede afectar a las personas que están cerca.

Consecuencia: 9. la radiación generaría quemaduras de consideración a las persona que se encuentra en los alrededores.

Grado de peligrosidad: 378

Factor de ponderación: 2. La radiación puede afectar a quien enciende la tea y tres personas que estén laborando cerca.

Grado de repercusión: 756

Solución: instalar piloto de encendido electrónico a la tea.

Riesgo 7, Falta conciencia del uso de algunos de los elementos de protección personal, principalmente la máscara para vapores en el tanqueo de productos químicos.



Descripción del riesgo: Uno de los encargados del llenado de los tanques de químicos, realiza el trabajo sin el uso de la máscara para vapores.

Factor de riesgo: Químico

Exposición: 4. El envasado de productos químicos se realiza una vez por semana.

Probabilidad: 7. Si no se utilizan los elementos de protección personal suministrados por la empresa para la manipulación de productos químicos el trabajador puede sufrir una intoxicación por la inhalación del producto químico.

Consecuencia: 8. A la persona afectada se le ocasionaría una incapacidad por unos días, pero a largo plazo tendría repercusiones mayores.

Grado de peligrosidad: 224

Factor de ponderación: 2, Son cuatro las personas encargadas de realizar este trabajo.

Grado de repercusión: 448

Solución: Capacitar y concientizar al personal en el uso correcto e importancia de los elementos de protección personal.

Riesgo 8. Falta de marcación y señalización del sentido de flujo de las líneas.

Descripción del riesgo: cometer un error operativo, cuando al finalizar la prueba de pozo se realiza un inadecuado cambio de válvulas en el separador.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 9. Se deben manipular válvulas a diario.

Probabilidad: 7. No sería nada extraño que sucediera, especialmente cuando llega personal nuevo a la estación.

Consecuencia: 9. El error genera que se desplace crudo hacia la tea ocasionando una contaminación ambiental, que tiene un alto costo por el despliegue del plan de contingencia.

Grado de peligrosidad: 567

Factor de ponderación: 3. Ocho personas, las que se encuentran en campo en el turno serian las afectadas.

Grado de repercusión: 1701

Solución: Realizar un programa de demarcación de las líneas con el sentido de flujo del gas en toda la estación.

Riesgo 9. Los tanques acumuladores del gas combustible, de los motores de las bombas de inyección de agua están en mal estado.



Descripción del riesgo: La corrosión exterior ocasiona una fuga de gas en el cilindro.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 7. El tanque acumulador está expuesto continuamente a la salpicadura del agua residual lo que hace que aumente la corrosión.

Probabilidad: 6. El nivel de corrosión externa es alta y se incrementa debido al alto nivel de cloruros en el agua residual, lo que incrementa la posibilidad de una fuga, y en el motor de la bomba se encuentran puntos calientes que pueden iniciar un incendio.

Consecuencia: 9. El incendio destruiría el motor, la bomba y afectaría al personal de mantenimiento, que se encuentre laborando en el momento.

Grado de peligrosidad: 378

Factor de ponderación: 2. Afectaría a cuatro personas de mantenimiento que se encuentren realizando un servicio preventivo a una de las bombas.

Grado de repercusión: 756

Solución: Cambiar todos los tanques acumuladores de gas combustible a los motores de las bombas de inyección de agua.

Riesgo 10. El manual de operación de la estación no está actualizado, y no incluye el cambio en las facilidades luego de la entrada en operación de la planta de A.M.V.

Descripción del riesgo: Cometer un error operativo, como despresurizar a la tea, un anular de manera muy rápida.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 9. Cuando un operador nuevo ingresa a la estación no hay un programa adecuado de entrenamiento, que garantice claridad y entendimiento de los procedimientos operativos.

Probabilidad: 8. Es muy posible, que se presente este u otro error, se han presentado equivocaciones que principalmente han causado vertido de crudo a la piscina.

Consecuencia: 9. La despresurización rápida de un anular puede causar un daño a la tea que comprometa su integridad.

Grado de peligrosidad: 648

Factor de ponderación: 2. un accidente de este tipo puede afectar a cuatro personas que se encuentren laborando en el momento cerca a la tea.

Grado de repercusión: 1296

Solución: Elaborar un manual actualizado de la operación en la estación teniendo en cuenta los cambios recientes realizados luego la entrada en operación de la planta de A.M.V.

Riesgo 11. El sistema de control de sobrepresión de los compresores que está compuesto por un manómetro y un contacto de tope, trabaja des calibrado.



Descripción del riesgo: El mal estado del manómetro no apagaría el compresor por sobrepresión, ocasionando un daño catastrófico.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 9. El compresor generalmente trabaja las 24 horas del día, pues trabajan seis de los siete compresores.

Probabilidad: 7. Es posible que ocurra una sobrepresión, por daño en las válvulas de succión o descarga de una de las etapas.

Consecuencia: 10. Se puede presentar una explosión y un incendio.

Grado de peligrosidad: 630

Factor de ponderación: 3. Serían aproximadamente siete las personas afectadas por el suceso, cuatro técnicos de mantenimiento y los tres operadores de turno.

Grado de repercusión: 1890

Solución: Calibrar los manómetros, ajustar los topes por alta y baja presión y realizar pruebas de seguridades para verificar que si apagan los compresores.

Riesgo 12. No existe un programa de calibración de tuberías para detectar las secciones críticas.

Descripción del riesgo: Daño en una línea de gas, que para su reparación requiere parada de la planta.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 7. Existen líneas con más de quince de años de funcionamiento y el gas de formación contiene CO².

Probabilidad: 8 La situación ha ocurrido con fugas menores que en la mayoría de los casos se han solucionado sin generar paradas de la planta, pero si la fuga ocurre en uno de los puntos neurálgicos del circuito será necesario parar la planta.

Consecuencia: 10. Es alto el costo de la reparación, de las pérdidas de producción y del gas para reiniciar la planta.

Grado de peligrosidad: 560

Factor de ponderación: 1. Para este riesgo no se verían afectadas las personas.

Grado de repercusión: 560

Solución: Realizar un programa de calibración de tuberías y secciones críticas, para cambiar las que se encuentren en mal estado, o tener los materiales disponibles para cuando se presente el daño.

Riesgo 13. No existe un sistema de agua contra incendio en la estación.

Descripción del riesgo: por una fuga de gas en cualquier sitio de la planta se presente un amago de incendio.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 4. En una planta como esta aun cuando se presentan fugas, es bajo el nivel de frecuencia con que se pueda presentar un incendio.

Probabilidad: 9. Si se presenta un amago no será posible eliminarlo únicamente con extintores y se puede convertir en un incendio.

Consecuencia: 10. Los daños generados por un incendio en cualquier sector de la planta superarían los 200 millones de pesos.

Grado de peligrosidad: 360

Factor de ponderación: 5. En este hecho se vería involucrado todo el personal de la estación.

Grado de repercusión: 1800

Solución: contratar un estudio de factibilidad para la construcción de un sistema contra incendio en la estación, que permita tener un mejor criterio para definir si se construye o no.

Riesgo 14. Ruido en el área de compresores por encima de los 100 decibeles.

Descripción del riesgo: Técnico de mantenimiento realizando un servicio preventivo a uno de los compresores, utilizando únicamente una protección auditiva.

Factor de Riesgo: Físico

Exposición: 10. Cuando se está realizando un mantenimiento correctivo o preventivo el personal de mantenimiento esta en el sitio toda la jornada laboral.

Probabilidad: 8. Es alta la probabilidad de que se genere pérdida de audición si no se utiliza la doble protección auditiva, para disminuir el nivel de ruido.

Consecuencia: 9. A largo plazo se originaría una lesión incapacitante permanente por pérdida de la audición.

Grado de peligrosidad: 720

Factor de ponderación: 3. Generalmente trabajan tres o cuatro personas en los mantenimientos pero el personal de producción también está expuesto al ruido.

Grado de repercusión: 2160

Solución: Hacer una campaña de concientización de uso de la doble protección auditiva, y realizar rotación del personal, por las estaciones donde es mas bajo el nivel de ruido.

Riesgo 15. Poca iluminación en los compresores y en toda la estación en general.

Descripción del riesgo: caída de un operador del turno de la noche por deficiencia en la iluminación.

Factor de Riesgo: Físico

Exposición: 9. En el turno de la noche el operador debe hacer rondas continuamente por la estación, debido a que la instrumentación es neumática y no hay sala de control donde se observen las variables de operación.

Probabilidad: 9. Han ocurrido caídas con incapacidad por pocos días y cuasiaccidentes, por falta de iluminación.

Consecuencia: 6. La caída podría generar una luxación que generaría una incapacidad no permanente.

Grado de peligrosidad: 486

Factor de ponderación: 3. En el mes ocho personas, laboran en la noche.

Grado de repercusión: 1458

Solución: Hacer una reevaluación de la iluminación para optimizarla.

Riesgo 16. No hay un programa de prueba del autoconsumo para que esté habilitado en caso de parada de la planta de A.M.V.



Descripción del riesgo: por una interrupción en la planta de A.M.V. es necesario poner en funcionamiento el autoconsumo, pero el compresor Nash Elmo, no funciona por falta de uso.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 3. Son pocas las veces que se ha necesitado poner en marcha el autoconsumo.

Probabilidad: 8. La probabilidad de que el sistema no funcione sin haber realizado pruebas previas en bastante tiempo es alta.

Consecuencia: 8. Se tendría que comprar gas floreña, pero este gas no alcanza para todo el consumo de la estación, por lo que hay que apagar equipos y esto ocasiona pérdidas de producción.

Grado de peligrosidad: 192

Factor de ponderación: 1. No se verían afectadas las personas, solamente la parte económica

Grado de repercusión: 192

Solución: establecer una periodicidad de prueba al sistema de autoconsumo.

Riesgo 17. No se ha realizado prueba de integridad al gasoducto Morichal – La Gloria.

Descripción del riesgo: daño en gasoducto Morichal – La Gloria, por corrosión interna.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 6. No se ha enviado raspador ni realizado prueba de integridad hace más de 10 años.

Probabilidad: 5. Aunque no ha ocurrido es posible que suceda, debido a la antigüedad del gasoducto y que no se conoce el estado en que se encuentre.

Consecuencia: 8. No se verían afectadas personas, pero el costo de la reparación es elevado, debido al difícil acceso para la maquinaria al gasoducto, principalmente en la temporada de lluvias.

Grado de peligrosidad: 240

Factor de ponderación: 1. No se afectaría ninguna persona.

Grado de repercusión: 240

Solución: Realizar prueba de integridad del gasoducto y cambiar las zonas críticas en la temporada de verano.

Riesgo 18. Poco espacio para transitar y laborar en el área de los separadores.



Descripción del riesgo: caída de operador en medio de los separadores, al atender una señal sonora que alerta sobre alguna falla en el equipo.

Factor de Riesgo: Locativo

Exposición: 9. Esta situación de riesgo se presenta con bastante frecuencia, pues algunos días las alarmas suenan varias veces.

Probabilidad: 8. es completamente posible que al transitar sin precaución por el área se genere una caída o un esguince de tobillo.

Consecuencia: 6. La caída le ocasionaría al afectado una incapacidad por varios días.

Grado de peligrosidad: 432

Factor de ponderación: 3. Está expuesto cualquiera de los operadores.

Grado de repercusión: 1296

Solución: instalar avisos previniendo la situación de riesgo.

Riesgo 19. Hay pasarelas que están desgastadas o en mal estado.

Descripción del riesgo: caída a causa de una pasarela lisa.

Factor de Riesgo: Riesgo locativo.

Exposición: 9. Es continuo el caminar sobre las pasarelas, durante las 24 horas.

Probabilidad: 9. El mal estado de las pasarelas sumado al continuo tránsito puede ocasionar una caída.

Consecuencia: 6. Es un accidente que puede ocasionar una incapacidad no permanente.

Grado de peligrosidad: 486

Factor de ponderación: 5. Todo el personal que labora en la estación está expuesto a una caída en las pasarelas.

Grado de repercusión: 2430

Solución: Realizar un cambio de pasarelas a nivel de toda la estación.

Riesgo 20. En algunas ocasiones han fallado los controles de nivel de los separadores.

Descripción del riesgo: por falla en el controlador de nivel de la sección de crudo de uno de los separadores se va crudo a la tea.

Factor de Riesgo: Riesgo Mecánico.

Exposición: 5. Son instrumentos que tiene varios años de uso y no se les realiza mantenimiento preventivo.

Probabilidad: 10. Si se va crudo a la tea y está encendida se generar un incendio alrededor.

Consecuencia: 8. si alguien en inmediaciones de la tea es alcanzado por el incendio, las quemaduras le ocasionarían una incapacidad permanente.

Grado de peligrosidad: 400.

Factor de ponderación: 2. Estarían afectadas por el incendio cinco personas.

Grado de repercusión: 800

Solución: Realizar un plan de mantenimiento preventivo a la instrumentación, para evitar fallas en los controles que generen este tipo de inconvenientes.

Riesgo 21. Una chimenea del tratador térmico, y la de tres compresores sin tapa.



Descripción del riesgo: Acumulación de agua en la chimenea del tratador térmico que ocasiona un tapón y al encenderlo se genera una explosión.

Factor de Riesgo: Mecánico

Exposición: 5. En la temporada de lluvias con la alta precipitación, si el equipo está apagado varios días, queda expuesto a que se incremente el nivel de agua en la chimenea.

Probabilidad: 10. Si la columna de agua se incrementa, al nivel de formar un tapón, ocurriría una explosión al encenderlo.

Consecuencia: 10. Una explosión de esta magnitud sería más que catastrófica.

Grado de peligrosidad: 500

Factor de ponderación: 5. Este suceso afectaría a todo el personal presente en la estación.

Grado de repercusión: 2500

Solución: instalar tapas en las chimeneas de los compresores y el tratador térmico o instalar un drenaje en la parte inferior para evacuar el agua lluvia que se acumule.

6. PLAN DE SEGURIDAD

De los 21 riesgos encontrados, el grado de repercusión para seis de ellos se ubica dentro de grado medio y los dieciséis restantes dentro de bajo, lo que nos permite evaluar las medidas de manera general, buscando eliminar los riesgos que se puedan o disminuir el impacto de los faltantes.

El plan de seguridad que se plantea para eliminar el riesgo o disminuir su impacto se basa en dos pilares fundamentales capacitación y mantenimiento, adicional a estos factores, se hace énfasis en el uso correcto de los elementos de protección personal.

6.1 SOLUCIONES RELACIONADAS CON CAPACITACIÓN

En cuanto a capacitación, se proponen los siguientes aspectos con el fin de bajar la probabilidad de algunos riesgos:

- Que al personal nuevo se le dé un entrenamiento adecuado, en los procedimientos operativos.
- Se realice un manual de operaciones de la estación, y que en la realización del manual se involucre al personal de mayor experiencia en la operación de la planta.
- Se elabore un procedimiento detallado para el encendido seguro de los pirotubos del tratador térmico, y se socialice con el personal vinculado a la operación.
- Además de señalar las líneas de flujo de manera adecuada.

6.2 MEDIDAS RELACIONADAS CON MANTENIMIENTO

En cuanto al mantenimiento tenemos medidas que ejecutándolas, de inmediato se elimina el riesgo, y otras que disminuyen el grado de repercusión, por que el riesgo no se puede eliminar.

Se deben realizar los siguientes mantenimientos para eliminar los riesgos que generan:

- Elaborar un programa riguroso de mantenimiento preventivo y predictivo de las válvulas de seguridad, para garantizar que operen en caso de una sobrepresión.
- Instalar piloto de encendido electrónico a la tea.
- Cambiar todos los tanques acumuladores de gas combustible a los motores de las bombas de inyección de agua, debido al mal estado en que se encuentran.

- Instalar tapas en las chimeneas de los compresores y en la chimenea del tratador térmico o instalar un drenaje para evacuar el agua lluvia que se acumule.
- Realizar una inspección del contador del separador de prueba por un especialista para determinar si es posible corregir la fuga o es necesario cambiar el contador.
- Realizar una campaña de adecuación de mango de las válvulas de la estación, y engrase a las válvulas que se pueda engrasar.
- Calibrar el sistema de seguridades por sobrepresión de las etapas de compresión, revisando los manómetros, ajustando los topes por alta presión y realizando pruebas de seguridades para verificar que si apagan los compresores.

Las Medidas que se deben tomar para disminuir el impacto de algunos riesgos son:

- Realizar un programa de calibración de tuberías y secciones críticas, para cambiar las que se encuentren en mal estado, o tener los materiales disponibles para cuando se presente el daño.
- Hacer una reevaluación de la iluminación de la estación para optimizarla.
- Realizar un cambio de pasarelas en mal estado a nivel de toda la estación.
- Establecer una periodicidad de prueba al sistema de autoconsumo, para garantizar que sea operativo en caso de emergencia.
- Realizar prueba de integridad del gasoducto Morichal – La Gloria, para cambiar las zonas críticas en la temporada de verano.
- Realizar un plan de mantenimiento preventivo a la instrumentación, para evitar fallas en los controles.

6.3 RECOMENDACIONES SOBRE EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

En cuanto al correcto uso de la protección personal, se debe concientizar en el uso de los elementos de protección personal, ya que la empresa los suministra, especialmente para estos casos:

- Doble protección auditiva, en el área de los compresores.
- Utilización de la máscara de vapores para el tanqueo de productos químicos.

6.4 MEDIDA ADICIONAL

Debido a la falta de un sistema de agua contra incendio, pero al alto costo de la construcción, se recomienda contratar un estudio por especialistas para evaluar de una manera más técnica la factibilidad de adquirir o no un sistema de agua contra incendio.

7. CONCLUSIONES

- Se hallaron veintiún riesgos asociados al circuito del gas, en la estación La Gloria.
- De los riesgos encontrados, doce se clasifican dentro del factor de riesgo mecánico.
- El grado de peligrosidad calculado, para cuatro riesgos se sitúa dentro del grado medio y para los dieciocho restantes como bajo.
- Ocho riesgos se ubican en grado medio dentro de la escala de grado de repercusión, y los demás en grado bajo.
- Se encontraron medidas para eliminar siete de los riesgos existentes.
- Podremos disminuir la probabilidad para cuatro de los riesgos con capacitación al personal.
- Dentro del plan de seguridad se proponen medidas para disminuir el impacto a seis de los riesgos.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) PICO MERCHAN, María Eugenia. Metodología de los panoramas de factores de riesgo ocupacionales: Departamento de salud publica Universidad de Caldas 2008.
- (2) Corporación Ambiental Empresarial caem, Panorama de riesgo, Santafé de Bogotá 2007.
- (3) INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS, Guia para él diagnostico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgo, su identificación y valoración. Santafé de Bogotá D.C. ICONTEC, 1997 I.C.S.: 13.100.00
- (4) <http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>